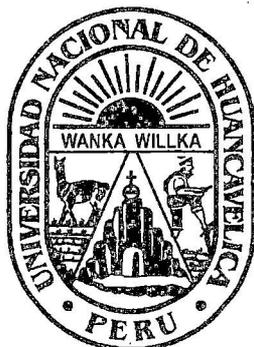


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA TESIS

**"EVALUACION DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCION DE  
PLANTULAS DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)  
EN LIRCAY - ANGARAES - HUANCABELICA"**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
SUELOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
**BILMA ÑAHUI CANDIOTTI**

ASESOR:  
**Dr. GREGORIO JOSE ARONE GASPAR**

HUANCABELICA, ENERO DEL 2014

**ASESOR** : Dr. Gregorio José Arone Gaspar

FORMATO N° 03

ACTA DE SUSTENTACION O APROBACION DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACION

En la ciudad universitaria "común Era"; auditorio de la Facultad DE CIENCIAS AGRARIAS, a los 15 días del mes de Enero del año 2014 a horas 09:00 am, se reunieron; el jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE :Dr. David, RUIZ VILCHEZ
- SECRETARIO :Ing. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO
- VOCAL :Ing. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS
- ACCESITARIO :Ing. Leónidas, LAURA QUISPETUPA

Designado con resolución N° 476-2013C.F.-FCA-UNH; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Titulado: "EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE SACHA TOMATE (Solanum betaceum Cav.) EN LIRCAY-ANGARAES -HUANCAVELICA"

Cuyo autor es el (los) graduado (s):

BACHILLER (S) Bilma, ÑAHUI CANDIOTTI

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

APROBADO POR..... UNANIMIDAD

DESAPROBADO.....

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.




---

PRESIDENTE




---

SECRETARIO




---

VOCAL

**DEDICATORIA**

A mis padres; esposo e hijas. Por apoyarme desinteresadamente en la culminación de mi Informe de Tesis que será de mucha utilidad para mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.
- A mi asesor Dr. Gregorio José Arone por el asesoramiento en la ejecución de mi proyecto de investigación.
- A los miembros del jurado calificador por las observaciones atinadas en la elaboración del informe final.
- A mi esposo quien compartió este trabajo.
- A mis familiares quienes brindaron su apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo.

## INDICE

DEDICATORIA	10
AGRADECIMIENTO	10
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I: Problema	10
1.1. Planteamiento del Problema	10
1.2. Formulación del Problema	10
1.3. Objetivos General y Especifico	10
1.4. Justificación	11
CAPITULO II: Marco Teórico	12
2.1. Antecedentes	12
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1. Sustrato	13
2.2.2. Propiedades de los sustratos	15
2.2.3. Propiedades físicas del sustrato	16
2.2.4. Propiedades químicas del sustrato	19
2.2.5. Materiales utilizados como sustrato	20
2.2.6. Cultivo de sachá tomate	22
2.2.7. Taxonomía y Morfología	22
2.2.8. Descripción del cultivo	22
2.2.9. Requerimientos Edafoclimáticos	23
2.3. Hipótesis	25
2.5. Identificación de variables	25
CAPITULO III: Marco Metodológico	26
3.1. <b>Ámbito de estudio</b>	26
3.1.1. Ubicación política	26
3.1.2. Ubicación geográfica	26
3.1.3. Factores climáticos	26
3.2. Tipo de investigación	26
3.3. Nivel de investigación	26

46

3.3. Método de investigación	26
3.4. Diseño de investigación	27
3.4.1 Diseño experimental	27
3.4.2. Tratamiento a evaluar	28
3.4.3. Croquis experimental	28
3.4.4. Variables a evaluar	28
3.6. Población, muestra y muestreo	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.8. Procedimiento de recolección de datos	29
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
3.9.1. Para el % de emergencia	30
3.9.2. Numero de hojas	30
3.9.3. Altura de plántula	30
<del>CAPITULO IV. Resultados y Análisis</del>	<del>32</del>
4.1. % de emergencia de plántula de Sacha Tomate	32
4.2. Numero de hojas de plántula de Sacha Tomate	34
4.3. Altura de plántula de Sacha Tomate	34
CAPITULO V. Conclusión	37
CAPITULO VI. Recomendación	38
CAPITULO VII. Revisión Bibliográfica	39
CAPITULO VIII. Artículo científico	42
CAPITULO IX. Anexos	48

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de los sustratos a base de Arena y Turba en la emergencia y crecimiento de plántulas de sachá tomate, se instaló un experimento en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes departamento de Huancavelica. Los cinco tratamientos con diferentes dosis de combinación (Arena, Turba) fueron: T1 (0,1), T2 (0.25,1), T3 (0.50,1), T4 (0.75,1), T5 (1,1). El porcentaje de emergencia alcanzado a los 35 días después de la siembra por el tratamiento T4 fue del 75% y es significativamente superior a los demás tratamientos. Igualmente, la mayor altura de planta se consiguió con el T4. Con respecto al número de hojas los tratamientos no difieren.

Palabras claves: Sachá Tomate, porcentaje de emergencia, sustrato, turba, arena.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the Arena-based substrates and peat in the emergence and growth of tomato seedlings sachá, an experiment was installed in the district Lircay province of Huancavelica Angaraes. The five treatments with different doses of combination (Arena, peat) were: T1 (0.1), T2 (0.25,1), T3 (0.50,1), T4 (0.75,1), T5 (1.1). The emergence percentage reached 35 days after sowing by T4 treatment was 75% and is significantly higher than the other treatments. Similarly, the highest plant height was achieved with T4. With respect to the number of sheets treatments did not differ.

Keywords: Sachá Tomato, emergence percentage, substrate, peat, sand:

## INTRODUCCION

El tomate de árbol en nuestro país es cultivado principalmente en las zonas andinas de clima frío moderado. Actualmente, es uno de los productos de mayor perspectiva comercial por poseer una serie de aspectos favorables para su desarrollo y producción, como la existencia de una amplia variabilidad genética, la presencia de nichos ecológicos adecuados, genera empleo familiar y la aceptación de los frutos por parte de los consumidores en el mercado nacional e internacional (Tapia, 2004).

Un aspecto negativo que tiene el cultivo de tomate de árbol en nuestro país, se derivan de los sistemas de producción familiar sin tecnificación, que conllevan al uso de materiales genéticos locales, altamente diversos e inestables, provenientes de semilla, que no producen frutos uniformes en color, tamaño y dulzura, y además, favorecen la pérdida de genes, lo cual conduce a vulnerabilidad ante el ataque de plagas y enfermedades (Tapia, 2004).

A nivel mundial como nacional y local se ha venido utilizando diferentes tipos de sustrato los cuales ayudan a obtener altos porcentajes de germinación debido a que su estructuración es una de las más beneficiosas. (Ansorena, 1994).

El cultivo de sachá tomate no ha sido estudiado en que tipo de sustrato será adecuado para obtener un alto porcentaje de germinación razón por la cual esta investigación en la que va a desarrollar una técnica nueva de usar un tipo correcto de semillero garantizando una mejor germinación y así todos los productores tengan mayor seguridad para realizar el cultivo de sachá tomate.

## I. PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad la producción de sachá tomate (*Solanum betaceum Cav.*) es muy escasa en el distrito de Lircay, debido a que los productores de esta zona no cuentan con información y conocimiento para su producción. Asimismo las Instituciones Públicas y Privadas que vienen ejecutando diversos proyectos hasta la fecha no tuvieron el interés de promover este cultivo. Aunque algunos productores producen sachá tomate empleando tecnología tradicional y como resultado obtienen bajo rendimiento productivo, lo cual no satisface la expectativa económica del productor y la necesidad del consumidor. Razones por la que, es necesario conocer el sustrato más adecuado para la producción de plántulas de calidad, porque se sabe que una buena plántula ofrece muchas ventajas entre ellas un buen establecimiento en campo y alto rendimiento.

### 1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles sustratos tienen mejor comportamiento en la obtención de plántulas de sachá tomate (*Solanum betaceum Cav.*) en el distrito de Lircay?

#### 1.2.1. Objetivos: General y Específicos

##### General

- Evaluar sustratos para la obtención de plántulas de sachá tomate (*Solanum betaceum Cav.*) en el distrito de Lircay.

##### Específico

- Evaluar el porcentaje de emergencia de plantas.
- Determinar la altura de la planta.
- Cuantificar el número de hojas.

