

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“EFECTO DE TRES DOSIS DE DESECHOS INDUSTRIALES EN  
EL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLANTONES DE PALMA  
ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN CONDICIONES DE  
VIVERO. EN EL CC.PP.MM DE PAMPA HERMOSA - LORETO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ALEX IVAN LAUREANO SINTI**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“EFECTO DE TRES DOSIS DE DESECHOS INDUSTRIALES  
EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLANTONES DE  
PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN  
CONDICIONES DE VIVERO. EN EL CC.PP.MM DE PAMPA  
HERMOSA – LORETO”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ALEX IVAN LAUREANO SINTI**

**TARAPOTO**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**TESIS**

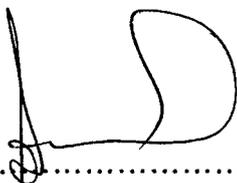
**“EFECTO DE TRES DOSIS DE DESECHOS INDUSTRIALES  
EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLANTONES DE  
PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN  
CONDICIONES DE VIVERO. EN EL CC.PP.MM DE PAMPA  
HERMOSA – LORETO”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ALEX IVAN LAUREANO SINTI**

**Miembros del Comité de Tesis**



.....  
**Ing°. Segundo D. Maldonado Vásquez**  
**Presidente**



.....  
**Ing°. Eybis José Flores García**  
**Secretario**



.....  
**Ing°. M.Sc. Javier Ormeño Luna**  
**Miembro**



.....  
**Ing°. M.Sc. Tedy Castillo Díaz**  
**Asesor**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mis padres Pablo Laureano Zavaleta y Arminda Sinti Pinchi, por ser ellos, quienes permanentemente me motivan a seguir adelante y consagrar mis metas en lo moral y profesional.

## AGRADECIMIENTO

- ❖ A **DIOS** por mostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir a delante de cada tropiezo, también por brindarme su bendición y sobre la de mi familia.
  
- ❖ A la Empresa Agroindustrial Palmas del Shanusi S.A por haber permitido realizar mi trabajo de investigación en dicha institución y por haber confiado en mi persona.
  
- ❖ Al **Ing° M.Sc. Tedy Castillo Díaz**, docente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, patrocinador del presente trabajo de investigación.
  
- ❖ A los Ingenieros de la empresa Palmas del Shanusi S.A **Jaime Rengifo García** Jefe de Plantación, **Roberto Leveau Tuanama** Jefe del Sector I, **Fredy Pinchi Pinchi** Jefe del Área de Suelo, al Técnico Agropecuario **Pablo Jiménez Martínez**, Supervisor de vivero, por el apoyo continuo durante el trabajo de investigación.
  
- ❖ A mi compañero Humberto Pisco Salas y a todas las personas que laboran en el vivero.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
3.1 Aspectos generales del cultivo de la palma aceitera	4
3.1.1 Origen	4
3.1.2 Clasificación botánica	4
3.1.3 Morfología	5
3.1.4 Condiciones edáficas	7
3.1.5 Fisiografía y drenaje	7
3.1.6 Nutrición y fertilización	8
3.2 ..Vivero	8
3.2.1 Establecimiento de viveros	8
3.2.2 Ubicación, dimensiones y labores en los viveros	9
3.2.3 Desórdenes en las plántulas	12
3.2.4 Mantenimiento de los plantones en vivero	13
3.2.5 Sanidad vegetal en vivero	13
3.2.6 Selección y eliminación de plantas indeseables	15
3.2.7 Preparación de plantas para siembra en plantación	15
3.3 Ecofisiología de la palma aceitera	16
3.3.1 Factores climáticos	16
3.3.2 Humedad del suelo	18

3.3.3 Aire	18
3.4 Residuos orgánicos	19
3.5 Abonos orgánicos	20
3.6 Roca fosfórica	24
3.7 Dolomita	27
3.8 Antecedentes del uso de desechos industriales	29
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>32</b>
4.1 Materiales	32
4.1.1 Ubicación del campo experimental	32
4.1.2 Características climáticas	32
4.1.3 Historia del campo experimental	33
4.1.4 Descripción del sustrato	34
4.2 Metodología	35
4.2.1 Tratamientos en estudio	35
4.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico	37
4.2.3 Conducción del experimento	39
4.2.4 Variables evaluadas	43
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>46</b>
5.1 Número de hojas por planta a los 8 meses DDS	46
5.2 Altura de planta a los ocho meses DDS.	47
5.3 Diámetro del tallo (cm) a los ocho meses DDS	48
5.4 Masa radicular (g) a los ocho meses DDS	49
5.5 Volumen de raíz a los 8 meses DDS	50

5.6	Relación entre la T °C promedio Vs número de hojas/planta	51
5.7	Relación entre la T °C promedio Vs altura de planta	51
5.8	Relación entre la T °C promedio Vs diámetro del tallo	52
5.9	Relación entre la H.R. Vs número de hojas por planta	52
5.10	Relación entre la H.R. Vs altura de planta	53
5.11	Relación entre la H.R. Vs diámetro del tallo	53
5.12	Relación entre la precipitación Vs Número de hojas/planta	54
5.13	Relación entre la precipitación Vs altura de planta	54
5.14	Relación entre la precipitación. Vs diámetro del tallo	55

