

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**"EVALUACION DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA FASE DE VIVERO EN EL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis*)"**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**ROY PINEDO LOPEZ**

**PUCALLPA - PERU**

**2006**

## DEDICATORIA

A mis padres Josué y  
Celia por brindarme su  
cariño y apoyo  
constante.

## **AGRADECIMIENTO.**

Mi agradecimiento va dirigido a las diferentes personas que contribuyeron con mi formación profesional y con el presente trabajo de investigación:

1. Al Ing. Fernando Pérez Leal, por brindarme su apoyo desinteresado como asesor en la elaboración y culminación de mi tesis.
2. A los docentes de la Facultad de ciencias Agropecuarias de la UNU, por brindarme la formación académica.
3. Al Ing. Miguel Ramos Hernández, director de operaciones del proyecto CORAH.
4. A mi hermanos Henry y Josué por su incansable apoyo.

## ACTA DE SUSTENTACION

La presente tesis fue aprobada por el siguiente jurado Calificador:

Ing. Giraldo Almeida Villanueva

Presidente

Ing. Héctor Arbildo Paredes

Secretario

Ing. Javier Amacifuen Vigo

Miembro.

Ing. Fernando Pérez Leal

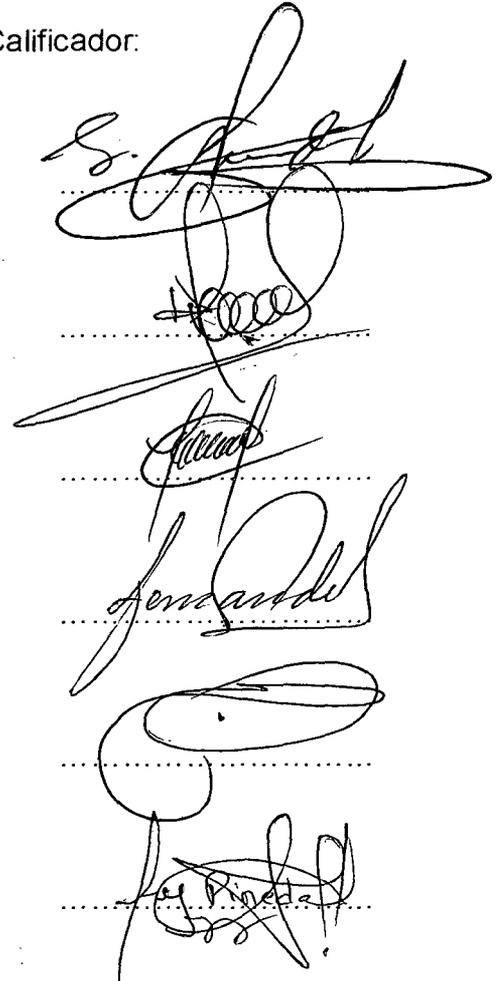
Asesor

Ing. Miguel Ramos Hernández

Coasesor

Bach. Roy Pinedo López

Tesista



The image shows five handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal dotted line. The signatures are arranged vertically from top to bottom, corresponding to the names listed on the left. The first signature is the most prominent and appears to be 'G. Almeida Villanueva'. The second signature is 'H. Arbildo Paredes'. The third signature is 'J. Amacifuen Vigo'. The fourth signature is 'F. Pérez Leal'. The fifth signature is 'M. Ramos Hernández'. The sixth signature, 'Bach. Roy Pinedo López', is partially obscured by the text 'Tesista' below it.

## INDICE GENERAL

|                                | Pág. |
|--------------------------------|------|
| Dedicatoria.....               | ii   |
| Agradecimiento.....            | iii  |
| Acta de Sustentación.....      | iv   |
| Índice General.....            | v    |
| Índice de cuadros.....         | viii |
| Resumen.....                   | ix   |
| I. Introducción.....           | 1    |
| II. Marco Teórico.....         | 3    |
| A. Generalidades.....          | 3    |
| B. Clasificación botánica..... | 3    |
| C. Origen y distribución.....  | 4    |
| D. Morfología general.....     | 5    |
| E. Ecología.....               | 5    |
| 1. Altitud.....                | 5    |
| 2. Agua.....                   | 6    |
| 3. Luz.....                    | 6    |
| 4. Humedad relativa.....       | 7    |
| 5. Suelo.....                  | 7    |
| 6. Drenaje.....                | 8    |
| 7. Fertilidad del suelo.....   | 8    |
| F. Fisiología.....             | 9    |

|   |    |
|---|----|
| 1. Crecimiento vegetativo.....                            | 9  |
| 2. Fructificación.....                                    | 9  |
| G. Propagación del Sacha inchi.....                       | 10 |
| H. Usos y valores nutritivos.....                         | 12 |
| I. El sustrato.....                                       | 14 |
| J. Materia orgánica.....                                  | 16 |
| K. Beneficios de la materia orgánica.....                 | 17 |
| L. Bokashi.....   | 18 |
| 1. Microorganismos eficientes (EM) y Boksahi.....         | 19 |
| 2. Beneficios de los Microorganismos Efectivos (EM) ..... | 20 |
| 3. Dosificación.....                                      | 20 |
| 4. Aplicaciones en la Agricultura.....                    | 21 |
| M. Gallinaza.....   | 23 |
| N. Aserrín.....   | 24 |
| III. Materiales y métodos.....                            | 29 |
| 3.1. Localización y duración del estudio.....             | 29 |
| 3.2. Características climáticas.....                      | 29 |
| 3.3. Características generales del experimento.....       | 30 |
| 3.3:1. Instalaciones.....                                 | 30 |
| 3.4. Conducción del experimento.....                      | 31 |
| 3.4.1. Etapa de almacigo.....                             | 31 |
| 3.4.2. Elaboración del sustrato.....                      | 31 |
| 3.4.3. Manejo del vivero.....                             | 32 |
| 3.5. Variables medidas.....                               | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1. Tratamientos en estudio.....                         | 32 |
| 3.5.2. Componentes en estudio (Variables dependientes)..... | 33 |
| 3.6. Análisis estadístico.....                              | 33 |
| 3.7. Observaciones registradas.....                         | 34 |
| IV. Resultados.....   | 35 |
| 4.1. Altura de planta.....                                  | 35 |
| 4.2. Diámetro de planta.....                                | 36 |
| 4.3. Área foliar.....                                       | 36 |
| 4.4. Numero de hojas.....                                   | 37 |
| V. Discusiones.....   | 39 |
| VI. Conclusiones.....                                       | 42 |
| VII. Recomendaciones.....                                   | 42 |
| VIII. Bibliografía.....                                     | 43 |
| IX. Anexo.....  | 44 |

## ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

### En el Texto:

|  |    |
|--|----|
| 01: Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales..... | 25 |
| Domésticos (como porcentaje de la materia seca).                         |    |
| 02: Salinidad y reacción del medio en estiércoles de diferentes.....     | 26 |
| animales domésticos.   |    |
| 03: Análisis de Varianza de la altura de planta.....                     | 35 |
| 04: Resultado de la prueba de Duncan de la altura de planta.....         | 35 |
| 05: Análisis de varianza del diámetro de tallo.....                      | 36 |
| 06: Análisis de varianza del área foliar.....                            | 37 |
| 07: Resultado de la prueba de Duncan del área foliar.....                | 37 |
| 08: Análisis de varianza para el número de hojas.....                    | 38 |

### En el anexo

|  |    |
|--|----|
| 1A. 09: Registro del incremento de la altura de planta.....      | 46 |
| 2A. 10: Registro del incremento del diámetro del tallo.....      | 46 |
| 3A. 11: Registro del crecimiento del área foliar.....            | 47 |
| 4A. 12: Registro del número de hojas por semana.....             | 48 |
| 5A 13: Datos meteorológicos durante el periodo experimental..... | 49 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el módulo de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali. El cual se dividió en 2 fases: pre experimental y experimental, con el objetivo de evaluar 3 tipos de sustrato en la etapa de vivero del cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis*). Durante la primera etapa se llevó a cabo la selección de las semillas botánica, así como, el escarificado para luego ser almacenado en las camas, el número de las mismas fué de 600 en total, tiempo en el cual se obtuvo un 95% de germinación. La primera fase culminó con la aparición y salida de los cotiledones, que duró 15 días. A su vez también se realizó durante esta etapa la elaboración de los sustratos para cada tratamiento. El T0 (testigo) contenía únicamente suelo de restinga, el T1 30 % de aserrín descompuesto y 70 % de suelo de restinga, el T2 30 % de gallinaza descompuesta y 70 % de suelo de restinga; T3, 30 % de aserrín descompuesto, 10 % de Bokashi y 60% de suelo de restinga.