### **1.2.2. Justificación**

#### **Científico**

El trabajo permitirá conocer el mejor sustrato para la producción de plántulas de sachá tomate en el distrito de Lircay, los que servirán como aporte para otros trabajos relacionados al tema.

#### **Social**

A medida que se amplían los conocimientos sobre la producción de plántulas de sachá tomate, existe la posibilidad de incrementar el área del cultivo y contribuir en la dieta alimentaria.

#### **Económico**

Al obtener mayor información sobre la producción de plántulas, se espera mejorar la productividad en calidad de plántulas y rendimiento del cultivo; los que favorecerán el ingreso económico de las familias.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES

**García et. al. (2001)** respecto al uso de sustratos en la producción hortícola, observaron que el polvo de coco solo o combinado con arena mineral o corteza de pino y la turba sola o combinada con agrolita, fueron los sustratos más prometedores para la producción de plantas de *Epipremnum aereum* y *Spathiphyllum wallisii*. Por otro lado, **Velasco et al., (2001)** observaron que los tratamientos con adición de vermicomposta tuvieron mayor cantidad de nitrógeno (1.49%), P (6000 mg kg<sup>-1</sup>), K (12 000 mg kg<sup>-1</sup>) y cantidades considerables de otros elementos. Las plantas de tomate de cáscara adicionadas con vermicomposta fueron mejor nutridas y presentaron alto contenido de N, alto porcentaje de P y mayor tasa de fotosíntesis en comparación del testigo (suelo en campo). A sí mismo, **Caraveo (1994)** al evaluar en tomate los sustratos fibra de coco sin lavar, fibra de coco lavada y turba canadiense, obtuvo los mejores rendimientos en la fibra de coco lavada superando a la turba canadiense y a la fibra sin lavar. Igualmente, **Martínez (1996)** evaluó diferentes mezclas de sustrato como: corteza de pino, fibra de coco tezontile y peatmoss en noche buena, obteniéndose que la fibra de coco al 100 % es mejor sustrato para flor de noche buena y que a medida que se incrementa el % de fibra de coco en el medio de crecimiento la calidad de la planta fue mayor. Igualmente, **Ventura (2001)** comparó el sustrato derivado de las cáscaras de almendra con polvo de coco para la producción de tomate, ambos sustratos tuvieron un comportamiento agronómico similar.

Por otro lado, **Meerow (1994)** realizó un ensayo en el que evaluó el crecimiento de dos plantas ornamentales subtropicales comparando polvo de coco y turba, observó que el polvo de coco parece ser un sustituto aceptable para la turba de junco en sustrato para maceta y que es necesario ajustar los regímenes nutricionales de un

cultivo a otro. Así para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Al respecto **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 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 por su costo elevado y explotación no es sostenible, lo que han comenzado a restringir su uso (**Fernández et al., 2006**).

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Sustrato**

Los sustratos son una mezcla o compuestos de materiales activos y/o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies vegetales. Los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultando en un complejo de partículas de materiales rocosos y minerales característicos pero también los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivos o muertos. De la selección del sustrato apropiado dependerá la rapidez de la germinación de la semilla de dicha especie. (**Ansorena, 1994**)

#### **a. Funciones de los sustratos**

Los sustratos cumplen las siguientes funciones:

- a) proporcionan humedad a las semillas
- b) dotan de aireación a las semillas durante el proceso de germinación
- c) la textura del sustrato influye directamente en el porcentaje de semillas germinadas así como en la calidad del sistema radicular que se ha formado

de las semillas, la que funciona como depósito de sustancias nutritivas. **(Mainardi, 1980)**

Según García (2006) puede asegurarse, sin exageración, que el principal factor del que depende el éxito de un cultivo en contenedor es la calidad del sustrato elegido y la finalidad más importante de un sustrato es producir una planta de alta calidad en un tiempo menor, a bajo costo. Que según **Calderón (2006)** el término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. Igualmente **INFO AGRO (2010)** comentan que un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, 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, donde el sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Hoy en día según **Raviv y Lieth, (2008)** la técnica del cultivo que incluye a los sustratos, es una forma de producción moderna, sin embargo, ésta es una técnica que data desde aproximadamente 4000 años. Así en condiciones muy intensivas de producción hortícola en almácigo, el empleo de los sustratos se justifica por varias razones. Se tiende a sustituir el suelo natural para poder controlar mejor los parámetros de crecimiento y de desarrollo de los cultivos a través del:

- Tenor de aire en el sustrato
- Control del tenor de agua y elementos minerales
- Desinfección fácil de los sustratos
- Disminución de parásitos y fácil control
- Extensión del período de producción
- Desplazamiento más fácil de las plantas
- Repique con alto grado de éxito, sin daño de las raíces.

Igualmente, **García (2006)** cita sobre las ventajas del trasplante frente a la siembra directa de la siguiente manera:

- Mayor stand de plantas
- Posibilidad de selección de la plántula
- Cultivos con menos tiempo en el campo.

Aclarando que las ventajas del trasplante a raíz cubierta en contenedor permite:

- Las plantas son más uniformes
- Menor tiempo de crecimiento
- Permite mecanizar el trasplante
- Producción a gran escala

### **2.2.2. Propiedades de los sustratos**

Según **García (2006)** las propiedades a tener en cuenta en los materiales utilizados para fabricar sustrato son:

- La Granulometría: tamaño medio y distribución del tamaño de partículas. A partículas más grandes, mayor será el contenido de aire y menor el de agua para determinada succión. Relación óptima aire/agua: 3/1.
- Porosidad (mayor a 85 %)
- Capacidad de agua disponible (24 - 40 %)
- Densidad aparente (menor a 0.4 g/cm<sup>3</sup>).
- Relación C/N y grado de estabilidad de la materia orgánica.
- Capacidad de intercambio de cationes (CIC): 6-15 meq/100gr (24-60 meq/L).
- pH con efecto importante en la disponibilidad de nutrientes.
- Cantidad y disponibilidad de nutrientes.
- Concentración de sales en la solución acuosa. La salinidad dependerá del tipo de sustrato y del agua de riego. A menor volumen del recipiente, más riesgoso es la acumulación de sales a niveles de toxicidad. Conductividad eléctrica menor a 0.65 mmhos/cm.
- Libre de enfermedades, plagas y malezas.
- Ser fácilmente disponible.
- Bajo costo.

### 2.2.3. Propiedades físicas de los sustratos

Según **Nuez (2001)** las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primera importancia. Una vez que el medio esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho medio. Generalmente suele darse más importancia a las propiedades físicas de los sustratos, ya que una vez seleccionada una mezcla como medio de cultivo, apenas puede modificarse su estructura física, a diferencia de su composición química, que puede ser alterada durante el desarrollo de la planta, mediante el riego y el abonado.

Las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato, o comparar diferentes materiales, son:

- Distribución del tamaño de partículas o **granulometría**
- Porosidad, y su reparto entre las fases líquida y gaseosa, es decir: capacidad de retención de agua y porosidad de aire.

Las características físicas de un sustrato que, generalmente son consideradas en un análisis de rutina, son **densidad aparente, porosidad y curva de retención de agua**.

Según **García (2006)** los valores "ideales" para un sustrato (como porcentaje del volumen total) son: el total de espacio poroso (PT) sería del 85 %; porosidad del aire (PAI) 10-30 %; agua fácilmente disponible (AFD) 20-30 % y la capacidad buffer del agua (agua de reserva) (AR) 4-10 %, cuyas características físicas se detallan a continuación:

#### a. **Granulometría**

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato dependerán principalmente sus propiedades físicas, como el reparto de aire y agua y la disponibilidad para las raíces (**Gallo y Viana, 2005**).

### - Influencia de la granulometría en las propiedades del sustrato

Según **Gallo y Viana (2005)** los sustratos que presentan amplia distribución de tamaños de partículas, las partículas pequeñas se alojan en los huecos entre las partículas grandes, reduciendo su tamaño y, por tanto, la porosidad total y la ocupada por aire. Al mismo tiempo, aumentará la cantidad de agua retenida, al ser mayor el número de microporos. En consecuencia, las propiedades físicas de los sustratos dependen en gran medida de la distribución de los tamaños de partícula, por lo que modificando o seleccionando adecuadamente el tamaño de partícula, se pueden alcanzar propiedades físicas óptimas.