## **VI. DISCUSIONES 56**

6.1	Número de hojas por planta a los 8 meses DDS	56
6.2	Altura de planta a los ocho meses DDS.	58
6.3	Diámetro del tallo (cm) a los ocho meses DDS	59
6.4	Masa radicular (g) a los ocho meses DDS	61
6.5	Volumen de raíz a los 8 meses DDS	62
6.6	Relación entre la T °C promedio Vs número de hojas/planta	63
6.7	Relación entre la T °C promedio Vs altura de planta	64
6.8	Relación entre la T °C promedio Vs diámetro del tallo	64
6.9	Relación entre la H.R. Vs número de hojas por planta	65
6.10	Relación entre la H.R. Vs altura de planta	65
6.11	Relación entre la H.R. Vs diámetro del tallo	66
6.12	Relación entre la precipitación Vs Número de hojas/planta	66
6.13	Relación entre la precipitación Vs altura de planta	67
6.14	Relación entre la precipitación. Vs diámetro del tallo	67

**VII. CONCLUSIONES 69**

**VIII. RECOMENDACIONES 70**

**IX. BIBLIOGRAFÍA 71**

**RESUMEN**

**SUMMARY**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1: Condiciones climáticas durante la ejecución del proyecto (Mayo 2013 – Diciembre 2013)	33
Cuadro 2: Características Físico-Químico del Suelo para Vivero	34
Cuadro 3: Descripción de los tratamientos en estudio	35
Cuadro 4: Aporte de nutrientes de los desechos industriales (lodo) Por tratamiento y por bolsa	36
Cuadro 5: Necesidad de agua de riego por las palmas en el vivero, según su edad.	41
Cuadro 6: Análisis de varianza para el Número de hojas por planta a los 8 meses después de la siembra.	46
Cuadro 7: Análisis de varianza para la Altura de planta (cm) a los 8 meses DDS	47
Cuadro 8: Análisis de varianza para el Diámetro del tallo (cm) a los 8 meses DDS	48
Cuadro 9: Análisis de varianza para masa radicular (g) a los 8 meses DDS	49
Cuadro 10: Análisis de varianza para el volumen de raíz (cm <sup>3</sup> ) a los 8 meses DDS	50

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Págs.**

Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de Numero de hojas Diciembre 2013)	46
Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de altura de planta.	47
Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de diámetro del tallo.	48
Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de masa radicular (g).	49
Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de volumen de raíz.	50
Gráfico 6: Relación entre temperatura promedio Vs número de hojas/planta.	51
Gráfico 7: Relación entre temperatura promedio Vs altura de planta	51
Gráfico 8: Relación entre temperatura promedio Vs diámetro de tallo	52
Gráfico 9: Relación entre humedad relativa Vs número de hojas/planta	52
Gráfico 10: Relación entre humedad relativa Vs altura de planta	53
Gráfico 11: Relación entre humedad relativa Vs diámetro de tallo	53
Gráfico 12: Relación entre precipitación Vs número de hojas por planta	54
Gráfico 13: Relación entre precipitación Vs altura de planta	54
Gráfico 14: Relación entre precipitación Vs diámetro de tallo	55

## ÍNDICE DE FOTOS

**Págs.**

Foto 1: Preparación del sustrato. A. Sacos con el desecho industrial (lodo). B. Realizando la mezcla del desecho industrial usado para la fertilización orgánica	39
Foto 2: Llenado de bolsas. A. Forma en la que se llenó las bolsas almacigueras. B. Bolsas almacigueras listas para realizar el sembrado respectivo	40
Foto 3: Siembra. A. Realizando el sembrado en las bolsas almacigueras. B. Mostrando la forma en que realizamos el sembrado con la radícula de las semillas hacia abajo .	41
Foto 4: Control de malezas. A y B. Realizando el control de malezas manualmente	42
Foto 5: Aplicación de mulch. A. Realizando la aplicación de mulch en los plantones. B. Plantón libre de malezas	43
Foto 6: Variables evaluadas. A. Evaluación de altura de planta con regla milimetrada. B. Toma de diámetro con vernier digital. C. Análisis de raíces (masa y volumen de raíz)	44

## I. INTRODUCCIÓN

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), es una planta tropical perenne, propia de climas cálidos, se cultiva por su alta productividad de aceite, es un alimento natural que se viene consumiendo desde hace 5.000 años. El aceite de palma contiene iguales proporciones de ácidos grasos no saturados, conteniendo alrededor del 40% de ácido oleico (no monosaturado), 10% de ácido linoléico (no polisaturado), 44% de ácido palmítico (saturado) y 5% de ácido esteárico (saturado). Éste aceite es una fuente natural de vitamina E, tocoferoles y tocotrienoles y el aceite de palma sin refinar también es una fuente importante de vitamina A.

El trabajo de investigación de tesis se desarrolló en la Región Loreto, Provincia de Alto Amazonas, Distrito de Yurimaguas, Carretera Tarapoto-Yurimaguas kilómetro 73, margen derecho. Geográficamente ubicado en las coordenadas 6°7'35" de Latitud y 76°15'21" de Longitud, a una altitud de 172 metros sobre el nivel medio del mar, entre los meses de mayo del 2013 y culminando en el mes de diciembre del 2013. Las condiciones atmosféricas temperatura promedio: 26.41°C, precipitación 1402.5 milímetros, Humedad Relativa del 87.64 %; el suelo tiene una textura franca, con un pH muy fuertemente ácido y con un contenido de materia orgánica muy bajo.

Para la ejecución del experimento se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar (DBCA) las evaluaciones se realizaron en el vivero durante 8 meses a 12 plantones por parcela, 48 plantones por bloque, haciendo el total de 192 plantones estudiados.