La fase experimental se inició con el repique al azar de las plántulas en las bolsas de polietileno de 1kg, conteniendo los sustratos de los diferentes tratamientos. Durante esta etapa se realizaron las siguientes labores: riego diario por 2 veces al día, y el desmalezado manual. Las evaluaciones se iniciaron 1 semana después del repique, fueron 4 durante 30 días. Los resultados obtenidos de las evaluaciones de las diferentes variables fue el siguiente: el diámetro de tallo y el número de hojas no fue significativo. En la altura de planta hubo diferencias significativas entre los tratamiento al realizar el ANOVA, se hizo la prueba de Duncan, el T1, T2 y T3 obtuvieron resultados superiores al testigo, al

observar el cuadro promedio se confirmó también que el T2 tuvo un mayor crecimiento. Al área foliar se obtuvo que el T2 es el mejor con respecto a los demás tratamientos.

## I. INTRODUCCION.

Según Agroindustrias Amazónicas Proyecto Omega (2002) el sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*) es una planta nativa de la amazonia peruana. Sus semillas son la fuente natural de aceite y proteínas con el más alto contenido con relación a otras especies oleaginosas, es rico en vitaminas A, D y E; es ideal para mejorar la dieta alimenticia de niños, jóvenes y adultos. Las semillas del sachá inchi supera en mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados y en menos porcentaje de ácidos grasos saturados, a todas las semillas oleaginosas utilizadas en el mundo. La producción de aceites para consumo humano y en calidad de proteína para la producción de harinas protéicas. Su mayor contenido a de ácidos grasos esenciales alfa linolénico omega 3, ácidos grasos linoléico omega 6 y ácido oléico omega 9, todo ello hace que tenga, muchos usos entre ellos reductor del colesterol, aceite de mesa, de cocina, en la industria cosmética y medicina.

Según Arévalo (1996), el sachá inchi es una especie trepadora que necesita soporte o espaldera, tiene un amplio margen de adaptación a diferentes tipos de suelo, crece en purmas nuevas y pastizales abandonados de la región de Ucayali, se propaga fácilmente por semillas botánicas que en la zona se hacen germinar en bolsas con sustratos de diferentes mezclas de tierra agrícola, arena de río y humus de lombriz, gallinaza u otros materiales, notándose falta de uniformidad en la germinación y el crecimiento de las plantas. La falta de información específica sobre el tipo de sustrato más adecuado para la germinación y la fase de vivero en el sachá inchi, lo que a motivado la realización del presente estudio que consistió en la evaluación de tres tipos de sustratos

sustratos en la fase de vivero y cuyos resultados sirven para mejorar los conocimientos del tipo de sustrato adecuado a utilizar para el sachá Inchi en la fase de vivero, y así, obtener plantas más vigorosas para el trasplante a terreno definitivo.

## II. Revisión de literatura

### A. Generalidades del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*, L.).

Es una oleaginosa que pertenece a la familia Euphorbiaceae y que se encuentra distribuida desde América Central hasta Bolivia.

En el Perú es conocida como "maní del monte", "sacha inchi" o "maní del inca" y crece en estado silvestre en los departamentos de San Martín, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios, Junín y Loreto.

El sacha inchi constituye un cultivo nativo con posibilidades de industrialización y con potencial de rendimiento económico. Dependiendo de las características varietales en cuanto a contenido y calidad de grasas y proteínas.

### B. Clasificación Botánica.

De acuerdo al INIA, 1996 la *Plukenetia volubilis* pertenece a la:

Orden: Euphorbiales.

Familia: Euphorbiaceae.

Genero: Plukenetia.

Especie: volubilis Linneo.

La especie *Plukenetia volubilis* L es conocida de acuerdo al idioma con los siguientes nombres:

- Sacha inchi.
- Sacha inchic.
- Sacha maní.
- Maní del monte.

- Sacha maní.
- Maní del monte.
- Maní del inca.
- Inca peanut

### **C. Origen y distribución geográfica**

La familia euphorbiaceae comprende plantas anuales, de importancia ornamental, medicinal, alimentaria e industrial, que se caracterizan principalmente por la presencia de una sustancia lechosa, tipo látex y frutos tricapsulares. Abarca alrededor de 1280 géneros con 8000 especies aproximadamente, y se observa que está distribuido en todo el orbe (Bailey, 1949).

El género *Plukenetia* ha sido reportado en Malasia, Nueva Guinea, Borneo, México, etc. (Biblioteca Conmemorativa Orton, 1987). El número de especies reportadas en América tropical varía de 7 a 12 (Stanley y Steyemark, 1949;). En América del sur, la presencia de *Plukenetia volúbilis* L., ha sido registrada en la Amazonía peruana, Bolivia y las indias occidentales (Macbride, 1951).

En nuestro país se le ha encontrado en Madre de Dios, Huanuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana, y Requena), en Putumayo y alrededores de Iquitos y Caballococha. (Soukup, 1970), indica la ingesta de hojas crudas o cocidas por los pobladores nativos de la Amazonía., particularmente los Huitotos.

En San Martín se le encuentra a lo largo de la cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el alto Mayo, Bajo Mayo, sub cuenca del cumbaza y en áreas del sector Lamas-Shanusi.

#### **D. Morfología General.**

Es una planta voluble semileñosa y perenne que alcanza una altura de 2 m aproximadamente. Sus hojas son alternas, acorazonados, puntiagudos de 10 a 12 cm. de largo y de 8 a 10 cm. de ancho, con pecíolos de 2 a 6 cm. de largo. Las nervaduras nacen en la base de la hoja, orientándose la nervadura central hacia al ápice (Field. y Valles, 1990). Por lo general los bordes con dentados.

En la base de la hoja, mayormente justo al inicio del pedúnculo, muchas presentan una estipula. Las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos y lateralmente, se encuentran una a dos flores femeninas. Los frutos son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscente, de color verde que cuando maduran se ponen de un color negrusco. Usualmente están formados por cuatro cápsulas, algunos frutos presentan de cinco a siete cápsulas. Dentro de las cápsulas se encuentran semillas de color marrón oscuro, con nervaduras notorias, ovales de 1,5 a 2 cm. de diámetro y de 48 a 100 gr de peso, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia los bordes, con un hielum bien diferenciado. Al abrirlas encontramos los cotiledones a manera de almendras y cubiertas de una película blanquecina. En condiciones de medio ambiente y al aire libre, la semilla se conserva por más de un año (Arévalo, 1995).

#### **E. Ecología.**

##### **1. Altitud**

Crece desde los 100 msnm en la selva baja y 1500 msnm en la selva alta; alcanzando un comportamiento óptimo, donde fue realizado el presente

trabajo, en Juan guerra (Tarapoto), a una altitud de 232 m.s.n.s.m. (Arévalo, 1995).

## **2. Agua**

Es una planta de rápido crecimiento, requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme.

En suelos arcillosos (Vertisoles) que al secarse se contraen, pueden comprimir y dañar las raíces conduciendo a que las plantas finalmente mueran; sin embargo, las plantas que no han sufrido muchos estrés, pueden reaccionar favorablemente después de una lluvia o riego. El efecto de las lluvias deberá ser enfocado en relación al tipo de suelo donde se instalará el cultivo, ya que es en las raíces se almacena el agua.

En generalidad de los casos, los excesos de agua incrementan los daños producidos por las plagas y enfermedades, debido a que la plantase torna más suculenta (Arévalo, 1995). La influencia de la lluvia es notoria en la polinización y fertilización.

## **3. Luz**

Requiere abundante luz para el proceso de fotosíntesis. A bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo; asimismo, cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y por la tanto la producción de reduce. Con el sistema de tutores vivos (*Eritrina sp*), manejándose las sombra con podas, el sachá inchi tiene un buen comportamiento (Arévalo, 1995).

#### 4. Humedad relativa

Una alta humedad relativa con fuertes precipitaciones pluviales condiciona un desarrollo vigoroso de la planta, aunque puede resultar propicio para la proliferación de enfermedades (Figuroa, 1992). A una humedad relativa de 78 % y una temperatura media de 26 °C, se observan plantas de sachá inchi prácticamente libre de enfermedades.

#### 5. Suelo.

De acuerdo a su distribución el cultivo de sachá inchi, tiene un amplio margen de adaptación a diferentes tipos de suelo. Es una planta agronómicamente rústica de poca exigencia nutricional, crece en suelos ácidos y con alta concentración de aluminio. Prospera en "shapumbales" (*Pteridium aquilinum*) secos y húmedos y en "Cashueshales" (*Imperata brasiliensis*) (Valles, 1990). En los shapumbales de Habana y Calzada en el Alto Mayo, existen pequeñas áreas comerciales y/o experimentales con más de 5 años y en producción.

Ensayos realizados en la estación experimental el porvenir (Arévalo, 1995), en suelos arcillosos (más del 50 % arcilla) y franco arenosos (más del 60 % de arena), indican que es una planta versátil, que muy fácilmente se adapta a los diferentes tipos de suelo, pudiendo establecerse hasta en colinas. Sin embargo, es necesario resaltar que se deben distinguir los suelos que posibiliten el mejor desarrollo y productividad del sachá inchi, de aquellos donde la planta apenas sobrevive. Por las referencias de los agricultores y observaciones realizadas en el campo, se puede afirmar que crece mejor

en los suelos francos y/o aluviales planos con buen drenaje, localizados a orillas de los ríos.