#### b. Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado (**INFOAGRO, 2010**).

Según **Nuez (2001)** el total de poros existentes en un sustrato se divide en: 1) Poros capilares de pequeño tamaño (< 30 micrómetros), que son los que retienen el agua y 2) Poros no capilares o macroporos, de mayor tamaño (> 30  $\mu\text{m}$ ), que son los que se vacían el agua gravitacional. Sin embargo, los poros no drenan completamente y una fina película de agua es retenida alrededor de las partículas del sustrato.

#### c. Porosidad del aire

La porosidad de aire ( $P_a$ ) es la propiedad física más importante de los sustratos. Los valores de  $P_a$  necesarios dependen mucho de la especie cultivada, ya que la sensibilidad de las plantas a la aireación es muy

variable. Además dependen del método de medida utilizado y de las condiciones ambientales y de manejo (Gallo y Viana, 2005).

El contenido de aire de un sustrato es definido como la proporción del volumen que contiene aire después de que ha sido saturado con agua y ha dejado de drenar. La porosidad de aire consiste en el porcentaje de volumen de sustrato que contiene aire. El valor que se aconseja como óptimo oscila entre el 10 y el 30 % (Gallo y Viana, 2005).

#### **d. Agua fácilmente disponible**

Según Nuez (2001) es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato, después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión matricial y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de capacidad de absorción. El valor óptimo para el agua fácilmente disponible oscila entre el 20 y el 30% del volumen.

#### **e. Densidad**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (INFOAGRO, 2010).

#### **f. Estructura**

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (INFOAGRO, 2010).

#### 2.2.4. Propiedades químicas del sustrato

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza, que según **Gallo y Viana (2005)** las propiedades químicas más importantes de los materiales que componen un medio de crecimiento son:

##### a. Capacidad de intercambio catiónico

Según **Nuez (2001)** se define como la suma de los cationes cambiabiles que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta.

La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH: Cuando más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico. Para una turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH aumenta desde 3.5 hasta 5.5.

##### b. Salinidad

La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en miliSiemens por cm, mS/cm, o microSiemens por cm,  $\mu$ S/cm) (**Gallo y Viana, 2005**).

El efecto más común de la salinidad es un retraso general en el crecimiento de la planta, aunque no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz.

##### c. pH

Según **Nuez (2001)** la planta del tomate puede sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable. No

obstante el crecimiento y el desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas.

Según **Gallo y Viana (2005)** en sustratos orgánicos, el rango óptimo de pH para el crecimiento de plantas está entre 5,0 y 6,5, lo que no excluye que no puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo.

#### **d. Relación Carbono/Nitrógeno**

Se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad. Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros son, en parte por una inmovilización del nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizosfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descomponen los materiales orgánicos crudos y utilizan el N para la síntesis de sus proteínas celulares.

#### **2.2.5. Materiales utilizados como sustratos**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos utilizados en la producción de pilones, los cuales se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación (**INFOAGRO, 2010**).

A continuación se detallan los sustratos más utilizados de acuerdo a sus propiedades:

- Sustratos químicamente inertes. Arena, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

**Arena.-** Expresan que la arena es un medio de arraigo muy bueno, las semillas deben ser retiradas de este sustrato inmediatamente después de formarse las raíces ya que la arena no contiene suficientes cantidades de nutrientes para abastecer el crecimiento por lo que es conveniente adicionar sustancias nutritivas. La arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro que se originan por la intemperización de las rocas (**Mainardi, Bonner y Galston 1988**).

- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias radican en su **capacidad de intercambio catiónico** o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato.

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante **la solución fertilizante**. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos **según las exigencias del vegetal (INFOAGRO, 2010)**. Pueden ser de origen orgánico e inorgánico:

**- Materiales orgánicos**

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los **materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje**, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, **residuos sólidos urbanos**, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

**- Materiales inorgánicos o 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. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos **complejos**, que **modifican notablemente** las características de los **materiales de partida** (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.).

### 2.2.6. El cultivo de sachá tomate

El tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*) pertenece a la familia Solanaceae, es originario de la vertiente oriental de los Andes de Colombia, Ecuador y Perú. Se cultiva en las zonas de climas templados y frescos de la Sierra ecuatoriana, en altitudes comprendidas entre 1,200 a 3,000 m.s.n.m. Es una planta arbustiva con tallos semileñosos, de follaje grande, alcanza una altura de 2 a 3 m (Soria, 2002).

### 2.2.7. Taxonomía, morfología y fisiología del cultivo de sachá tomate

<b>Reino</b>	: <i>Vegetal</i>
<b>División</b>	: <i>Antofita</i>
<b>Clase</b>	: <i>Dicotiledonea</i>
<b>Subclase</b>	: <i>Simpetalas</i>
<b>Orden</b>	: <i>Tubiflorales</i>
<b>Familia</b>	: <i>Solanacea</i>
<b>Género</b>	: <i>Cyphomandra</i>
<b>Especie</b>	: <i>Betacea</i>
<b>Nombre científico</b>	: <i>Solanum betaceum Cav.</i>
<b>Nombre vulgar</b>	: <i>Tomate de Arbol.</i>

### 2.2.8. Descripción del Cultivo

El tomate de árbol es una planta arbustiva con tallos semileñosos, de follaje grande, que alcanza una altura de 2 a 3 m. Las hojas son cordiformes (forma de corazón), carnosas, levemente pubescentes y muy grandes. Las flores de color rosa y lavanda, agrupadas en racimos terminales, las cuales florecen de manera escalonada. Los frutos son solitarios o se encuentran agrupados, de colores variables, del amarillo al rojo, de forma ovoidal con ápices puntiagudos, contienen muchas semillas pequeñas, en cantidades de 120 a 150 (Calvo, 2009).

Según Cadena (2006), citado por Ramírez (2008), en el Ecuador se producen tres variedades reconocidas de tomate de árbol, aunque comercialmente no se diferencian. Estas son: tomate común: de forma alargada, color morado y

anaranjado; tomate redondo: de color anaranjado rojizo y tomate mora: de forma oblonga y de color morado.

## 2.2.9. Requerimientos Edafoclimáticos

### a.- Clima

La temperatura óptima para el cultivo está comprendida entre 14 a 20 °C a temperaturas menores de 4 °C se destruye completamente el follaje, ya que es muy vulnerable a las bajas temperaturas. No tolera vientos fuertes, ya que se produce la caída de las flores, rotura de las ramas y destrucción de las hojas (INFOAGRO, 2010; Soria, 2002).

### b.- Suelo

La planta del tomate de árbol se adapta muy bien a todo tipo de suelos, pero su mejor desarrollo lo alcanza en suelos de textura media con buen drenaje y buen contenido de materia orgánica (Buckman, 1985).

### c.- Propagación

El tomate de árbol se puede propagar sexualmente (por semillas), mediante el establecimiento de semilleros y asexualmente (vegetativamente), mediante la obtención de estacas, acodos, ramas o injertos.

Para la obtención de la semilla, y posteriormente, de las plántulas, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Selección de la planta madre, que sea sana y vigorosa, con frutos maduros y en buen estado.
- b. Extracción y lavado de semillas; para el lavado se puede utilizar una malla fina de alambre.
- c. Secado de las semillas a la sombra, durante uno a dos días.
- d. Siembra (en el semillero) a chorro continuo en líneas separadas a 5 cm. La germinación de las semillas ocurre aproximadamente a las cinco semanas. (Sánchez et al., 1996).

#### **d.- Trasplante**

El trasplante se realiza en fundas de polietileno, de color negro. La mezcla debe encontrarse desinfectada, y con las siguientes proporciones: dos partes de suelo negro, rico en materia orgánica; y una parte de cascajo o cascarilla de arroz. Después del trasplante las plantas deben permanecer a media sombra de tres a cuatro semanas, para su aclimatación, antes de ir a la plantación definitiva. **(Cuisance, 1988).**

#### **e.- Sistema de plantación**

Según **Coletto (1998)** la preparación del terreno debe ser con anticipación con labores normales de arado y rastra; los hoyos en los que se siembra la planta deben ser de 40 x 40 x 40 cm. El sistema más adecuado de plantación es el marco real; las distancias más utilizadas son:

1,8 x 1,8 m. (población de 3.000 plantas/ha).

2.5 x 1.5 m. (población de 2.600 plantas/ha).

2.0 x 2.0 m. (población de 2.500 plantas/ha).