La Empresa "Palmas del Shanusi S.A", fomenta y promociona el cultivo de palma aceitera a través de viveros, y emplea como sustrato una mezcla de suelo de textura franco arenoso más la adición de roca fosfórica (100 g) y dolomita (100 g) y esta fórmula fue el punto de partida para realizar la presente investigación, adicionándolo diferentes dosis de desecho industrial (lodo) en diferentes proporciones con la finalidad de determinar el efecto en el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en condiciones de vivero en él .CC.PP,MM de Pampa Hermosa en la región Loreto.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres dosis de desechos industriales en el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en condiciones de vivero, en el CC.PP.MM. de Pampa Hermosa - Loreto.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima de fertilización en plántones de palma aceitera bajo la condición climática de la CC.PP.MM., de Pampa Hermosa – Loreto.
- Establecer la relación entre la variabilidad climática del CC.PP.MM., de Pampa Hermosa y el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aspectos generales del cultivo de la palma aceitera

Es una planta perenne, que en estado natural, vive más de 100 años, y supera los 40 m de altura; pero bajo cultivo, solo se le permite vivir hasta los 25 años, que es cuando mide 12 m.

##### 3.1.1 Origen

Rothschuh (1983), manifiesta que esta planta es originaria del Golfo de Guinea en el África Occidental, de ahí su nombre científico, *Elaeis guineensis* Jacq, y su denominación popular: palma africana de aceite.

##### 3.1.2 Clasificación botánica

Hartley (1983), ha clasificado la palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq, como sigue:

División: Fanerógamas,

Tipo: Angiosperma,

Clave: Monocotiledóneas.

Orden: Palmales.

Familia: Palmaceae.

Tribu: Coccoineae.

Género: *Elaeis*.

Especie: *guineensis*.

N. Científico: *Elaeis guineensis* Jacq.

### **3.1.3 Morfología**

Raygada (2003), dice que la palma aceitera es una planta monoica, es decir, que en una misma planta se producen las inflorescencias masculinas y femeninas. La apariencia es la de un árbol esbelto, cuyo tallo llega a los 25 m de altura y está coronado por hojas largas y arqueadas. Ortiz y Fernández (1994), manifiestan que la botánica de la palma aceitera africana es la siguiente:

#### **a. Sistema radicular**

Es de forma fasciculada, con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial, profundizando hasta unos 50 cm en el suelo, su longitud varía desde un metro hasta más de 15 m y por su consistencia y disposición aseguran el anclaje de la planta.

#### **b. El tallo**

Tiene forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las hojas. Este se alarga conforme emergen las hojas pudiendo alcanzar entre 15 a 20 m de alto y con diámetro que oscila entre 30 y 50 cm.

#### **c. Hojas**

El follaje se forma a partir de los primordios foliares (plúmula), localizados en la parte superior del tronco del que nacen las hojas e inflorescencias.

El tronco de una palma adulta, en condiciones normales, posee entre 30 y 40 hojas, las cuales pueden alcanzar 5 y 7 m de longitud y pesan de 5 a 8 kg.

**d. Inflorescencia**

Es monoica, las flores masculinas, se desarrollan separadamente (en el tiempo) de las flores femeninas, pero en la misma planta y se forman en las axilas de las hojas. Aparecen a los 20 a 24 meses y surge una por cada hoja. La inflorescencia masculina consta de un pedúnculo largo o eje central, sobre el cual se distribuyen cerca de cien espigas, que poseen forma de dedos de 10 a 20 cm de largo, albergando alrededor de 1 000 a 1 500 flores estaminadas (con estambres por ser masculinas) y las anteras producen abundante polen. La segunda inflorescencia es un racimo globoso, más maciza que la masculina y protegida en la base por 5 a 10 brácteas duras y puntiagudas que pueden medir hasta 15 cm de largo, el racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte, presenta un ovario esférico que es tricarpelar (o sea con tres cavidades) y contienen un óvulo cada uno.

**e. Racimos y frutos**

Generalmente son ovoides y poseen un tamaño promedio de 35 cm de ancho por 50 cm de largo; el número de frutos por racimo varía con la edad y con el material genético. El peso varía de 2 a 3 kg en palmas jóvenes y alcanzan hasta 100 kg por racimo, en adultas.

**f. Exocarpio:** capa epidérmica delgada y cerosa.

**g. Mesocarpio:** capa gruesa, fibrosa de color amarillo o anaranjado, con alto contenido de aceites.

**h. Endocarpio:** cascara dura, oscura casi negra.

**i. Endospermo y epispermo:** (albumen o almendra).

#### **3.1.4 Condiciones edáficas**

Raygada (2003), menciona que la palma aceitera prospera bien en suelos profundos, moderadamente ácidos, con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, de preferencia con buen contenido de materia orgánica, con topografía plana ligeramente ondulada y con un nivel de fertilidad de medio a alto. Hartley, (1988). El suelo para la palma debe ser bien estructurado los primeros 100 cm, sin formar horizonte excesivamente coherentes, ya que su sistema radical es sensible a la cohesión del suelo, desarrollándose adecuadamente en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permita, además de un buen desarrollo radical soportar periodos cortos de sequía, sin que la palma disminuya su producción, así mismo la palma tolera condiciones de alta acidez, pero los mayores rendimientos, se han logrado en suelos ligeramente ácidos (pH= 5,5-6,5).

#### **3.1.5 Fisiografía y drenaje**

Los terrenos con pendientes pronunciadas representan mayores costos en siembra, cosecha, vías de transporte y en mantenimiento en general, por lo que deben preferirse los terrenos de topografía plana o de pendientes ligeras.