## **6. Drenaje**

Para un mejor desarrollo y producción, se necesitan terrenos con drenaje adecuado, que eliminan el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo, lo cual tiene que ver con la textura del suelo, ya que ésta es importante para su cultivo.

La poca absorción de agua y nutrimentos por la planta, así como el crecimiento anormal y superficial de las raíces, hace que estas se tornen más vulnerables al ataque de nematodos y enfermedades radiculares (Arévalo 1995).

## **7. Fertilidad del suelo.**

Los nutrientes requeridos aun no han sido determinados, sin embargo si nos referimos a la absorción de estos, en suelos francos y de buen drenaje, las raíces pueden penetrar más profundamente y como resultado pueden tener un mayor acceso a los nutrientes del suelo.

El corte, tumba y quema del bosque, hacen que ocurran cambios significativos en las propiedades físicas y químicas del suelo. La magnitud y duración de estos cambios dependen de muchos factores como tipo de vegetación que se ha desboscado, clima y las propiedades del terreno. En los suelos ácidos estos cambios son beneficiosos porque aumentan el contenido de elementos disponibles, tales como calcio, magnesio, fósforo y potasio, neutralizándose parte del aluminio intercambiable.

La aireación insuficiente, compactación e inadecuada conservación del suelo, uso de tierras inapropiadas, excesiva acidez del suelo, alcalinidad, presencia de elementos esenciales o aplicación de una fertilización no adecuada, son condiciones adversas que se pueden presentar en los suelos cultivados con Sacha inchi (Arévalo, 1995).

## **F. Fisiología**

### **1. Crecimiento vegetativo**

La planta del Sacha inchi da frutos comestibles y oleaginosas. Es trepadora de abundantes hojas y ramas, alcanza la altura de la planta soporte, por lo tanto no es recomendable que ésta tenga una altura mayor de 2 m para facilitar la cosecha.

Si existe una suficiente humedad, la germinación se inicia aproximadamente a las dos semanas de realizada la siembra. Una semana después aparece la segunda hoja y el tallo guía (Arévalo 1995).

### **2. Fructificación**

La floración (Arévalo, 1995), se inicia aproximadamente a los 3 meses (90 días), luego de realizada el transplante, primero los primordios florales masculinos y femeninas. En un período de 7 a 19 días, las flores masculinas y femeninas completan su diferenciación floral.

A continuación, se inicia la formación de los frutos completando su desarrollo a los 4 meses después de la floración. Luego se inicia la maduración propiamente dicha de los frutos, cuando estos, de color verde empiezan a toparse de un color negrusco, que finalmente se convierte en marrón oscuro o negro cenizo; indicador que esta listo para la cosecha.

Este proceso de maduración de fruto dura aproximadamente de unos 16 días a 20 días, iniciándose la cosecha a los 7.5 meses después de la siembra y/ o trasplante, con una producción continua.

En el periodo de formación del fruto, existe una fase que se podría llamar "estado lechoso", pues es en este estadio en que se vuelve apetecible a los insectos chupadores. Adicionalmente se ha observado que antes de este estado, cuando los frutos han empezado a diferenciarse y tienen aproximadamente 2,0 cm de diámetro caen verdes o se necrosan y posteriormente caen; aun no se han investigado, si esto es producto de una reacción fisiológica de la planta o es por defecto del medio ambiente.

#### **G. Propagación del sachá inchi**

El método mas adecuado de propagación en cualquier especie, depende en gran medida del tipo de material que se utilice. El sachá inchi planta nativa de la región amazónica, se propaga comúnmente por semilla, aunque también se puede realizar propagación asexual o por estacas, según ensayo preliminar realizado en la estación experimental El Porvenir.

En dicho ensayo se utilizaron tipos de estacas: estaca apical, estaca media y estaca basal, con un testigo de semilla botánica.

El método de propagación sexual, la semilla puede sembrarse directamente en el campo o en un vivero. En la siembra directa se colocan 2 semillas por hoyo y posteriormente se elimina la planta más débil, dejando las más vigorosas. Cuando las plantas están pequeñas se les debe proporcionar un poco de sombra, aprovechándose para esto la siembra de un cultivo asociado de subsistencia como maíz, yuca, frijol, algodón o el propio tutor. Se

ha conseguido acelerar la germinación de 8 a 10 días haciendo un raspado a las semillas.

La siembra en vivero puede realizarse previamente en almácigos, distribuyendo las semillas en línea, a una profundidad de 3 cm y a una distancia de 10 cm. entre si. Una vez alcanzando el estado de plántula con sus dos hojas verdaderas se hace el repique o traslado de las mas vigorosas a las bolsas plásticas de 10 x 20 cm contenido tierra negra de bosque. Aquí se mantienen por un período de una mes, para luego ser trasladadas a campo definitivo para su transplante, antes de que empiece a trepar, transcurriendo aproximadamente 45 días desde el almacigo a transplante (INIA, 1990).

Las semillas a utilizarse deberán ser obtenidas de entidades publicas o privadas, de manera que garanticen la calidad de los mismos.

#### **H. Usos y valores nutritivos.**

El "sacha inchi" es un producto de consumo muy popular en la población nativa y mestiza de algunas áreas rurales de San Martín. La semilla actualmente se consume tostada, cocida con sal, en confituras (turrón), en mantequilla y como ingrediente de diversos platos típicos como: inchi cucho (ají con maní), lechona api (mazamorra de plátano con maní), inchi capi (sopa de gallina con maní o sopa de res con maní), en los cuales reemplaza al maní.

En algunos lugares se obtienen aceites en forma artesanal para la alimentación y combustible de iluminación.

Análisis preliminares realizados en el Instituto de Ciencia de los Alimentos de la Universidad de CORNELL (DC. Hazen y Stoewsand,1985; datos no publicados), mostraron que el "Sacha inchi" presentaba un inusual nivel elevado de aceite 49% y un contenido relativamente alto de proteínas (33%) (Hamaker et al, 1992).

Los mismos autores mencionan que el contenido de proteínas del "Sacha inchi", fue aproximadamente el mismo que para las otras semillas aceiteras encontradas en la región andina. El perfil de los aminoácidos en algunos aspectos es mejor que el de las otras semillas aceiteras. Los niveles de leucina y lisina son más bajos que los de la proteína de la soya, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína de maní, semilla de algodón o del girasol.

Los aminoácidos azufrados (metionina + cistina), tirosina treonina y triptófano están presentes en cantidades más elevadas que en las otras oleaginosas.

Comparando las proteínas totales del "Sacha inchi" con los otros patrones recomendados por FAO/WHO/ONU (Reunión Consultiva de Expositores 1985 de FAO/WHO/ONU) para la alimentación de niños en edad pre-escolar de dos a cinco años y lo recientemente recomendado para todas las edades a excepción de infantes (Unión de Consultores Expertos 1990 de la FAO/WHO/ONU); si es que la proteína del "Sacha inchi" es completamente digerida, podría resultar deficiente solamente en leucina y lisina.

Los autores (Hamaker et al. 1992) mencionan que el contenido y perfil de los ácidos del "Sacha inchi" fue previamente reportado, aunque no publicado. El "Sacha inchi" resulta poseer el más alto contenido de aceite entre las semillas aceiteras señaladas en este cuadro y comparables al maní y girasol.

Aminogramas y perfiles nutricionales efectuados en 1990 por Hammaker en Arkansas (USA) indican que el "Sacha inchi" posee un aceite de baja saturación; la almendra concentrada como alimento, contiene más grasa que la crema de leche, más calorías que el azúcar y más vitaminas, proteínas y minerales que la carne de res. El aceite tiene alto contenido de vitamina A, 680 ug de retinol en 100 ml de aceite y se mantiene en 466 ug después de ser usado en frituras. El aceite, por provenir de una especie vegetal, carece de colesterol, el sabor ligeramente amargo ("patco") de la almendra cruda desaparece durante el cocido, el tostado y en la cocción por microondas

#### **I. El substrato.**

Se denomina substrato o medio, a aquellas mezclas que se realizan con la finalidad de obtener buenos resultados en el desarrollo de la planta, un substrato debe tener las características siguientes: el medio debe ser una superficie firme para mantener las plantas en su sitio durante el desarrollo. Su volumen no debe variar mucho, ya sea seco o mojado, es indispensable que no tenga un encogimiento excesivo al secarse, debe tener la suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia, debe ser lo suficiente poroso de modo que no se escurra el exceso de agua y permita

una aireación adecuada, debe estar libre de malezas y no debe tener un nivel excesivo de salinidad (FAO, 1975).