#### **f.- Podas**

Las podas que requiere el tomate de árbol son muy ligeras; cuando la planta tiene unos 50 cm de altura se realiza un pinzamiento, se eliminan los chupones del tronco y se sacan las ramas secas y enfermas **(Montoya, 1988).**

#### **g.- Deshierbo**

Los deshierbos se realizan en forma manual a lo largo de la corona de cada planta, se puede utilizar un azadón para el deshierbo entre las calles. También se puede realizar en forma mecanizada (con tractor) utilizando una rota Bator **(Detroux y Gonstincar, 1967)**

#### **h.- Riegos**

Los sistemas de riego más utilizados son mediante surcos paralelos, en zig zag o serpentín y por coronas individuales. La frecuencia del riego depende de las condiciones climáticas existentes; por lo general, la frecuencia será cada 10 a 15 días **(Deloye y Rebout, 1967)**

### **i.- Fertilización**

La fertilización se realiza cada seis meses haciendo uso de gallinaza o compuesto, más 80 g de fertilizante químico 8-20-20 o 10-30-10- la aplicación se debe hacer en la corona de cada planta (**Sánchez, 1996**)

### **j.- Enfermedades**

Las enfermedades más comunes según (**Alarcón, 2008**), son:

- Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoide*)
- Oidium (*Oidium* sp.)
- Nemátodos (*Meloidogyne* sp.)

### **K.- Plagas**

- Pulgones (*Myzus* sp.).
- Crisomélidos.
- Chinche o chinchorro (*Chrysomelidas*)

## **2.3. Hipótesis**

**Ho:** Las combinaciones de sustratos no difieren en la producción de plántulas.

**Ha:** Por lo menos uno de las combinaciones de sustratos es diferente que el resto de los sustratos en la producción de plántulas de sachá tomate.

## **2.4. Identificación de variables**

### **Variable Independiente (causa)**

- Diferentes combinaciones de sustratos
- Semillas de sachá tomate

### **Variable Dependiente (consecuencia)**

- Porcentaje de emergencia
- Numero de hojas
- Altura de planta

### **Variable interviniente**

- Clima
- Plagas
- Enfermedades.

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Ámbito de estudio

##### 3.1.1. Ubicación política

Departamento : Huancavelica.  
 Provincia : Angaraes.  
 Distrito : Lircay.  
 Lugar : Distrito de Lircay

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud : 3332 m.s.n.m  
 Latitud Sur : 12° 58 59,40"  
 Longitud Oeste : 14° 43 95"

##### 3.1.3. Factores climáticos

Precipitación pluvial : promedio anual 700 mm.  
 Temperatura : promedio anual 12. °C  
 Humedad relativa : promedio anual 60%  
 Fuente : SENAMHI. Estación Meteorológica Lircay

**3.2. Tipo de Investigación.-** El trabajo de investigación es del tipo experimental.

**3.3. Nivel de Investigación.-** Por el nivel de conocimiento generado, el trabajo de investigación es considerado de nivel aplicado.

**3.4. Método de Investigación.-** El método de investigación utilizado es el Inductivo – Deductivo, los que se detallan a continuación.

- **Revisión de información.** En los meses de setiembre y noviembre del 2013 se realizó la revisión y análisis de información sobre la producción de plántulas de

sacha tomate bajo diferentes combinaciones de sustrato, para los cuales se recurrieron a las diferentes fuentes de información como internet, bibliotecas, etc.

- **Recolección de semillas.** Para la recolección de semillas, se seleccionaron las plantas adultas en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica. Una vez identificadas las plantas se procedió a recoger los frutos maduros, para luego extraer las semillas, lavarlos en agua y posteriormente se secó por 3 días en sombra.
- **Obtención y Preparación de sustratos.**
  - **Arena:** se empleó arena lavada procedente del río Sicra, la misma fue tamizada en una malla de dos milímetros de diámetro.
  - **Turba:** se obtuvo en campo en la comunidad de Buenavista, ubicada a 3900 msnm, la misma fue tamizada en una malla de dos milímetros antes de su empleo.
- **Distribución de tratamientos:** la distribución de los tratamientos se realizó al azar, de acuerdo al diseño experimental. Una vez distribuido se colocaron las etiquetas señalando los tratamientos respectivos en cada una de las unidades experimentales.
- **Llenado de bandejas:** una vez identificado la distribución de los tratamientos se procedió a mezclar y colocar el sustrato correspondiente en cada unidad experimental.
- **Plantación de semillas:** se procedió a la plantación de las semillas, para ello se procedió a realizar un hoyo para depositar en forma localizada una semilla.

### 3.5. Diseño de Investigación

#### 3.5.1. Diseño experimental

Se empleó el diseño completamente al azar, con tres repeticiones y cinco tratamientos.

Cuyo modelo aditivo lineal es:  $Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$ .

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de j-esimo tratamiento en la i-esima repetición.

$U$  = Media general.

T<sub>i</sub> = Efecto de la i-esima repetición.

E<sub>ij</sub> = Efecto del error experimental.

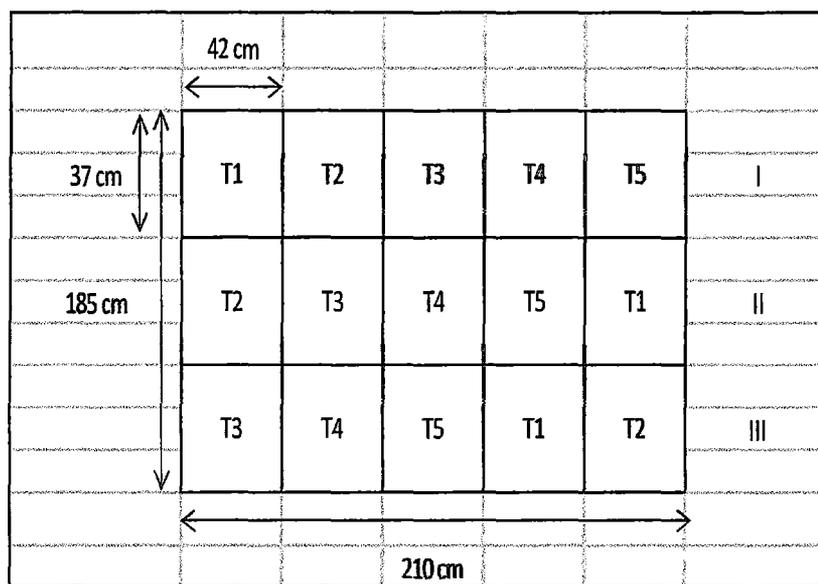
### 3.5.2. Tratamientos a Evaluar

Los tratamientos utilizados en esta investigación se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro.3.1.** Proporción (volumen/volumen) de arena y turba utilizados como sustrato

Tratamientos	Arena	Turba
T1	0	1
T2	0.25	1
T3	0.50	1
T4	0.75	1
T5	1	1

### 3.5.3. Croquis de distribución de los tratamientos



### 3.5.3. Parámetros evaluados

- **Porcentaje de Emergencia:** se evaluó a los 35 días después de la siembra, contando el total de plantas emergidas por tratamiento.

- **Número de hojas:** se evaluó a los 60 días después de la siembra, tomándose por cada tratamiento 10 plantas al azar.
- **Altura de planta:** se evaluó a los 90 días después de la siembra, tomándose por cada tratamiento 10 plantas al azar.

### **3.6. Población, muestra, muestreo:**

#### **3.6.1. Población**

La población experimental estará constituida por **50 plantas** por unidad experimental con densidad de siembra de **10 cm x 10 cm**.

#### **3.6.2. La Muestra**

A parte del porcentaje de emergencia (donde se contabilizó todas las semillas emergidas), para evaluar las demás variables se tomarán 5 plantas por unidad experimental.

#### **3.6.3. El muestreo**

El tipo de muestreo utilizado fue el Simple – aleatorio

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1. Para porcentaje de emergencia.**

Se empleó el Método de conteo, ejecutando a los 35 días de la siembra contando manualmente a todas las plantas emergidas por tratamientos y repetición.

#### **3.7.2. Número de hojas**

Se empleó el Método de conteo, ejecutando a los 60 días de la siembra contando manualmente a todas las hojas en 10 plantas emergidas por tratamientos y repetición.

#### **3.7.3. Altura de planta:**

Se empleó el Método de la medición, ejecutando a los 90 días de la siembra en 10 plantas emergidas por repetición y tratamientos.