### **3.1.6 Nutrición y fertilización**

Ortiz y Fernández (1994), afirman, que el cultivo de la palma aceitera es muy exigente en cuanto a la cantidad de nutrientes que necesita para satisfacer sus necesidades de crecimiento y producción.

## **3.2 Vivero**

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas a través de semillas sexuales o asexuales, constituyéndose como el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad, por las facilidades que brinda en los cuidados necesarios y las condiciones propias para lograr un buen desarrollo, teniendo las plantas mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a campo definitivo.

### **3.2.1 Establecimiento de viveros**

Rankine y Fairhurst (2004), señalan que la utilización oportuna de plantones sanos y bien conformados, para su trasplante a campo definitivo, genera el inicio precoz en la producción de racimos. Hoy los viveros se conducen en una sola etapa y sin sombra, con el resultado de tener mejores plantones, en menor tiempo y consecuentemente a menor costo. Además, manifiestan que la selección del material a sembrarse es importante para asegurar altos rendimientos y calidad en el aceite, de

modo que el cultivo sea rentable, sobre todo, tratándose de árboles que van a producir por 25 años o más. Aproveccionarse de semilleros formales y certificados, que garanticen las siguientes características:

- a) Un alto grado de pureza (sobre 95%).
- b) Porcentaje de germinación (sobre 85%).
- c) Alta productividad en racimos (28 a 30 Tm/ha/año).
- d) Alta tasa de extracción de aceite (TEA: 25%).
- e) Precocidad en el inicio de la producción: 30 a 32 meses de la siembra definitiva.
- f) Crecimiento lento en la altura del tallo: 40 a 45 cm/año.
- g) Resistencia a las enfermedades endémicas en la zona de instalación de la plantación.
- h) Protección fitosanitaria de las semillas durante el proceso de preparación y buen acondicionamiento para el transporte.

### **3.2.2 Ubicación, dimensiones y labores en los viveros**

- a. **Ubicación:** Un vivero tiene que estar próximo a una fuente de agua limpia para asegurar el empleo de un sistema de riego, el terreno debe ser de topografía plana y un tanto elevado para evitar inundaciones, debe proveerse de un buen sistema de drenaje para evacuar aguas excedentes de lluvia y de riego, además debe estar cerca de las áreas donde se va a realizar el trasplante a campo definitivo (Rankine y Fairhurst, 2004).
- b. **Dimensiones:** Según Raygada (2003), el área del vivero y el área de la plantación definitiva, están en una relación que depende de la densidad

de siembra; así, para sembrar 100 ha, con una densidad de 143 plantas por ha, se utilizará una hectárea de vivero; para la misma superficie, con densidad de 162 plantas por ha, se precisarán de 1,2 ha de vivero.

- c. **Diseño:** Los viveros son de siembra directa y sin sombra, quedando listos los plántones para el campo definitivo, en el término de 8 a 9 meses. Las bolsas con tierra serán acomodadas en "camas" de 4 hileras, hasta los 5 meses de sembrada la semilla, luego las bolsas se distanciarán a 80 cm con disposición al "tresbolillo", permaneciendo así hasta el final del vivero.
- d. **Llenado de bolsas:** Las bolsas deben ser de polietileno negro, resistentes a la radiación ultravioleta; sus dimensiones 40 x 45 cm y un espesor de 5-6 micrones; en el tercio inferior de la bolsa, se distribuyen dos hileras de perforaciones, distantes 5 cm. entre sí, con un diámetro de 0,5 cm cada una para evacuar excedentes de agua. El sustrato debe ser de textura franca, con buen contenido de materia orgánica, libre de contaminantes (residuos químicos), y no debe proceder de áreas destinadas a la siembra definitiva. Es recomendable llenar las bolsas en las canteras establecidas, que trasladar la tierra (Raygada, 2003).
- e. **Siembra de la semilla germinada:** Para la siembra directa en las bolsas, las semillas deben presentar claramente diferenciadas la plúmula y la radícula. En el centro de la superficie de la bolsa se hace un orificio con el dedo índice de 2 a 3 cm de profundidad y se introduce la semilla con la plúmula hacia arriba, se cubre la semilla con tierra y se compacta suavemente con los dedos. No sembrar muy profundamente ni ejercer demasiada presión para evitar romper el embrión (Fedepalma, 2002).

- f. **Riego en vivero:** El más utilizado es el riego por aspersión, para lo que es necesario una fuente de agua próxima que, con el complemento de una motobomba de 2 pulgadas, tubería de PVC y manguera reforzada que termine en una boquilla o rociador, se garantice las necesidades de agua para una hectárea de vivero.
- g. **Fertilización en vivero:** La plántula durante el primer mes de crecimiento se nutre de las reservas contenidas en las semillas, al agotarse éstas es necesario suministrarle los nutrientes mediante la puesta en práctica de un programa de fertilización que satisfaga las necesidades en forma apropiada a su desarrollo. Debido a la escasa movilización del fósforo (P), es recomendable mezclarlo con la tierra de la bolsa antes de la siembra de la semilla a fin de darle disponibilidad en la zona radicular. En los dos primeros meses de edad, la fertilización de las plántulas será foliar, a base de urea diluida, las aplicaciones se iniciarán a partir de que las plántulas muestren su primera hoja, hasta que la solución escurra por las hojas; inmediatamente después se debe aplicar agua pura sobre las plántulas con una regadera de mano.

Ortiz y Fernández (1994), mencionan que el programa de fertilización se diseña de acuerdo con el lugar donde se establece el vivero, que a su vez depende de la fertilidad del suelo o sustrato que se utilice. Generalmente los programas de fertilización de viveros se fundamentan en la aplicación de fertilizantes primarios (N, P, K).