Un sustrato natural es la tierra arenosa que contiene los elementos necesarios en proporciones naturales para su desarrollo normal de la planta, generalmente se encuentra en la capa superficial. Sustrato especial, es la mezcla de tierra, arena y abono en proporciones regulados por el hombre para satisfacer en forma optima las necesidades de la planta. Se denomina sustrato a un medio sólido inerte que cumple 2 funciones esenciales:

- Anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles respirar.
- Contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan

De acuerdo LEXUS (1999), los aspectos generales de los sustratos además de servir de soporte y anclaje de la planta, el sustrato debe suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, agua y nutrientes minerales.

Si las proporciones de estos componentes no son los adecuados, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar diversas fitopatologías, entre las cuales cabe citar:

- Asfixia. Debido a la falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos que viven en el suelo.
- Deshidratación. Debido a la falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta.

- Exceso a carencias de nutrientes minerales. Desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas.
- Enfermedades. Producidos indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque de los virus, bacterias, hongo, etc.

a. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un substrato no puede presidirse en forma sencilla a partir de sus ingredientes, ya que estos varían mucho de una zona a otras y, además al mezclarlos, se producen interacciones entre los componentes, que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sea la media de la de sus ingredientes. Por ello, es necesario determinar en cada caso las propiedades de los ingredientes o mezclas utilizadas, lo que, en algunos casos, puede realizarse en la propia explotación, en otras ocasiones en un laboratorio.

b. Propiedades químicas.

La acidez o el pH es uno de los parámetros más importantes a la hora de caracterizar un substrato, ya que de su valor dependerán:

La posible presencia de compuestos de aluminio o manganeso, que son tóxicos para los organismos de las plantas y limitan su crecimiento.

La asimilabilidad de nutrientes minerales, ya que su disponibilidad para las raíces de las plantas depende en gran medida del pH.

La cantidad de nutrientes retenidos como reserva en el complejo de cambio, que la capacidad de materia orgánica aumento mucho con el pH,

de ahí la importancia de conocer el valor de la C.I.C., y el pH del sustrato.

#### **J. Materia Orgánica.**

Según Hartman (1981), la materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas parcialmente destruidas y de los residuos minerales. Este material está en un activo estado de descomposición y sujeto por parte al ataque de los microorganismos del suelo. Por consiguiente es más bien un constituyente transitorio del suelo y debe ser renovado constantemente por la adición de los residuos de las plantas superiores.

La materia orgánica, si bien su aplicación en agricultura es milenaria, sufrió a mediados de este siglo un olvido, a causa probablemente de la introducción de los abonos químicos que producían mayores cosechas con un menor costo. La materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores) y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos. La descomposición en mayor o menor grado de estos seres vivos, provocada por la acción de los microorganismos o por factores abióticos da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados que son los constituyentes principales de la materia orgánica

## **K. Beneficios de la materia orgánica.**

Indican que la materia orgánica es una fuente de lento y uniforme suministro de N, P, K, Ca, Mg., S y elementos menores; los cuales son liberados a través de su mineralización y son utilizados por las plantas conforme estos lo van necesitando.

La velocidad de degradación de la materia orgánica depende en primer lugar de la composición química de las sustancias, cuando mas viejas sean las plantas y menor su contenido de lignina, menor será su velocidad de mineralización, la relación C/N, el contenido de los minerales como N, P, K, Mg., así como las condiciones de temperatura y humedad, aireación y pH del suelo; son factores influyentes sobre la velocidad de mineralización (CROSS, 1980).

Los principales elementos que posee la materia orgánica son: el carbono (C), el hidrogeno (H), el oxigeno (O), y el nitrógeno (N). La materia orgánica proviene de los residuos vegetales y animales. Los restos vegetales derivan tanto de los cultivos como de las plantas naturales y de los abonos llamados "Verdes". Los restos animales provienen de los animales muertos, tanto de la fauna en general como de la fauna edáfica. La materia orgánica que ingresa al suelo es atacada por los microorganismos mineralizado untarte y humificado el resto (Rodríguez. 1996).

La materia orgánica tiene una importante acción sobre la modificación de la estructura de suelo y sobre la estabilidad debido a que mejore la textura, aireación y capacidad de retención de humedad; actúa como regulador de la

temperatura edáfica, retarda la fijación del ácido fosforito mineral y suministra productos de descomposición orgánico; liberación del CO<sub>2</sub> que propicia la solubilización orgánico de nutrientes, abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía de la flora microbiana heterótrofa, mejora el pH del suelo a través del aumento de la capacidad de intercambio catiónico o iónico (Cross, 1980).

## L. BOKASHI.

Shintani (2000), explica que el Bokashi, es un abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra.

El principal objetivo del uso del Bokashi es el de mejorar las condiciones **físicas** (porosidad: mayor capacidad de retener el agua y reducción de la erosión), **químicas** (menor pérdida y mayor disponibilidad de nutrientes) y **biológicas** del suelo (mejor equilibrio biológico y disminución de plagas y enfermedades), resultando todo esto en la obtención de una producción agrícola de bajo costo, más saludable para el productor y el consumidor y que no afecta al medio ambiente.

### 1. Microorganismos eficientes (EM) y Bokashi.

El EM (Microorganismos eficientes) es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos que tiene como uno

de sus usos que es un inoculante para hacer varios tipos de abonos y para renovar aguas residuales y aguas de superficie contaminada (estanques). El Bokashi es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretas animales. Cuando es aplicado al Bokashi mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos. Se puede preparar un tipo aeróbico u otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular.

El EM Bokashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando el EM Bokashi es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que supe nutrimentos (<http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>).

## **2. Beneficios de los Microorganismos Efectivos (EM).**

Es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculado al suelo sirve como: corrector de salinidad, al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (Sodio y Cloro); Desbloqueador de suelos, pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos y, como acelerador de la descomposición de

los desechos orgánicos (Compost, Bokashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación ([www.proexant.org.ec/Abonos\\_Orgnicos.html](http://www.proexant.org.ec/Abonos_Orgnicos.html)).

### **3. Dosificación.**

La cantidad a utilizar en una hectárea depende de varios factores, que son los siguientes:

- Disponibilidad de la materia prima (salvados) y materia orgánica (abono verde o pasto).
- Espacio físico para la producción.
- Cultivo anterior.

Normalmente, se utiliza 1Tn del para que se pueda tener un mejor desenvolvimiento de los microorganismos este material deberá espolvorearse sobre una fuente de materia orgánica (pasto), siendo luego incorporado a la tierra. Se deben esperar cerca de 10 días para realizar la plantación, período en el que se procesa la fermentación, no habiendo de esa manera, ningún riesgo para la planta.

Debido al hecho de tratarse de material biológico, su uso podrá sufrir variaciones de acuerdo a cada caso. En caso de flores se debe aplicar 5 % EM (Bokashi) con el 95 % de tierra y dejarlo por 14 días antes de realizar la siembra (<http://www.fundases.org/p/em04.html>. 2005)

### **4. Aplicaciones en la Agricultura.**

El EM, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la

producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (<http://www.fundases.org/p/em04.html>. 2005).

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

**En semilleros.**

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

**En las plantas.**

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

Consumen los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.

Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

### **En los suelos.**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tomando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (<http://www.fundases.org/p/em04.html>. 2005).

### **M. Gallinaza.**

La *gallinaza* es una mezcla de los excrementos de las gallinas con los materiales que se usan para cama en los gallineros siendo un abono muy estimado por su elevado contenido en elementos fertilizantes (Maraikar y Amarasiri, 1989).

La gallinaza fresca es muy agresiva a causa de su elevada concentración en nitrógeno y para mejorar el producto conviene que se composte en montones. Con más razón se compostará si procede de granjas intensivas, mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla, enriqueciéndolo si fuera necesario con fósforo y potasio naturales.

Autores como (Maraikar y Amarasiri, 1989). Aconsejan rechazar el estiércol procedente de la cría industrial de pollos y gallinas debido a que frecuentemente contiene residuos antibióticos. La gallinaza produce un efecto de encalado sobre el suelo siendo capaz de aportar cantidades importantes de fósforo. En cuanto al carbono, el efecto positivo presentó un carácter temporal que apunta a la necesidad de sistematizar la incorporación del material orgánico como una práctica de manejo.

En general, los estiércoles son una fuente importante de nutrimentos para los cultivos (Maraikar y Amarasiri, 1989). La gallinaza se destaca, en comparación con otros estiércoles, por el contenido de N, P, K; según Cooke (1975), la gallinaza aplicada en altas dosis, tiene propiedades intermedias con respecto a los fertilizantes inorgánicos y el estiércol de bovino, asegurándose un apreciable efecto residual.

En cuanto al efecto sobre el fósforo disponible del suelo, la gallinaza resultó una excelente fuente de este elemento, cuyo origen estaría dado por un aporte directo debido a su contenido de fósforo mineral, a la mineralización de fósforo - orgánico que contiene y un aporte indirecto producto de la posible liberación de formas de P no disponibles inicialmente en el suelo

(formas químicas o P adsorbido específicamente). Se encontró, además, un efecto importante sobre el CO del suelo, de carácter temporal apuntando a la necesidad de incorporación sistemática de materiales orgánicos en suelos con bajos contenidos de materia orgánica.