### **3.8. Procedimiento de recolección de datos**

#### **3.8.1. Para el porcentaje de emergencia de plántulas.**

Se procedió realizando el conteo total de las plantas emergidas por cada unidad experimental, permitiendo calcular el porcentaje de emergencia de las plantas, referida en (%) como unidad de medición.

La fórmula empleada para determinar el porcentaje de emergencia fue:

$$Y = \frac{X}{N} \times 100\%$$

Dónde:

- ✓ Y= N° de semillas sembradas por unidad experimental
- ✓ N = promedio de semillas emergidas
- ✓ X= el resultado que se espera en porcentaje (%)

Para cada tratamiento se aplica la misma fórmula, con estos datos calculados, se trabaja el análisis por cada unidad experimental.

### 3.8.2. Número de hojas

Se procedió realizando el conteo total de las hojas en 10 plantas en cada unidad experimental, permitiendo calcular el número de hojas como unidad de medición

### 3.8.3. Para altura de planta.

Para la altura de planta, con la ayuda de la wincha se desarrolló tomando al azar 10 plantas por cada tratamiento y evaluando la medida desde el cuello de la planta hasta el brote terminal de la planta. De las 10 plantas muestreadas se saca el promedio, el resultado obtenido representa al tratamiento respectivo.

## 3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

### 3.9.1. Para el porcentaje de emergencia.

Con los obtenidos para cada tratamiento y repetición y previa transformación angular o arcoseno, se construyó el Análisis de Varianza (ANVA) para observar las diferencias estadísticas.

### 3.9.2. Número de hojas

Los datos obtenidos fueron transformados mediante  $\sqrt{X + 0,5}$  y luego su transformación se procedió a construir el Análisis de Varianza (ANVA),

### 3.9.3. Para altura de planta.

Igualmente, los datos obtenidos fueron en cm y luego su transformación se procedió a construir el Análisis de Varianza (ANVA),

Los variables que presentaron significación en el ANVA se sometieron a la prueba de comparación de medias empleando la prueba estadística de Duncan ( $\alpha:0,05$ ).

## IV. RESULTADOS

### 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 4.1 % de emergencia de plantas de sachá tomate

En el cuadro N° 4,1 se muestra el análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plántulas de sachá tomate evaluados a los 35 días después de la siembra. Se aprecia que los sustratos tienen diferente comportamiento, existiendo diferencias estadísticas a la prueba de F al ( $\alpha:0,05$ ). Así mismo, su coeficiente de variación es del 30%.

**Cuadro 4.1** Análisis de Varianza del % de emergencia de plantas de *Solanum betaceum* Cav. a 35 días después de la siembra en Lircay – Angaraes - Huancavelica. 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT ( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	0,4023	4	0,1006	4,311	3,4780	*
Error	0,2333	10	0,0233			
Total	0,6356	14				
%CV= 30 %						

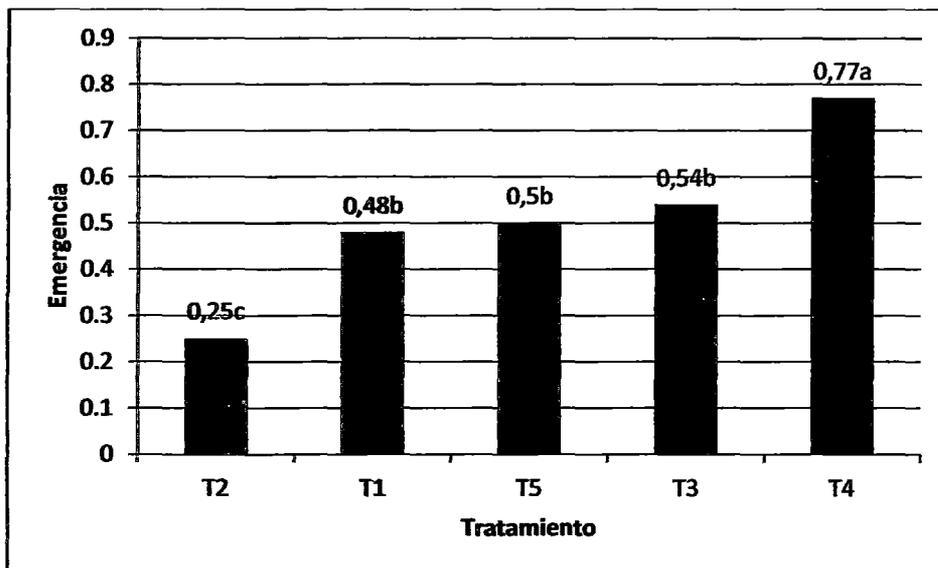
Al realizar la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha:0,05$ ), se determinó que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T2, el tratamiento con el menor porcentaje de emergencia de plántulas y además ocupa el último lugar en el orden de mérito. En cambio los tratamientos T4, T3, T5 y T1, son estadísticamente iguales (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2** Comparación de medias de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del % de emergencia de plantas de *Solanum betaceum* Cav. En Lircay - Angaraes - Huancavelica. 2014.

Tratamiento	Promedio	Orden de mérito
T4	0,777	aa
T3	0,544	bb
T5	0,500	bb
T1	0,480	b
T2	0,25	c

La emergencia de plántulas en el tratamiento T4 presentó el porcentaje más alto, lo cual podría atribuirse a la retención de humedad y porosidad, sin embargo, no presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T5.

**Figura 1.** Porcentaje de emergencia de plántulas de Sacha Tomate



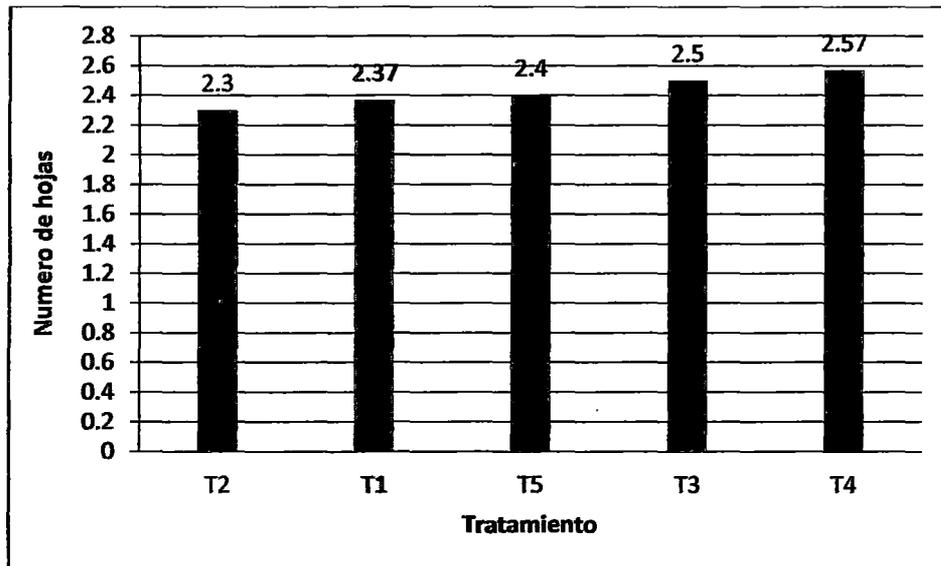
#### 4.2. Número de hojas de plántulas de sachá tomate

Los datos del número de hojas a los 60 días después de la siembra se muestra en el (cuadro 3) los cuales no muestran diferencia estadísticas entre tratamiento. Así mismo el coeficiente de variación alcanzó un 4,75%.