### 3.2.3 Desórdenes en las plántulas

Ortiz y Fernández (1994), mencionan que los desórdenes más comunes que se presentan en las plántulas son:

- a) **Brote torcido:** El brote de la plántula recién germinada está doblada o torcida, esto se debe a la semilla sembrada incorrectamente (generalmente con el embrión hacia abajo).
- b) **Hojas fruncidas:** Se da por riego irregular, las plántulas se rechazan si el vigor no mejora después de que se ha corregido el problema de riego.
- c) **Hoja angosta:** La lámina es estrecha parecida a una planta de pasto, se da por desorden genético, puede también deberse a estrés de agua.
- d) **Hoja arrugada:** Las hojas se desfiguran con líneas corrugadas transversales, se debe a prácticas incorrectas en el vivero o ataques de insectos durante las primeras etapas de desarrollo de las hojas.
- e) **Hoja enrollada:** La hoja se dobla hacia dentro dando la apariencia de la punta de una lanza, se debe a prácticas incorrectas en el vivero o ataques de insectos durante las primeras etapas de desarrollo de las hojas.
- f) **Plantas enanas:** Las plántulas tienen apariencia normal pero no poseen el vigor y se mantienen pequeñas.
- g) **Palmas planas:** Las hojas nuevas son progresivamente más pequeñas, resultando en palmas de apariencia aplanada.
- h) **Aspecto juvenil:** El foliolo no se divide hasta que la plántula tiene entre 5 a 6 meses de edad. Se debe marcar la plántula, si la condición persiste puede ser indicativo de esterilidad y la palma debe ser rechazada.
- i) **Entrenudos cortos:** La distancia entre foliolos y el raquis es corta, dando la impresión de una comprensión de hoja. Es de origen genético.

- j) **Amplio espacio entrenudos:** La distancia entre los folíolos es anormalmente amplia, la plántula tiene una apariencia muy abierta.
- k) **Hoja delgada:** Las hojas son delgadas y puntiagudas y el ángulo de inserción entre la hoja y el raquis es pequeño.
- l) **Quimera:** Las hojas de las plántulas presentan fajas o secciones de tejido blanquecino o clorótico.
- m) **Palmas enfermas:** La enfermedad más común es la pudrición de corona, las hojas jóvenes se tuercen y se doblan a menudo, llevan al pudrimiento de la flecha y es difícil detectar el problema antes que las plántulas tengan entre 8 a 10 meses de edad.

#### **3.2.4 Mantenimiento de los plantones en vivero**

Hasta los dos o tres meses de edad se realizarán deshierbos manuales en las superficies de las bolsas para luego acondicionar una capa de "mulch" alrededor de la planta dejando libre el tallo. Para esta capa de una pulgada de espesor, se puede utilizar la fibra recuperada de la planta extractora, aunque también es útil la cascarilla de arroz. El "mulching" además de controlar el crecimiento de malezas, mantiene la humedad, protege la semilla de la erosión por riego o lluvia, y mejora las condiciones del suelo en provecho de la planta. También se aplica herbicidas químicos (Rankine y Fairhurst, 2004).

#### **3.2.5 Sanidad vegetal en vivero**

En los primeros meses de vivero es frecuente la presencia del "gusano cogollero" (*Spodoptera sp*) el que puede controlarse mediante recojo manual de larvas, si esto no es suficiente se procederá a la aplicación de químicos.

Son efectivas aplicaciones a base de *Bacillus thuringiensis* o de lo contrario recurrir a un Piretroide. Eventual presencia de hongos de hoja (*Curvularia* o *Pestalotiopsis*), puede justificar el uso de Benlate o Dhitane (Ortiz y Fernández, 1994). Entre las plagas que afectan al cultivo, podemos mencionar las siguientes:

- a) **Gusano peludo (*Oria commentaris*)**, genera huecos en las hojas.
- b) **Gusano ejército (*Spodoptera litura*)**, ocasiona parches en las hojas que parecen han sido raspadas.
- c) **Gusano de bolsa (*Mahasena corbetti*)**, provoca huecos en las hojas y una bolsa en forma de capullo en el envés de la hoja.
- d) **Trips (*thrips sp*)**, ocasionan un daño similar al de los áfidos, pero las infestaciones de los trips en las hojas son más esparcidas.
- e) **Arañita roja (*Tetranychus piecei, Olygunichus sp*)**, causa pequeñas lesiones de color amarillo-naranja y/o una decoloración general de la hoja.
- f) **Langosta (*Chortiocetes sp*)**, produce daños en los filos de las hojas. Generalmente la langosta vuela más que el saltamontes.
- g) **Saltamonte (*Acridoidea sp*)**, afecta los filos de las hojas. **Grillos (*Brachytrupes spp, Acheta sp, Gryllus sp*)**, Estos insectos se alimentan del tejido suave de las plántulas y de las raíces sobre o debajo de la superficie del suelo.
- h) **Tizón (*Pythium sp*)**, enfermedad del sistema radicular que causa necrosis (muerte) de las hojas viejas y las hojas jóvenes se tornan frágiles, el color de las hojas es verde olivo con puntas necróticas.

- i) **Curvularia (*Curvularia sp*)**, dañan únicamente a las plántulas viejas, con poco vigor, aparecen manchas pequeñas de color café oscuro con un halo café-amarillento.
- j) **Mancha de las hojas (*Costicum sp*)**, las hojas viejas muestran filas de lesiones de color café, que se secan dejando hojas de color gris-blanquecino con margen purpura.
- k) **Helmintosporio (*Helmintosporium sp*)**, es una enfermedad de plántulas viejas, cuando el vivero se congestiona por excesivo número de plantas.