La gallinaza, debido a su elevado contenido de calcio actúa como material de encalado, provocando un desplazamiento significativo del pH, aun en el caso del suelo de reacción neutra. Sin embargo, el suelo ácido muestra una mayor capacidad amortiguadora, resistiendo más eficientemente la modificación de su pH.

**Cuadro 1:** Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (como porcentaje de la materia seca).

| Nutrientes   | Vacunos | Porcinos | Caprinos | Conejos | Gallinas |
|--|---------|----------|----------|---------|----------|
| Materia orgánica (%)                                   | 48,9    | 45,3     | 52,8     | 63,9    | 54,1     |
| Nitrógeno total (%)                                    | 1,27    | 1,36     | 1,55     | 1,94    | 2,38     |
| Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %) | 0,81    | 1,98     | 2,92     | 1,82    | 3,86     |
| Potasio (K <sub>2</sub> O, %)                          | 0,84    | 0,66     | 0,74     | 0,95    | 1,39     |
| Calcio (CaO, %)  | 2,03    | 2,72     | 3,2      | 2,36    | 3,63     |
| Magnesio (MgO, %)                                      | 0,51    | 0,65     | 0,57     | 0,45    | 0,77     |

**Cuadro 2:** Salinidad y reacción del medio en estiércoles de diferentes animales domésticos.

| Propiedad     | Vacunos | Porcinos | Caprinos | Conejos | Gallinas |
|---------------|---------|----------|----------|---------|----------|
| pH            | 7,6     | 7,3      | 8,2      | 7,5     | 7,5      |
| CE (Mmhos/cm) | 6,3     | 9,4      | 12       | 8,9     | 14,2     |

## **N. Aserrín.**

Los residuos forestales desempeñan un importante papel en la ecología y la protección de los ecosistemas forestales y agrícolas, manteniendo la fertilidad del suelo. El contenido de materia orgánica y la estructura de ellos ayudan a controlar la erosión, sedimentación e inundaciones. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de cambio catiónico y estabiliza la proporción de nitrógeno en la mineralización. La materia orgánica es significativamente más susceptible a la erosión del suelo que otros componentes por su poco peso (Cross, A. 1980)

El aserrín solo, como fertilizante, es poco efectivo, ya que contiene bajo contenido de elementos nutritivos: aproximadamente 0,1 % de N, 0,02 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0,12 % de K<sub>2</sub>O. Si se suministra fresco, sin compostar, puede provocar carencia de Nitrógeno en la planta en el primer y a veces en el segundo años de haberlo suministrado al suelo. Por otra parte, el complejo lignocelulósico del aserrín puede ser utilizado para aumentar el nivel de humus del suelo. Efecto positivo y continuado del aserrín se observó con su introducción en forma de capas para la reforestación en suelos pobres, arenosos. Ejemplo de esto se observó en Estados Unidos durante un experimento en el cual al cabo de 14 años de plantado un bosque, se conservó sólo el 7 % sin enmienda, y para el suelo que tuvo aserrín, 43 - 50 %, con un diámetro y altura de los árboles 2 - 3 veces superior. (Rodríguez A, 1990). Así mismo, el autor menciona que la corteza de pino se reporta: 0,5 % de N, 0,04 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0,13 % de K<sub>2</sub>O. Puede utilizarse sin compostar.

Fragmentos de corteza de pino de aproximadamente 5 cm se transforman en humus en el transcurso de dos años.

En la agricultura son numerosos los reportes científicos acerca de la utilización del aserrín y la corteza de especies forestales en la elaboración de compost para la fertilización orgánica y el mejoramiento de los suelos en diferentes países.

En Chile un grupo de investigadores estudiaron el comportamiento de mezclas suelo-aserrín-ceniza y comprobaron la posibilidad de utilización de estos residuos como mejoradores de la fertilidad de los suelos, ya que las mezclas producen un incremento en el nivel de elementos nutritivos.

En España se reporta la utilización de corteza de pino (de la cual han sido extraídos los fenoles para la obtención de adhesivos) con fines agrícolas, ya que por sus propiedades físicas y químicas impide el desarrollo de hierbas indeseables (Rodríguez A, 1990)..

En Portugal, un grupo de investigadores demostró la efectividad de la corteza de pino y eucalipto como sustitutos de la zeolita en calidad de intercambiadores iónicos vegetales para la fertilización del suelo, compostada con otros compuestos.

Fueron estudiados por investigadores brasileños los efectos de residuos de *Leucaena leucocephala* en la fertilidad de dos tipos de suelos en Paraná y se comprobó que hubo reducción de la acidez y del aluminio intercambiable,

además de un incremento en el contenido de calcio, potasio, materia orgánica y fósforo

### **III. MATERIALES Y METODOS.**

#### **A. Localización y duración del estudio**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del modulo de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre Km. 6, interior 0,5 Km., margen izquierda Pucallpa - Lima. Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali con las siguientes coordenadas geográficas siguientes:

- Longitud : 74° 53' 00"
- Latitud : 08° 24' 25"
- Altitud: 156.972 m.s.n.m.

La duración del trabajo experimental fue de 3 meses calendarios de Junio a agosto del 2005

#### **B. Características climáticas**

La ubicación ecológica en la que se efectuó el estudio corresponde al ecosistema del bosque tropical semi siempre verde estacional (Cochrane, 1982), la misma presenta las siguientes características climatológicas:

- Temperatura máxima anual : 36.5 °C
- Temperatura mínima anual : 17.5 °C
- Temperatura media : 26.9 °C
- Precipitación promedio de : 1772 mm.

## **C. Características generales del experimento**

### **1. Instalaciones.**

La fase de germinación se realizó en el Módulo de Hidroponía. La primera etapa pre experimental se desarrolló en la fase de vivero se realizó fuera del módulo de Hidroponía.

**a. Almacigo.** Se almacigaron las semillas en el módulo de Hidroponía que consta de un área de 200 m<sup>2</sup> con techo de calamina y cerrado con malla metálica. Cuenta con 5 camas de eternit, cuyas dimensiones son de 7 m de largo por 1 m. de ancho y 0.30 de alto, a 1 m. del nivel del suelo, ligeramente inclinadas hacia un extremo donde están colocados dos tubos de drenaje (PVC de ½ pulgada), la separación entre camas es de 1 m., para el desarrollo del experimento se utilizaron 1 cama de eternit. El sustrato de la cama de germinación fue arena de río.

**b. Vivero.** Se construyó un pequeño vivero en un área de 5 m de ancho x 10 m de largo aproximadamente, que fué construido empleando listones de 1.5" x 1.5", así como hojas de palmeras, clavos y soguilla; en la cual se ubicó los diferentes tratamientos con sus repeticiones (4 Tratamientos y 3 repeticiones), la cuales estuvieron separados por 0.50 m entra cada una de ellas, y dentro de cada cama, las repeticiones estuvieron separadas 10 cm. entre ellas.

Una vez construido el vivero replicamos las plantas a los 15 días de almacigado y se colocaron ordenadamente formando 12 unidades

experimentales de 120 plantas respectivamente separadas por 50 cm entre cada una de ellas.

#### **D. Conducción del experimento.**

##### **1. Etapa de almacigo**

Se realizó la siembra de las 600 semillas Botánicas distribuidas en 1 cama con una densidad de 3 cm. x 3 cm. y a una profundidad de 3 cm., de la variedad Virgen del carmen procedente de la ciudad de Iquitos. La germinación se inició a los 6 días verificándose un 95% de germinación. Durante esta etapa se lo regó 2 veces por día; Una durante la mañana 7: 00 horas y en la tarde 14:00 horas.

La distribución de las plantas a las bolsas con los diferentes substratos, fue realizado al azar tratando de evitar errores de distribución de plantas en los tratamientos.

##### **2. Elaboración de los substratos.**

Los substratos de los respectivos tratamientos en estudio se preparo como sigue: para el T-0 (testigo) se utilizó únicamente suelo aluvial (Entisol). Para el T-1, se utilizó suelo aluvial (70%) más aserrín descompuesto (30%) procedente de un aserradero de Pucallpa. En el T-2, se utilizó suelo aluvial (70%) más 30% de gallinaza descompuesto procedente de una granja de pollos para carne. Y el T-3 dividido en 3 partes, 60% de suelos de restinga, 30 % de aserrín y 10% de Bokashi.

El suelo aluvial antes de ser mezclado con la gallinaza, aserrín y la mezcla de aserrín y bokashi fue tamizado. Luego fueron mezclado homogéneamente, seguidamente fueron llenados en las bolsas con capacidad de 1 Kg. El llenado de las bolsas se realizó 2 días antes del transplante, el bokashi fue preparado 15 días antes del embolsado.