**Cuadro 4.3.** Análisis de Varianza del número de hojas de plantas de *Solanum betaceum Cav* a 60 días después de siembra en Lircay – Angaraes – Huancavelica. 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	0,1360	4	0,0340	2,55	3,4780	NS
Error	0,1333	10	0,0133			
Total	0,2693	14				
% CV = 4,75						

**Figura 2.** Número de hojas de plántulas de Sachá Tomate



#### 4.3. Altura de plántulas de sachá tomate

En el cuadro N° 4 se muestra el análisis de varianza para la altura de plántulas de sachá tomate evaluados a los 90 días después de la siembra. Se aprecia que los sustratos tienen diferentes comportamientos, existiendo diferencias altamente

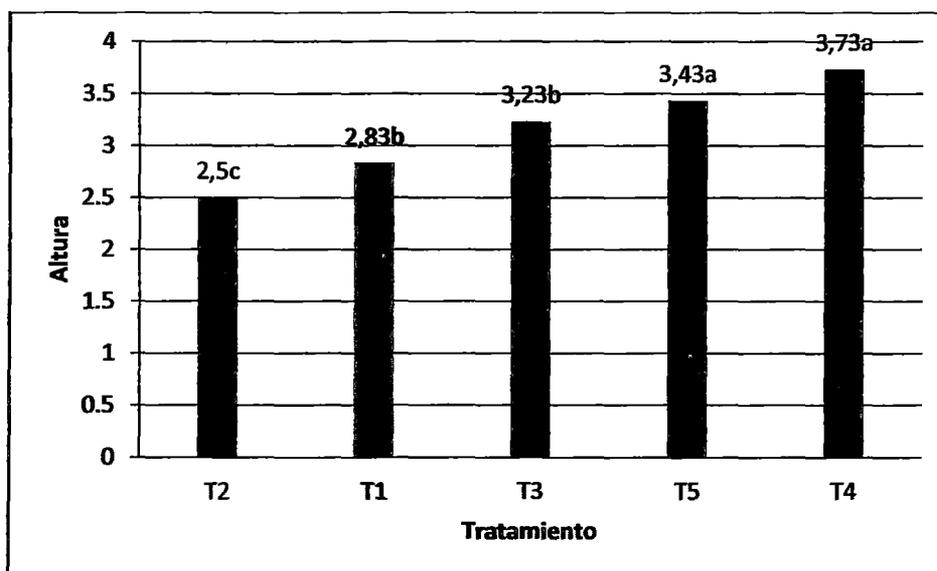
17

estadísticas a la prueba de F al ( $\alpha:0,05$ ). Asimismo, su coeficiente de variación es del 7,14%.

**Cuadro 4.4.** El Análisis de Varianza de altura de plántulas de *Solanum betaceum* Cav. a 90 días después de la siembra en Lircay - Angaraes - Huancavelica<sup>n</sup> 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	2,8506	4	0,7126	14,0657	3,4780	**
Error	0,5066	10	0,0506			
Total	3,3573	14				
%CV= 7,14						

**Figura 3.** Altura de Sacha Tomate a los 90 días después de la siembra



Realizada la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha:0,05$ ), se determinó que existen diferencias altamente estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T4 (arena 0,75 %, turba 1 %) y T5 (arena 1%, turba 1%) son estadísticamente iguales con un promedio de 3.73 cm y 3.43 cm de altura. En último lugar se observa el T2 (arena 0,25%, turba 1 %) con un promedio de 2,50 cm de altura de plántula. (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.5.** Comparación de medias de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de altura de plántulas de *Solanum betaceum* Cav. a 90 días después de siembra en Lircay - Angaraes – Huancavelica. 2014.

Tratamiento	Altura promedio (cm)	Orden de mérito
T4	3.73	a
T5	3.43	a
T3	3.23	b
T1	2.83	c
T2	2.50	d

## V. CONCLUSIONES

- Para las condiciones de Lircay, el cultivo de Sacha Tomate posee bajo porcentaje de germinación de semillas
- El tratamiento T4 (arena 0,75%, turba 1%) alcanzo los mejores promedios en las variables: porcentaje de emergencia de plántulas los 35 días, altura de plántulas a las 90 días, siendo uno de los mejores sustratos para la producción de plántulas de sachá tomate.
- Los sustratos que corresponde a los tratamientos T1 y T2 no son la mezcla idónea para la producción de plántulas de Sacha Tomate

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Plantear futuras investigaciones en Sacha Tomate con aplicación de sustratos para la emergencia, ya que existe poca información sobre los métodos de combinación de sustratos utilizando sustratos provenientes de los páramos andinos.
- Realizar investigaciones similares en lugares donde las condiciones climáticas sean análogos a las del hábitat de la especie.
- Para producir plántulas de Sacha Tomate en condiciones de Lircay emplear el tratamiento T4

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Abad y Noguera 2000 los sustratos en los cultivos sin suelo. *En* Manual del cultivo sin suelo. Universidad de Almería- Mundi-Prensa, Madrid, 137-183 p.
  
- Alarcón, J. 2008. “ Diagnóstico precoz de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes,” Universidad de Caldas, Programa de Agronomía, Colombia.
  
- Ansorena, J. 1994. Sustratos: Propiedades y caracterización .Edición Mundi Prensa, Madrid, España 172 p.
  
- BUCKMAN, H. & BRADY, N. 1985. naturaleza y propiedades de los suelos.
  
- Cavero, 1994 relaciones nutritivas en el cultivo hidropónico de jitomate empleando en polvo de borbote de coco como sustrato.
  
- Calderón, 2006 Sustratos agrícolas (en línea). Chile, Proyecto Fondef D011063. 10 p. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>.
  
- Detroux,L. y Gonstincar, J. 1967. Los herbicidas y su empleo.

- Fernández et al., 2006 germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron.*, jun. 2006, vol.23, no.2, pp.188-196. ISSN 0378-7818.
- García et al., 2001 evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisi* cultivadas en maceta. *Terra* 2001; 19: 249-258.
- García, 2006 sustratos para la producción de plantines hortícolas (en línea). Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional Sur. 6 p. Consultado 14 ene. 2010. Disponible en <http://tesis.de/Sustratos%20organicos%20horticultura.pdf>
- Gallo y Viana 2005 evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantones de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, UY, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Consultado 16 ene. 2010. Disponible en <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>
- Hartmann, H. y Kester, D. 2002. *Plant propagation. Principles and practices*. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.
- INFOAGRO, 2010 cultivo de tomate (en línea). España, Editorial Agrícola Española, S.A. Consultado 14 ene. 2010. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento>.
- Martínez, 1996 evaluación de mezcla de sustratos y sus componentes en flor de noche buena (*euphorbia pulcherrima* hill).
- Montoya, J. 1998. *La poda de los árboles frutales*. Madrid Mandí - Prensa.
- Nuez, 2001 *el cultivo de tomate*. México, ediciones mandí prensa 793 p.
- Raviv M, Leith JH. *Soilless culture: theory and practice*. California: Elsevier, 2008: 608.

- Sánchez, 1997 valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo.
  
- TAPIA, C. 2004. "Tomate de árbol, frutal promisorio para la diversificación del Agro andino," Informe técnico, Convenio CORPOICA-INIAP-INIA-UCLA. Ventura ,2001 evaluación agronómica de un sustrato alternativo, cascara de almendra con fines de producción hortícola en comparación con el polvo de coco. Universidad de Almeria 123 p.

## VIII. ARTICULO CIENTIFICO

### RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de los sustratos a base de Arena y Turba en la emergencia y crecimiento de plántulas de sachá tomate, se instaló un experimento en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes departamento de Huancavelica. Los cinco tratamientos con diferentes dosis de combinación (Arena, Turba) fueron: T1 (0,1), T2 (0.25,1), T3 (0.50,1), T4 (0.75,1), T5 (1,1). El porcentaje de emergencia alcanzado a los 35 días después de la siembra por el tratamiento T4 fue del 75% y es significativamente superior a los demás tratamientos. Igualmente, la mayor altura de planta se consiguió con el T4. Con respecto al número de hojas los tratamientos no difieren.