### **3.2.6 Selección y eliminación de plantas indeseables**

Es necesario, para evitar la siembra definitiva de las plantas con apariencia anormal o diferente del patrón de crecimiento que caracteriza a una misma progenie. El descarte estimado puede llegar de 10 a 15% sobre el total de plantones emergidos en el vivero.

### **3.2.7 Preparación de plantas para siembra en plantación**

Los plantones de palma aceitera luego de 9 a 11 meses pasados en vivero, están listos para la siembra en campo definitivo. Una planta normal presentará las siguientes características: Altura de 1,0 a 1,2 m, con 12 a 14 hojas funcionales y totalmente pinnadas, formando un ángulo aproximado de 45 grados, respecto al eje vertical de la planta.

### **3.3 Ecofisiología de la palma aceitera**

#### **3.3.1 Factores climáticos**

El comportamiento del clima es aun el componente más importante de la producción agrícola, los elementos más importantes del clima son aquellos que tienen que ver con el suministro de agua (precipitación) y energía solar , ambos indispensables para el desarrollo de los cultivos y cuyas variaciones diarias, estaciones y anuales determinan la eficiencia en el desarrollo de un cultivo, la diferencia en la producción y sanidad de los cultivos de un semestre a otro o de un año a otro, en un mismo lote, es un buen ejemplo de la influencia que ejerce el clima sobre el desempeño de las plantas (Gonzales, 2007).

##### **a. Longitud y latitud**

La ubicación geográfica de las zonas de producción afecta el crecimiento y desarrollo de la palma aceite mediante la influencia que ejerce sobre los factores ecológicos determinantes de las condiciones climáticas.

La longitud de un hábitat no tiene significación ecofisiológica sobre el clima, mientras que la latitud es muy importante, ya que afecta el comportamiento anual de la radiación solar y la temperatura de una región. La latitud parece que influye más sobre la composición de los ácidos grasos que producen las plantas oleaginosas que sobre la cantidad de los mismos. En latitudes altas, las cantidades relativas de ácidos grasos no saturados son más elevadas, lo cual no significa que las condiciones tropicales inhiban la producción de ácidos grasos insaturados (Gonzales, 2007).

**b. Temperatura**

La temperatura máxima promedio debe ser de 30,0 a 33,0 °C y de un promedio mínimo de 22,0 a 24,0 °C. El mínimo de temperatura no debe ser inferior a 18,0 °C (Hartley, 1988).

**c. Precipitación**

Requiere entre 1500 a 2500 mm al año. Preferentemente, la precipitación debe ser igual o mayor a 2000 mm anuales bien distribuidos durante el año (Hartley, 1988).

Sin embargo, se puede presentar el caso de regiones con precipitaciones superiores a los 2300 mm; pero con largas épocas de sequía, razón por la cual los rendimientos no se corresponden con el régimen hídrico de la zona. Si los otros factores ecológicos (suelo, temperatura e insolación) son deseables, se puede recurrir al uso de riegos complementarios en la época seca y construcción de drenajes adecuados, para precipitación se estima que una disponibilidad de 125 mm por mes, son suficientes para lograr las máximas producciones; esto indicaría, que zonas con 1500 mm de lluvia al año, regularmente distribuidas, son deseables para el cultivo de palma aceitera (Gonzales, 2007).

**d. Radiación solar**

En palma aceite, la insolación influye directamente sobre el proceso de maduración de racimos y el contenido de aceites en la pulpa de frutos. La captación de la luz solar por una superficie foliar está influenciada por su

tamaño, forma, edad, ángulo de inserción de las hojas sobre el tallo es muy importante en la producción de cultivos, ya que de él depende la exposición de las láminas foliares a los rayos del sol y la distribución más uniforme de la luz a través del dosel vegetal, determinado que la actividad fotosintética sea más eficiente en los estratos medios en inferiores de la planta (Hartley, 1988).

#### **e. Humedad atmosférica**

La humedad de la atmosfera es un factor regulador de las relaciones hídricas de las plantas, interviniendo como la fuerza impulsora del agua desde el suelo y a través de la planta hasta la atmosfera, mediante la creación de una gradiente de potencial hídrico en el sistema suelo-agua-planta-atmosfera (Gonzales, 2007).

### **3.3.2 Humedad del suelo**

La palma aceitera no tolera mantos freáticos permanentemente altos en suelos impermeables, pero parece ser tolerante, en su hogar natural, a mantos freáticos fluctuantes y al agua en movimiento de suelos arenosos o limosos, cerca de los cauces fluviales (Gonzales, 2007).

### **3.3.3 Aire**

La composición del aire, principalmente su concentración de CO<sub>2</sub> tiene implicaciones ecofisiológicas importantes que pueden explicar las diferencias que se aprecian entre las zonas de producción de palma de aceite, pero es muy poco lo que se conoce al respecto (Gonzales, 2007).

### **3.4 Residuos orgánicos**

#### **a Actividad agropecuaria**

En esta actividad, se generan gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas, el contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores como características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc. (Jaramillo, 2002).

Entre los residuos animales, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, avicultura, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos (Julca, *et al.*, 2006).

#### **b. Actividad agroindustrial**

Existe gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Sus características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores, entre otros:

- Características de las materias primas.

- Procesos de industrialización.
- Intensidad de la producción.
- Características de los productos obtenidos.