### **3. Manejo del vivero.**

Durante esta etapa (junio-Agosto), en la que se llevó la fase experimental, se realizaron algunas labores, como control de malezas alrededor del vivero, la cuales fueron limpiadas con machete y en forma manual. Se realizó riego con una regadera dos veces al día, a las 7: 00 horas y por las tardes 19:00 horas

## **E. Variables.**

### **1. Tratamientos en estudio.**

Los tratamientos fueron 4 y corresponden a los diferentes substratos a emplearse en los plantones de Sacha inchi:

**T0** = Suelo Aluvial (Entisol) (testigo)

**T1** = Suelo Aluvial (Entisol) (70%) + aserrín descompuesto (30%).

**T2** = Suelo Aluvial (Entisol) (70%) + gallinaza descompuesto (30%).

**T3** = Suelo Aluvial (Entisol) (60%) + aserrín descompuesta (30%) + Bokashi (10%).

## 2. Componentes en estudio (Variables dependientes).

**Altura de planta.** La evaluación de esta variable fueron semanales, se midió en centímetros, desde el cuello hasta la parte apical de la planta. La primera medición se realizó luego del repique en las bolsas, a los 22 días después de almácigado. Se efectuaron 4 evaluaciones, tomando 8 plantas al azar de cada tratamiento.

**Diámetro de planta.** Se realizó desde el transplante de plantas al vivero (repique), las cuales fueron 4 evaluaciones semanales, para ello se utilizó un vernier, se midió en cm a la altura del cuello de la planta.

**Número de hojas.** Se realizaron contando semanalmente el total de las hojas de cada planta, se realizaron 4 evaluaciones, se evaluaron 9 plantas por cada unidad experimental.

**Área de hoja.-** Se realizó utilizando el método del rombo para no dañar las hojas de las plantas. Se midió en cm<sup>2</sup>.

$$A = \frac{B \times b}{2}$$

Donde:

B = largo de la hoja

b = ancho de hoja

## F. Análisis estadístico

El presente experimento se realizó bajo el diseño completo al azar, (con 4 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total 12 U.E.

### a. Modelo estadísticos.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = j- esima observación en el i-esimo tratamiento en estudio

U = media general

$T_i$  = i-esimo tratamiento en estudio

$E_{ij}$  = error o residual

Los resultados con significación estadística fueron sometidos a la prueba de Duncan (probabilidad menos o igual a 0.05).

### b. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

| F. V.       | GI |
|-------------|----|
| Tratamiento | 3  |
| Error       | 8  |
| TOTAL       | 11 |

## G. Observaciones registradas

No se registro ataques de plagas ni presencia de enfermedades durante el experimento.

#### IV. RESULTADOS.

##### A. Altura de planta.

Con respecto a los resultados obtenidos de esta variable, al realizar el ANVA, se obtuvo diferencias significativas tal como se observa en el Cuadro 1. A continuación se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 4) con lo cual se demostró que los tratamientos T1, T2 y T3 son superiores al testigo con respecto a la altura de planta. El mayor promedio con respecto al incremento de altura corresponde al T2 = 13 cm, seguido de T1 = 10.38 cm y T3 = 8.67 cm, siendo el de menor resultado el T0 = 6.11 cm.

**Cuadro 3:** Análisis de Varianza de la altura de planta de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*). Pucallpa, Perú, 2006

| FV          | GL | SC    | CM    | FC    | FT |
|-------------|----|-------|-------|-------|----|
| Tratamiento | 8  | 75.55 | 25.18 | 32.70 | *  |
| Error       | 3  | 6.13  | 0.77  |       |    |
| Total       | 11 | 81.68 |       |       |    |

$P < 0.05$

CV = 9.19

**Cuadro 4.** Resultado de la prueba de Duncan de la altura de planta de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*). Pucallpa, Perú, 2006

| Tratamientos  | Significancia |
|---|---------------|
| T2 = Suelo de restinga entisol (70%) + gallinaza descompuesta (30%)               | a             |
| T1 = Suelo de restinga entisol (70%) + aserrín descompuesto (30%)                 | b             |
| T3 = Suelo de restinga entisol (60%) + aserrín descompuesta (30%) + Bokashi (10%) | c             |
| T0 = Suelo de restinga entisol (100%)   | d             |

P < 0.05

#### **B. Diámetro de Tallo.**

Respecto a esta variable evaluada, se obtuvieron resultados no significativas entre los tratamientos, tal como lo muestra el cuadro 5 del ANVA. En dicho caso no hubo la necesidad de realizar la prueba de Duncan, las evaluaciones semanales, no mostraron mayores incrementos en cuanto al diámetro de tallo, siendo el de mayor promedio el T2 = 0.043 seguido del T1 = 0.03, T3 = 0.027 y T0 = 0.027 tal como se observa en el cuadro 10 del anexo, donde los tratamientos presentan similares diámetros

**Cuadro 5:** Análisis de varianza del diámetro de tallo de sachá inchi (Plukenetia Volúbilis). Pucallpa, Perú, 2006

| FV          | GL | SC      | CM      | FC  | FT |
|-------------|----|---------|---------|-----|----|
| Tratamiento | 3  | 0.00057 | 0.00019 | 1.9 | NS |
| Error       | 8  | 0.0008  | 0.0001  |     |    |
| Total       | 11 | 0.00018 |         |     |    |

$P < 0.05$

CV = 3.15

### C. Área foliar.

Los resultados obtenidos del área foliar, se obtuvo resultados significativos tal como lo demostró el ANVA del cuadro 6, a la vez la prueba de Duncan que se observa en el cuadro 7, demostró que el T2 es el que presentó mejor resultado con respecto a los tratamientos T1, T0 y T3 respectivamente que se observa en el cuadro N° 09 del anexo, que el mayor promedio en área foliar corresponde al T2 = 61.41cm, seguido del T1 = 41.09cm, T3 = 38.46cm y T0 = 21.11cm.

**Cuadro 6:** Análisis de varianza del área foliar de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*). Pucallpa, Perú, 2006

| <b>FV</b>   | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>FC</b> | <b>FT</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tratamiento | 3         | 2453.14   | 817.71    | 8.22      | *         |
| Error       | 8         | 795.02    | 99.38     |           |           |
| Total       | 11        | 3248.16   |           |           |           |

$P < 0.05$

CV = 24.60

**Cuadro 7:** Resultado de la prueba de Duncan del área foliar de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*). Pucallpa, Perú, 2006

| <b>Tratamientos</b>   | <b>Significancia</b> |
|---|----------------------|
| T2 = Suelo de restinga entisol (70%) + gallinaza descompuesta (30%)               | a                    |
| T1 = Suelo de restinga entisol (70%) + aserrín descompuesto (30%)                 | b                    |
| T3 = Suelo de restinga entisol (60%) + aserrín descompuesta (30%) + Bokashi (10%) | b c                  |
| T0 = Suelo de restinga entisol (100%)   | c                    |

$P < 0.05$

#### D. Numero de hojas por Planta.

En cuanto al número de hojas, los resultados obtenidos de esta variable fueron no significativos tal como se observa en el ANVA del cuadro N° 06. Sin embargo al observar el cuadro N° 10 que durante 2 semanas mantiene igual numero de hojas en todos los tratamiento en estudio y en las 2 semanas siguientes se producen incrementos de hojas en los tratamientos y al mismo tiempo se notan ligeras diferencias con promedios de mayor a menor número de hojas T2 = 3.67cm; T1 = 2.67cm; T3 = 2.67cm y T0 = 2.33cm.

**Cuadro 8:** Análisis de varianza para el numero de hojas de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*). Pucallpa, Perú, 2006

| FV          | GL | SC   | CM   | FC   | FT   |
|-------------|----|------|------|------|------|
| Tratamiento | 3  | 3    | 1    | 3.03 | N.S. |
| Error       | 8  | 2.63 | 0.33 |      |      |
| Total       | 11 | 0.51 |      |      |      |

$P < 0.05$

CV = 20.29

## DISCUSIÓN.

Los resultados indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos y que el substrato suelo aluvial 70% más Gallinaza 30% fue superior a los demás tratamientos, debido que se usó gallinaza descompuesta de aves de postura rica en humus y nutrientes que aporta mejor los nutrientes y supera en la mejora de propiedades físicas químicas y biológicas del suelo que el aserrín descompuesto y el bocashi.

El diámetro de tallo, no se obtuvo , resultado significativo alguno, ninguna de los tratamientos (T0, T1, T2, T3) respectivos no marco diferencia con respecto al testigo que solo empleo suelos de restinga,, cuyo suelo es rico en nutrientes minerales, lo que significa quizás, que los porcentajes de los elementos concentrados en los abonos orgánicos, no son los necesarios para un mejor desarrollo de la misma o simplemente a seguido el desarrollo normal de la planta.