### INTRODUCCION

El tomate de árbol en nuestro país es cultivado principalmente en las zonas andinas de clima frío moderado. Actualmente, es uno de los productos de mayor perspectiva comercial por poseer una serie de aspectos favorables para su desarrollo y producción, como la existencia de una amplia variabilidad genética, la presencia de nichos ecológicos adecuados, genera empleo familia y la aceptación de los frutos por parte de los consumidores en el mercado nacional e internacional (Tapia, 2004). Respecto al uso de sustratos en la producción hortícola, García *et al.* (2001) observaron que el polvo de coco solo o combinado con arena mineral o corteza de pino y la turba sola o combinada con agrolita, fueron los sustratos más prometedores para la producción de plantas de *Epipremnum aereum* y *Spathiphyllum wallisii*. Por

otro lado, **Velasco et al., (2001)** observaron que los tratamientos con adición de vermicomposta tuvieron mayor cantidad de nitrógeno (1.49%), P (6000 mg kg<sup>-1</sup>), K (12 000 mg kg<sup>-1</sup>) y cantidades considerables de otros elementos. Las plantas de tomate de cáscara adicionadas con vermicomposta fueron mejor nutridas y presentaron alto contenido de N, alto porcentaje de P y mayor tasa de fotosíntesis en comparación del testigo (suelo en campo). A sí mismo, **Caraveo (1994)** al evaluar en tomate los sustratos fibra de coco sin lavar, fibra de coco lavada y turba canadiense, obtuvo los mejores rendimientos en la fibra de coco lavada superando a la turba canadiense y a la fibra sin lavar. Igualmente, **Martínez (1996)** evaluó diferentes mezclas de sustrato como: corteza de pino, fibra de coco tezontle y peatmoss en noche buena, obteniéndose que la fibra de coco al 100 % es mejor sustrato para flor de noche buena y que a medida que se incrementa el % de fibra de coco en el medio de crecimiento la calidad de la planta fue mayor. Igualmente, **Ventura (2001)** comparó el sustrato derivado de las cáscaras de almendra con polvo de coco para la producción de tomate, ambos sustratos tuvieron un comportamiento agronómico similar.

## OBJETIVOS

### General

- Evaluar sustratos para la obtención de plántulas de sachá tomate (*Solanum betaceum Cav.*) en el distrito de Lircay.

### Específico

- Evaluar el porcentaje de emergencia de plantas.
- Determinar la altura de la planta.
- Cuantificar el número de hojas.

### Hipótesis

**Ho:** Las combinaciones de sustratos no difieren en la producción de plántulas.

**Ha:** Por lo menos uno de las combinaciones de sustratos es diferente que el resto de los sustratos en la producción de plántulas de sachá tomate.

### Variables

- Porcentaje de emergencia

- Número de hojas
- Altura de planta

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### % de emergencia de plantas de sachá tomate

- En el cuadro N° 4,1 se muestra el análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plántulas de sachá tomate evaluados a los 35 días después de la siembra. Se aprecia que los sustratos tienen diferente comportamiento, existiendo diferencias estadísticas a la prueba de F al ( $\alpha:0,05$ ). Así mismo, su coeficiente de variación es del 30%.
- **Cuadro 4.1** Análisis de Varianza del % de emergencia de plantas de *Solanum betaceum* Cav. a 35 días después de la siembra en Lircay – Angaraes - Huancavelica. 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT ( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	0,4023	4	0,1006	4,311	3,4780	*
Error	0,2333	10	0,0233			
Total	0,6356	14				
%CV= 30 %						

- Al realizar la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha:0,05$ ), se determinó que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T2, el tratamiento con el menor porcentaje de emergencia de plántulas y además ocupa el último lugar en el orden de mérito. En cambio los tratamientos T4, T3, T5 y T1, son estadísticamente iguales (Cuadro 4.2).

- **Cuadro 4.2** Comparación de medias de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del % de emergencia de plantas de *Solanum betaceum* Cav. En Lircay - Angaraes – Huancavelica. 2014.

Tratamiento	Promedio	Orden de mérito
T4	0,77	a
T3	0,54	b
T5	0,50	b
T1	0,48	b
T2	0,25	c

- La emergencia de plántulas en el tratamiento T4 presentó el porcentaje más alto, lo cual podría atribuirse a la retención de humedad y porosidad, sin embargo, no presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T5.

#### Número de hojas de plántulas de sachá tomate

- Los datos del número de hojas a los 60 días después de la siembra se muestra en el (cuadro 3) los cuales no muestran diferencia estadísticas entre tratamiento. Así mismo el coeficiente de variación alcanzó un 4,75%.
- **Cuadro 4.3.** Análisis de Varianza del número de hojas de plantas de *Solanum betaceum* Cav a 60 días después de siembra en Lircay – Angaraes – Huancavelica. 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	0,1360	4	0,0340	2,55	3,4780	NS
Error	0,1333	10	0,0133			
Total	0,2693	14				
% CV = 4,75						

#### Altura de plántulas de Sachá Tomate

- En el cuadro N° 4 se muestra el análisis de varianza para la altura de plántulas de sachá tomate evaluados a los 90 días después de la siembra. Se aprecia que los

sustratos tienen diferentes comportamientos, existiendo diferencias altamente estadísticas a la prueba de F al ( $\alpha:0,05$ ). Asimismo, su coeficiente de variación es del 7,14%.

- **Cuadro 4.4.** El Análisis de Varianza de altura de plántulas de *Solanum betaceum* Cav. a 90 días después de la siembra en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CME	FC	FT( $\alpha:0,05$ )	Significación
Tratamiento	2,8506	4	0,7126	14,0657	3,4780	**
Error	0,5066	10	0,0506			
Total	3,3573	14				
%CV= 7,14						

- Realizada la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha:0,05$ ), se determinó que existen diferencias altamente estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T4 (arena 0,75 %, turba 1 %) y T5 (arena 1%,turba 1%) son estadísticamente iguales con un promedio de 3.73 cm y 3.43 cm de altura. En último lugar se observa el T2 (arena 0,25%, turba 1 %) con un promedio de 2,50 cm de altura de plántula. (Cuadro 4.2).

- **Cuadro 4.5.** Comparación de medias de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de altura de plántulas de *Solanum betaceum* Cav. a 90 días después de siembra en Lircay - Angaraes - Huancavelica. 2014.

Tratamiento	Altura promedio (cm)	Orden de mérito
T4	3.73	a
T5	3.43	a
T3	3.23	b
T1	2.83	c
T2	2.50	d

### **CONCLUSIONES**

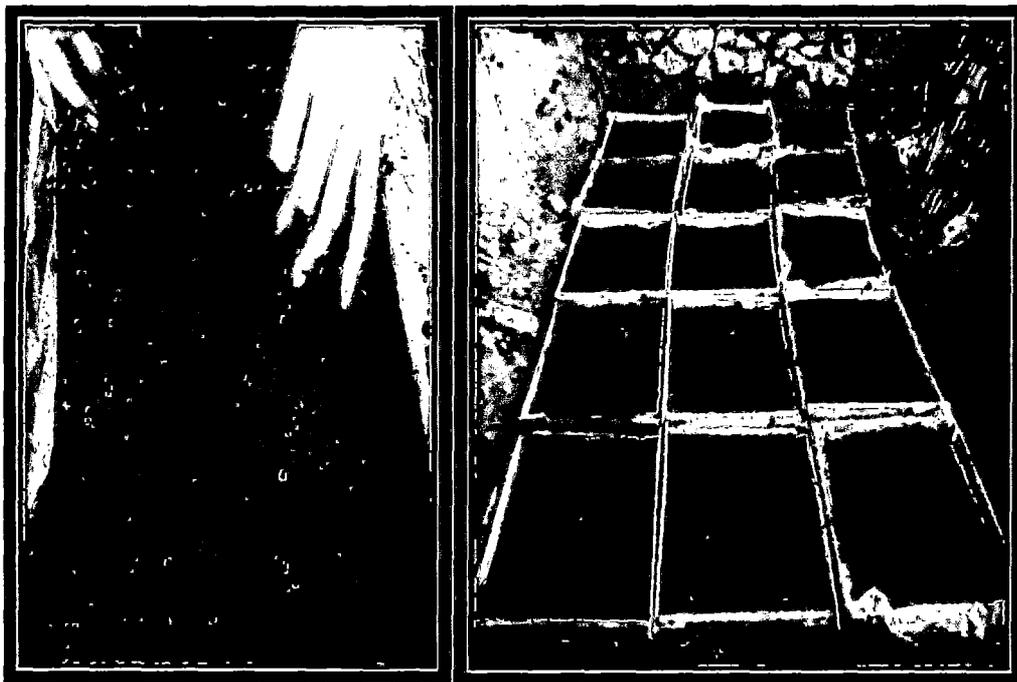
- Para las condiciones de Lircay, el cultivo de Sacha Tomate posee bajo porcentaje de germinación de semillas
- El tratamiento T4 (arena 0,75%, turba 1%) alcanzo los mejores promedios en las variables: porcentaje de emergencia de plántulas los 35 días, altura de plántulas a las 90 días, siendo uno de los mejores sustratos para la producción de plántulas de sachá tomate.
- Los sustratos que corresponde a los tratamientos T1 y T2 no son la mezcla idónea para la producción de plántulas de Sacha Tomate