Muchos residuos de las actividades agroindustriales son reutilizados a través de alternativas que se aplican desde hace ya algunos años, con menos o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro del marco económico viable (Torres *et al.*, 2004).

### **3.5 Abonos orgánicos**

Coronado (1995), indica que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

#### **Propiedades de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos tienen propiedades especiales, ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este, y el efecto en conjunto, se refleja para muchos casos en un incremento en los rendimientos

de los cultivos. De manera básica, actúan en el suelo sobre las propiedades físicas, químicas y biológica (Ansorena, 1994; Cervantes, 2004). Así mismo Benedetti *et al.*, 1998, corrobora al indicar que la aplicación de fertilizantes orgánicas como compost, estiércol o biofertilizantes conllevan a un incremento de la fertilidad del suelo a través de la mineralización de la materia orgánica, lo cual además se traduce en una mayor actividad biológica y mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo (Altieri y Nicholls, 2006).

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

**a. Propiedades físicas:**

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden asimilar con mayor facilidad los nutrientes. El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

**b. Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.

### **c. Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Cervantes, 2004).

Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t.ha<sup>-1</sup> al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada. La utilización de estiércoles ha sido una práctica muy difundida como forma de incorporar residuos a los suelos, en especial para restablecer los niveles de materia orgánica perdidos por sucesivos ciclos agrícolas de cultivo (Ullé, 1999).

El estiércol ejerce un efecto favorable en tal condición por el gran y variado número de bacterias que posee. Éstas producen transformaciones químicas no sólo en el estiércol mismo sino, además, en el suelo, haciendo que muchos elementos no aprovechables por las plantas puedan ser asimilados por ellas. Además, el estercolado puede aumentar la población y la actividad de algunos componentes de la fauna edáfica, como por ejemplo las lombrices (Sosa, 2005).

Los estiércoles son una magnífica fuente de nutrimentos, pero requiere un adecuado manejo para aprovecharlos de manera óptima. La aplicación al suelo de estos materiales orgánicos es benéfica, ya que mejora la fertilidad del mismo. Por otro lado, su abuso provoca toxicidad por exceso de algunos nutrimentos o por sales (Castellanos, 1984). El momento de aplicación debería ser próximo a la siembra del cultivo, para disminuir la pérdida de nutrientes por volatilización o lavado. Sin embargo, en los casos en que estos materiales puedan producir modificaciones importantes del pH o elevar la salinidad, será conveniente disponerlos sobre el suelo 30 a 45 días previos a la siembra (Sosa 2005).

Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por Emmus (1991), Kalmas y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aereación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión. También Guerra *et al.*, (1995) le atribuye que aumenta la eficiencia de los fertilizantes minerales. Por todos estos atributos, Gianella (1993) señala que la agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o

superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor.

La riqueza y composición de los abonos orgánicos que se aplican al suelo, varían en dependencia de la fuente de donde provienen, del tipo de abono y de la alimentación de los animales y su transformación depende de las condiciones ambientales y de las características físicas y químicas del suelo (Paretas *et al.*, 1983 y Kalmas y Vázquez, 1996).

### **3.6 Roca fosfórica**

Las rocas fosfóricas son minerales ricos en fósforo que generalmente presentan un alto contenido de calcio. Químicamente corresponden a fosfatos tricálcicos o apatitas, cuya principal característica es su escasa solubilidad en agua (Sierra, 1990).

En la actualidad el uso de las rocas fosfóricas se visualizan como productos naturales de lenta entrega de fósforo, con características potenciales apropiadas para estimular el rendimiento y productividad de cultivos y praderas, especialmente en suelos de origen volcánico (Andisoles y Ultisoles) los que representan un 50-60% del total de los suelos arables del país, que son altamente fijadores de fósforo, con características ácidas y con una baja disponibilidad de fósforo (Rojas *et al.*, 1993).

Por otro lado, para Chile es interesante el estudio de validación agrícola de las rocas fosfóricas, por lo anteriormente señalado y por el hecho de existir en el país yacimientos fosfóricos de cierta importancia (Sepúlveda *et al.*, 1997).

La propiedad de las rocas fosfóricas de ser insolubles en agua producen que la reacción con el suelo sea mínima, se libera inicialmente una cantidad menor de fósforo y no se desprende a la vez una solución ácida. Por tal motivo se reduce la formación de precipitados, lo cual es una ventaja (Pinilla, 1994).

Este comportamiento es distinto de lo que ocurre con los fertilizantes que son solubles, que al inducir una reacción de adsorción del fosfato casi instantáneamente en los componentes del suelo, restringen el aprovechamiento del fósforo por las plantas (Hingston *et al.*, 1967 citados por Sepúlveda *et al.*, 1997).

La entrega pequeña, pero sostenida de fósforo que aportan las rocas fosfóricas durante las distintas etapas de crecimiento de las plantas, especialmente cuando existe una rizósfera desarrollada, facilita la competencia de ellas por el fósforo (Sepúlveda *et al.*, 1997). Sin embargo, esta baja entrega inicial no satisface a veces la demanda en la primera etapa de vida de las plantas (Pinilla, 1994); razón por la cual la roca fosfórica ha sido recomendada para cultivos de ciclos largos o praderas permanentes (Campillo, 1990). Esto permite postular que el mejor fertilizante es aquel que

puede entregar equilibradamente su fósforo en función de la demanda en el ciclo de crecimiento de los cultivos y del rendimiento esperado (Rojas *et al.*, 1993).