El área foliar fue otra de las variables, que presento un resultado significativo siendo el T2 (gallinaza descompuesta 30%), cuyo contenido de NPK es considerable, al parecer suministra las cantidades requeridas del mismo para la planta de sachá inchi en la etapa de vivero, esto se reflejo un desarrollo mayor del área foliar con respecto al testigo, T1 y T3, tal como se observa en el cuadro N° 5 de la prueba de Duncan y en cuadro N° 9 del anexo , donde sus diferencias son amplias, esto quiere decir que empleando un 30% de gallinaza descompuesto se logra un mayor desarrollo del área foliar y a la vez, una mayor actividad

Al observar el cuadro N° 10 se puede observar que durante las primeras semanas las plantas evaluadas, de los diferentes tratamiento (T0, T1, T2) no mostraron diferencias en sus incrementos de hojas, mas no así en la 3ª y 4ª semana el T2, mostró un ligero incremento en su numero de hojas con respecto al T0 pero casi a la par con el T1, esto es reflejo de la mayor concentración de N en la gallinaza descompuesta, ya que el N, estimula el incremento de hojas en las plantas.

Esto quiere decir que el nivel de N P K y otros nutrientes es mucho mayor que del aserrín descompuesto, que si bien tiene propiedades de mejorar las propiedades del suelo en cuanto a su porosidad, retención de agua, y disminuir la acidez de los suelos, quizás daría mejor resultado en una mezcla con suelos de altura (entisol), tal como lo indica Cooke (1975) La gallinaza se destaca, en comparación con otros estiércoles, por el contenido de N, P, K; y como se observa en la tabla 1 contienen mayores porcentajes que el de aserrín tal como lo señala Rodríguez (1990) El aserrín solo, como fertilizante, es poco efectivo, ya que contiene bajo contenido de elementos nutritivos: aproximadamente 0,1 % de N, 0,02 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0,12 % de K<sub>2</sub>O. es quizás debido a esto que el mejor resultado se obtuvo con la gallinaza. A su vez el uso de bokashi no mostro los resultados esperados con respecto a los tratamientos T1 y T2 como el aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántula.

## VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo se han arribado a las siguientes conclusiones:

- Que el T2 (suelo de restinga entisol; (70%) + Gallinaza descompuesta; (30%) fue superior en cuanto a altura de planta y área foliar seguido del T1 (suelo de restinga entisol; (70%) + aserrín descompuesto; (30%), T3 (suelo de restinga entisol; (60%) + aserrín descompuesto; (30%) + Bokashi; (10%) el T0 suelo de restinga entisol (100%).
- Que los tratamientos aplicados superan al testigo, que es suelo aluvial 100%, en altura y área foliar. Siendo el mejor resultado el T2, suelo aluvial 70% más gallinaza 30%, seguido del T1, suelo aluvial 70% más aserrín descompuesto 30%, seguido del T3, suelo aluvial 60% más aserrín descompuesto 30% más 10% de bocashi.
- Las semillas de sachu inchi del ecotipo Virgen del Carmen presentó buen porcentaje de germinación (95%) y no hubo problemas fitosanitarios durante la etapa experimental.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Teniendo en cuenta las evaluaciones y resultados obtenidos recomendamos lo siguiente:

1. Emplear la concentración de gallinaza en un 30 %, porque mostró un mejor resultado en la etapa de vivero en el cultivo de sachá inchi.
2. Para la gallinaza se debe tomar en cuenta el estudio del tipo de crianza (Postura o pollos parrilleros) y el tiempo de descomposición.
3. No se recomienda el estudio del parámetro del diámetro de tallo en este cultivo ya que no presentan diferencias significativas.
4. Usar arena de río para la germinación de la semilla de sachá inchi.
5. Usar semilla del ecotipo Virgen del Carmen porque presenta un buen porcentaje de germinación.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. AREVALO. G. 1995. Colección, caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas. In Tarapoto. Estación Experimental El Porvenir. Informe anual. Perú. 245 p.
2. BAILEY, L.L: 1949. Manual o cultivated plants. The Mac Milan Co. New York. 118 p.
3. BIBLIOTECA CORPORATIVA ORTON. 1987. Bibliografía corta sobre Plukenetia. Euphorbiaceae. Comunicación DC/SIT-55 del 27 de enero, N° 342. 256 p.
4. COCHRANE, T. 1982. Caracterización Agroecológica para el Desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América Tropical. Cali-Colombia. 520 p.
5. COOKE, G. W. 1975. Fertilizing for maximum yield. *En*: Giardini, L.; F. Pimpini; M. Borin; G. Gianquinto. 1992. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. *J. Agric. Sci.* 118: 207-213 p.
6. CROSS, A 1980. Abonos, guía práctica de los fertilizantes. 7ma Edición, España, 559 p.
7. FAO, 1980. Feed from Animal Wastes: State of knowledge, FAO. Animal Production and Health, Paper 18. Roma, Italy. 265 p.
8. FIELD MUSEUM OF NATURAL ALL HISTORY-BOTANY. Flora of Perú. Vol. XIII. 134 p.
9. FIGUEROA, Z. R. 1992. El cultivo del plátano en el Perú. Lima.-Ed. Fundeagro. 134 p.

9. FIGUEROA, Z. R. 1992. El cultivo del plátano en el Perú. Lima. Ed. Fundeagro. 134 p.
10. HAMABAKER, B. R. 1992. Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del maní inca (*Plukenetia volúbilis*). 346 p.
11. HARTMAN, H. T. 1981. Propagación de plantas. 2 da edición. Editorial Continental S.A. México. 814 p.
12. INIA. 1996. El cultivo de Sacha inchi. (*Plukenetia volúbilis*) en la amazonía. Impreso en el INIA. Lima-Perú. 68 p.
12. LEXUS. 1999. Biblioteca de la Agricultura. Editorial Lexus S.A. Perú. 1190 p.
13. MACBRIDE, J. F. 1951. Euphorbiacea. In flora of Perú. Botanical series vol. 13, part IIIA. Nº 1. Field Museum of Natural History. 115-118 p.
14. MARAIKAR, S.; S. L. AMARASIRI. 1989. Effect of cattle and poultry dung addition on available P and exchangeable K of a red-yellow podzolic soil. Tropical Agriculturalist 144:51-59 p.
15. RODRIGUEZ A, Fernando. 1990. Los suelos de áreas inundables de la Amazonía peruana: potencial, limitaciones y estrategias para investigación. Edit. Folia Amazónica IIAP. Iquitos. Perú. 298 p.
16. SHINTANI, M. 2 000. Manejo de desechos de la Producción Bananera.
17. STANLEY, P.C. and S.A.STEYEMARK. 1949. Flora of Guatemala. Fieldana Botany. Vol. 24. part VI. Pp 153-156 p.
18. SOUKUP, J. 1970. Vocabulario de los nombres vulgares de la flora amazónica. Imprenta colegio Salesiano. Lima. 226 p.

19. VALLES, C. R. 1990. El sachá inchi, planta nativa de importancia proteica y aceitera promisoría para la selva alta. Separata, 2 p.
20. <http://www.fundases.org/p/em04.html>. 2005
21. <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>.
22. [http://www.proexant.org.ec/Abonos\\_Org%C3%A1nicos.html](http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%C3%A1nicos.html).

**ANEXO**

**Cuadro N° 09:** Registro del incremento de la altura de planta. Pucallpa-Perú. 2005

| Trat. | Rep. | Semanas (cm) |       |       |       |       |
|-------|------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|       |      | 0            | 1     | 2     | 3     | Dif.  |
| T-0   | 1    | 9.2          | 13.52 | 13.90 | 14.85 | 5.65  |
|       | 2    | 9.0          | 13.71 | 14.50 | 15.75 | 6.75  |
|       | 3    | 8.5          | 13.55 | 15.53 | 14.44 | 5.94  |
| Prom. |      | 8.9          | 13.59 | 13.98 | 15.01 | 6.11  |
| T-1   | 1    | 8.4          | 14.41 | 16.16 | 19.33 | 10.93 |
|       | 2    | 9.2          | 14.41 | 14.30 | 19.03 | 9.83  |
|       | 3    | 8.3          | 14.30 | 12.84 | 18.68 | 10.38 |
| Prom. |      | 8.63         | 14.37 | 14.43 | 19.01 | 10.38 |
| T-2   | 1    | 8.5          | 13.88 | 16.04 | 20.13 | 11.63 |
|       | 2    | 9.0          | 14.06 | 16.71 | 21.83 | 12.83 |
|       | 3    | 8.4          | 13.93 | 16.46 | 22.94 | 14.54 |
| Prom. |      | 8.63         | 13.95 | 16.40 | 21.63 | 13.00 |
| T-3   | 1    | 8.6          | 15.00 | 16.70 | 17.00 | 8.4   |
|       | 2    | 9.5          | 15.70 | 15.80 | 17.80 | 8.3   |
|       | 3    | 8.7          | 14.50 | 16.00 | 18.00 | 9.3   |
| Prom. |      | 8.93         | 15.07 | 16.17 | 17.33 | 8.67  |