### **RECOMENDACIONES**

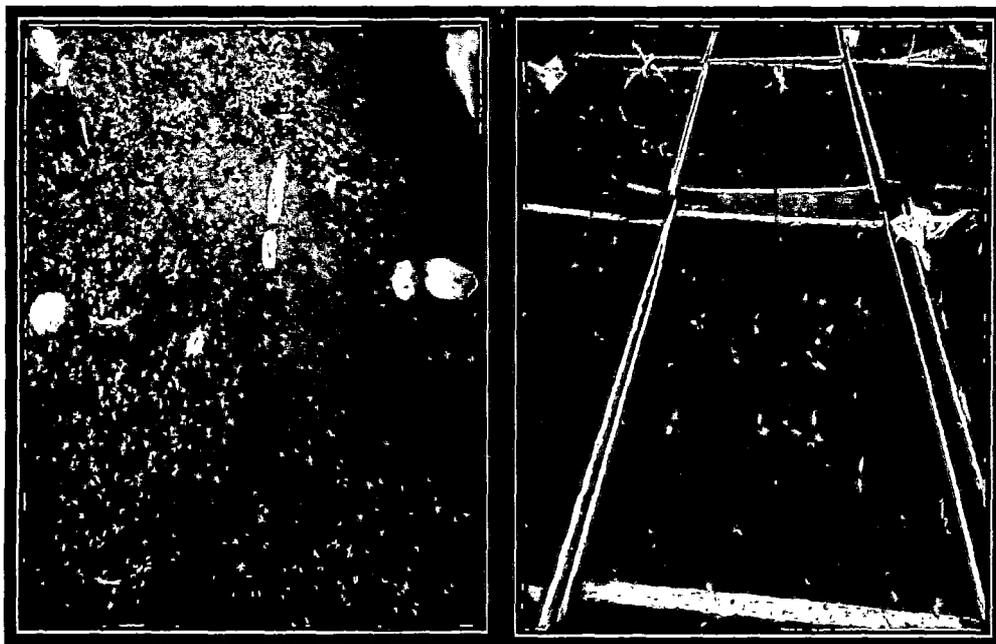
- Plantear futuras investigaciones en Sacha Tomate con aplicación de sustratos para la emergencia, ya que existe poca información sobre los métodos de combinación de sustratos utilizando sustratos provenientes de los páramos andinos.
- Realizar investigaciones similares en lugares donde las condiciones climáticas sean análogos a las del hábitat de la especie.
- Para producir plántulas de Sacha Tomate en condiciones de Lircay emplear el tratamiento T4

**IX. ANEXOS**

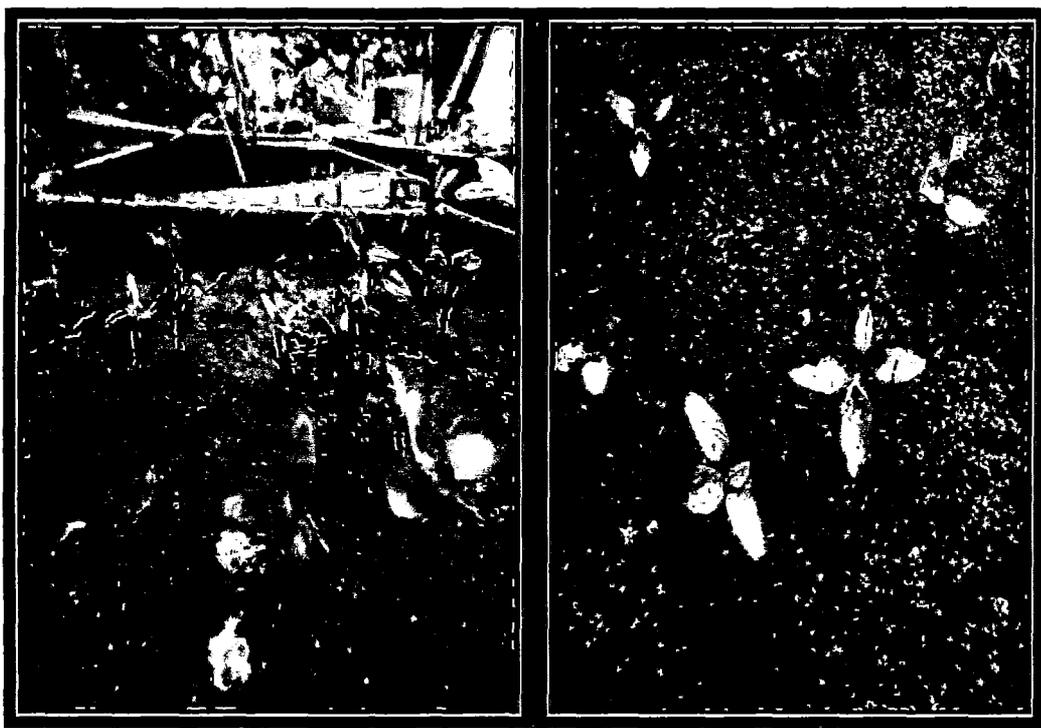
**ANEXO 1 SIEMBRA DE SEMILLA DE SACHA TOMATE**



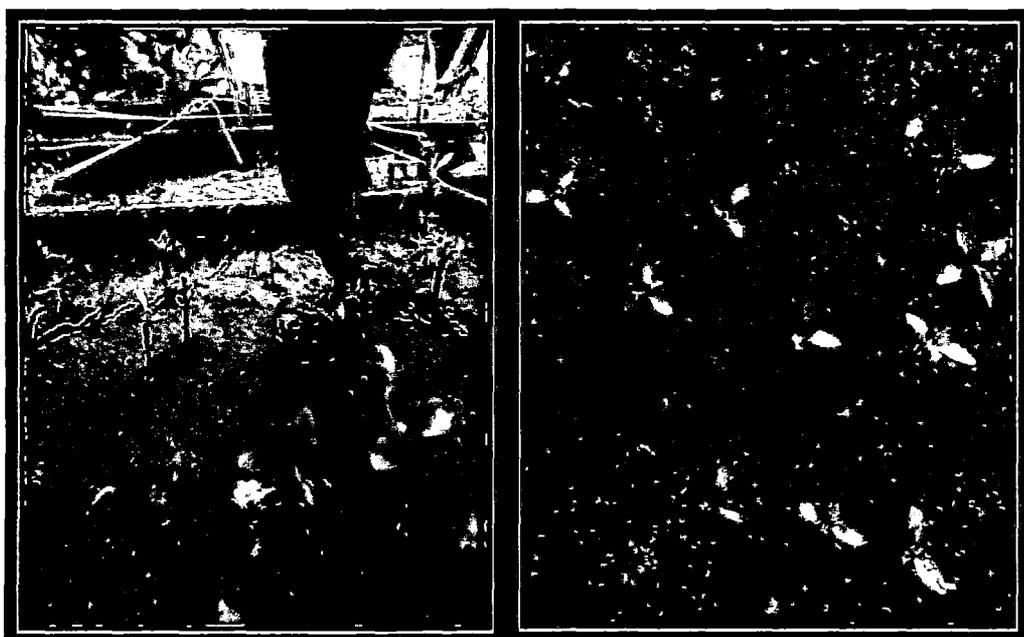
**ANEXO 2. EMERGENCIA DE PLANTAS DE SACHA TOMATE A LOS 35 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA**



**ANEXO 3. ALTURA DE LA PLANTAS DE SACHA TOMATE A LOS 90 DÍAS**



**ANEXO 4. NUMERO DE HOJAS DE SACHA TOMATE A LOS 60 DÍAS**



## ANEXO 5. DATOS CONVERTIDOS PARA EL CUADRO DE ANALISIS DE VARIANCIA

### Datos transformados para emergencia de plántulas

Porcentaje de emergencia de la plántula				
T1	T2	T3	T4	T5
0.49	0.20	0.77	0.88	0.44
0.60	0.28	0.55	0.84	0.40
0.34	0.28	0.31	0.58	0.65

### Datos transformados para el número de hoja

Datos convertidos				
T1	T2	T3	T4	T5
2.5	2.5	2.5	2.7	2.4
2.4	2.2	2.5	2.5	2.4
2.2	2.2	2.5	2.5	2.4

### Datos transformados para la altura de la planta

Datos convertidos				
T1	T2	T3	T4	T5
3.0	2.5	3.2	3.8	3.5
3.0	2.5	3.5	4.0	3.5
2.5	2.5	3	3.4	3.3