**Cuadro N° 10:** Registro del incremento del diámetro del tallo. Pucallpa-Perú. 2005

| Tratamiento | Repetición | Semana (cm) |       |       |       |       |
|-------------|------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
|             |            | 1           | 2     | 3     | 4     | Dif   |
| T-0         | 1          | 0.09        | 0.096 | 0.10  | 0.10  | 0.01  |
|             | 2          | 0.09        | 0.086 | 0.09  | 0.13  | 0.04  |
|             | 3          | 0.09        | 0.095 | 0.09  | 0.12  | 0.03  |
| Promedio    |            | 0.09        | 0.092 | 0.093 | 0.112 | 0.027 |
| T-1         | 1          | 0.09        | 0.099 | 0.10  | 0.12  | 0.03  |
|             | 2          | 0.08        | 0.096 | 0.09  | 0.12  | 0.04  |
|             | 3          | 0.09        | 0.098 | 0.10  | 0.11  | 0.02  |
| Promedio    |            | 0.087       | 0.098 | 0.096 | 0.117 | 0.03  |
| T-2         | 1          | 0.09        | 0.097 | 0.10  | 0.13  | 0.04  |
|             | 2          | 0.09        | 0.098 | 0.10  | 0.14  | 0.05  |
|             | 3          | 0.08        | 0.096 | 0.10  | 0.12  | 0.04  |
| Promedio    |            | 0.087       | 0.097 | 0.10  | 0.13  | 0.043 |
| T-3         | 1          | 0.09        | 0.096 | 0.10  | 0.12  | 0.03  |
|             | 2          | 0.08        | 0.098 | 0.10  | 0.11  | 0.02  |
|             | 3          | 0.09        | 0.096 | 0.09  | 0.12  | 0.03  |
| Promedio    |            | 0.087       | 0.097 | 0.097 | 0.12  | 0.027 |

**Cuadro N° 11:** Registro del crecimiento del área foliar. Pucallpa-Perú. 2005

| Tratamiento | Repetición | Semana (cm <sup>2</sup> ) |       |        |       |       |
|-------------|------------|---------------------------|-------|--------|-------|-------|
|             |            | 0                         | 1     | 2      | 3     | Dif   |
| T-0         | 1          | 9.90                      | 14.92 | 36.11  | 34.42 | 24.52 |
|             | 2          | 10.23                     | 15.62 | 14.50  | 15.75 | 5.52  |
|             | 3          | 9.6                       | 15.50 | 43.07  | 42.90 | 33.30 |
| Promedio    |            | 9.91                      | 15.35 | 31.22  | 31.02 | 21.11 |
| T-1         | 1          | 11.90                     | 16.85 | 35.49  | 59.25 | 47.38 |
|             | 2          | 8.96                      | 15.13 | 45.90  | 59.16 | 50.20 |
|             | 3          | 10.20                     | 15.15 | 25.65  | 35.88 | 25.68 |
| Promedio    |            | 10.35                     | 15.71 | 36.003 | 51.44 | 41.09 |
| T-2         | 1          | 11.22                     | 14.75 | 53.95  | 75.88 | 64.66 |
|             | 2          | 8.7                       | 14.43 | 61.30  | 70.45 | 61.75 |
|             | 3          | 9.6                       | 14.71 | 60.2   | 67.43 | 57.83 |
| Promedio    |            | 9.84                      | 14.63 | 58.52  | 71.25 | 61.41 |
| T-3         | 1          | 10.20                     | 14.70 | 30.65  | 46.34 | 36.50 |
|             | 2          | 9.6                       | 15.26 | 40.15  | 50.15 | 40.55 |
|             | 3          | 8.9                       | 14.61 | 26.78  | 47.23 | 38.33 |
| Promedio    |            | 9.57                      | 14.61 | 32.53  | 47.91 | 38.46 |

**Cuadro N° 12:** Registro del número de hojas por semana. Pucallpa-Perú. 2005

| Tratamiento | Repetición | Semana (unidad) |   |      |      |      |
|-------------|------------|-----------------|---|------|------|------|
|             |            | 0               | 1 | 2    | 3    | Dif  |
| T-0         | 1          | 2               | 4 | 4    | 4    | 2    |
|             | 2          | 2               | 4 | 5    | 5    | 3    |
|             | 3          | 2               | 4 | 4    | 4    | 2    |
| Promedio    |            | 2               | 4 | 4.33 | 4.33 | 2.33 |
| T-1         | 1          | 2               | 4 | 4    | 5    | 3    |
|             | 2          | 2               | 4 | 5    | 5    | 3    |
|             | 3          | 2               | 4 | 4    | 4    | 2    |
| Promedio    |            | 2               | 4 | 4.33 | 4.6  | 2.67 |
| T-2         | 1          | 2               | 4 | 5    | 6    | 4    |
|             | 2          | 2               | 4 | 5    | 5    | 3    |
|             | 3          | 2               | 4 | 5    | 6    | 4    |
| Promedio    |            | 2               | 4 | 5    | 5.67 | 3.67 |
| T-3         | 1          | 2               | 4 | 4    | 5    | 3    |
|             | 2          | 2               | 4 | 5    | 5    | 3    |
|             | 3          | 2               | 4 | 4    | 4    | 2    |
| Promedio    |            | 2               | 4 | 4.33 | 4.67 | 2.67 |

**Cuadro N° 13:** Datos meteorológicos durante el periodo experimental. Pucallpa-Perú 2005

| Característica | Meses    |          |          |
|----------------|----------|----------|----------|
|                | JUNIO    | JULIO    | AGOSTO   |
| T° Máxima      | 29.3 °C  | 30.4 °C  | 29.9 °C  |
| T° Mínima      | 21.4 °C  | 21.0 °C  | 21 °C    |
| T° promedio    | 25.35 °C | 25.7 °C  | 25.45 °C |
| H° relativa    | 86%      | 87%      | 90 %     |
| Précipitation  | 40.1 mm. | 40.5 mm. | 50.8 mm. |
| Horas sol      | 12.5     | 12.7     | 12       |

Fuente: Estación meteorológicos de la UNU.



Foto N° 1: Preparación del Substrato para el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis*).

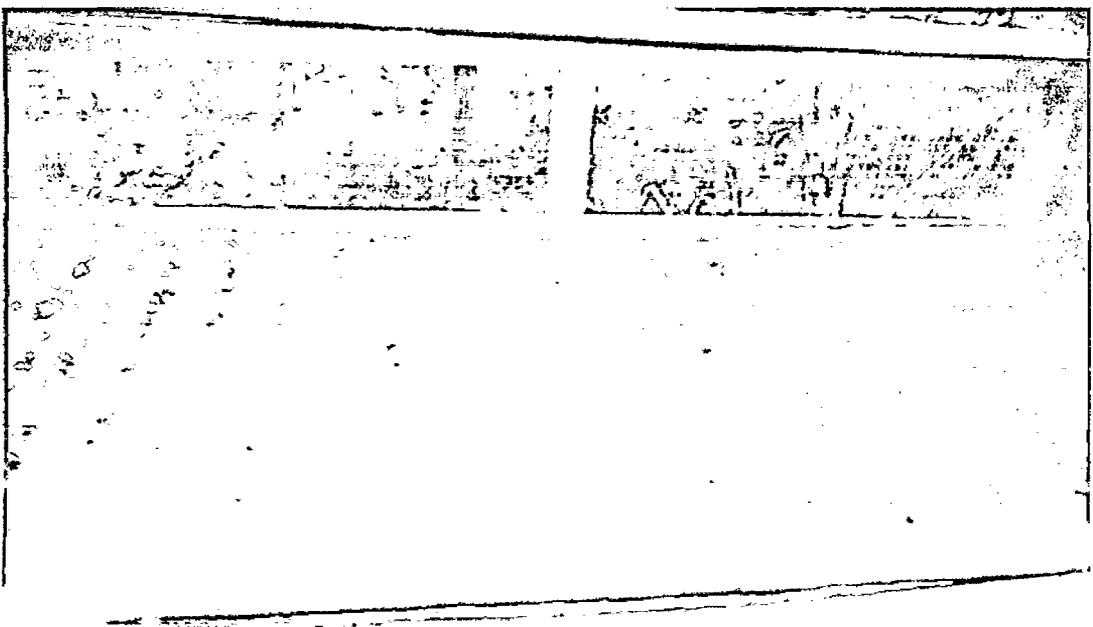


Foto N° 2: Periodo de germinación de las semillas de sachá inchi a los 7 días.



Foto N° 3: Periodo de germinación de sachá inchi a los 9 días.



Foto N° 4: Periodo de germinación del sachá inchi a los 12 días.



Foto N° 5: Tercera semana después del repique del sachá Inchi (36 días)



Foto N° 6: Tercera semana después del repique del sachá Inchi (36 días)

31/10/20