En términos generales las rocas fosfóricas, además de poseer fósforo y calcio, presentan elementos tales como magnesio y potasio que están en relativas bajas concentraciones, así mismo como ocurre con el azufre cuyo contenido es aún menor. Respecto al cloro, que está presente en muchas de ellas, presenta cantidades bajas no consideradas nocivas. Por otro lado los contenidos de óxidos de hierro y aluminio son considerados como indeseados para estos minerales. Sin embargo, un elemento que neutraliza su actividad es el óxido de silicio que sí se desea en la roca, en el sentido de incorporar al suelo este elemento para mejorar la relación silicio-aluminio (Sierra, 1990).

Según estudios realizados en Chile donde se ha probado el efecto de rocas fosfóricas sobre cultivos y praderas, se ha destacado el eficiente comportamiento de las rocas fosfóricas de alta reactividad, como la de Bahía Inglesa, Bayovar y Carolina del Norte en la aplicación directa a raps, lo que ha resultado en un aumento en el rendimiento de grano y aceite de este cultivo, comparándose a la aplicación de fertilizantes fosforados solubles (Rojas *et al.*, 1993).

Por otro lado ensayos en trigo, citados por el mismo autor indican que el rendimiento en grano de esta especie ha sido menor al ser comparada con fertilizantes fosforados solubles, que con la adición de roca en forma directa.

Sin embargo, cuando se ha aplicado un pequeño porcentaje de fertilizante fosforado soluble ("starter") los rendimientos fueron mayores.

En las praderas, la aplicación de roca fosfórica se ha postulado como una alternativa verdadera para su fertilización de mantención, especialmente en suelos ácidos (pH menor a 6,0). Esto ha sido demostrado en estudios en Nueva Zelanda, cuyas características climáticas, de suelo y especies pratenses es similar a los lugares donde experimentalmente se han adicionado al suelo rocas fosfórica Sechura y Carolina del Norte, comparando su efecto con fertilizantes monocálcicos, obteniéndose un resultado que indica que los mayores efectos positivos se han logrado en praderas permanentes versus cultivos de cereales y praderas anuales (Campillo, 1990). Esto se explica por la entrega lenta de fósforo que muchas veces no sustenta la demanda inicial de las plantas (Rojas *et al.*, 1993).

Por otra parte, se ha establecido que las raíces de algunas plantas como el lupino pueden secretar ácidos orgánicos que permiten solubilizar el fosfato de las partículas de roca fosfórica (Sierra, 1990). Respecto a las condiciones climáticas los factores que influyen sobre la efectividad de las rocas fosfóricas son: temperatura, humedad y viento causante de deriva en estos materiales (Sierra, 1990).

### **3.7 Dolomita**

El encalado es la adición de compuestos que contienen calcio y/o magnesio, el cual neutraliza la acidez. El encalado se puede hacer utilizando varios

compuesto tales como; el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), el carbonato de calcio y magnesio (dolomita), u óxidos e hidróxidos de calcio. Normalmente la neutralización del suelo se hace con carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (Kass 1996).

La cal aplicada al suelo causa una serie de reacciones químicas que elevan el pH y disminuyen la acidez, reduciendo las concentraciones de aluminio e hidrógeno a niveles no tóxicos para las plantas (Meléndez y Molina 2001). Según Meléndez y Molina (2001) y PDVSA (1997), la cal dolomita es una fuente que contiene carbonatos de calcio y magnesio cuya fórmula química es  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$  y que las características de esta son en que es semidura, no muy pesada, es infusible, ya que se descompone en todos los carbonatos y frágil. El origen de ésta es principalmente sedimentario o hidrotermal en filones minerales, también posiblemente a la transformación de las calizas bajo las soluciones magnesianas.

Para Meléndez y Molina (2001), la dolomita es más atractiva que la cal calcítica debido a que la mayoría de los suelos ácidos son deficientes en magnesio y para Bertsch (1995), el uso de la dolomita proporciona un mejor balance en el suelo, pero sin embargo es una fuente que debe de ser importada; una relación adecuada de Ca:Mg en el material de encalamiento, es de 10:1. La dolomita tiene un valor de neutralización relativa del 95 al 108%.

Los procesos y reacciones en la cual la cal reduce la acidez del suelo son complejos. Sin embargo, un enfoque simplificado de estos procesos explica cómo funciona la cal. El pH del suelo es una expresión de la actividad del  $H^+$  y la principal fuente de  $H^+$  en la mayoría de los suelos de pH menores a 5,5 es la reacción de Al con el agua. La cal reduce la acidez del suelo al convertir parte del  $H^+$  en agua. Cuando el pH es mayor a 5,5 el Al se precipita como  $Al(OH)_3$  eliminando su acción tóxica y la principal fuente de  $H^+$  (Agropecstar 2006).

Las reacciones del encalado funcionan de la siguiente forma: Los iones de  $Ca^{+2}$  de la cal reemplazan al  $Al^{+3}$  en los sitios de intercambio, y el ion carbonato reacciona con el agua de la solución del suelo creando un exceso de iones  $OH^-$ , que a su vez reaccionan con el exceso de  $H^+$ , formando agua (Agropecstar 2006).

### **3.9 Antecedentes del uso de los desechos industriales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) como fuente abono.**

En la provincia de coronel Portillo, región Ucayali los desechos industriales de la palma aceitera son un componente orgánico que se obtiene del proceso de producción de aceite crudo del racimo de la palma aceitera, en la actualidad existen fábricas de producción y transformación del fruto de la palma, grandes cantidades de desechos de palma aceitera sale diariamente de las fábricas, material orgánico que es trasladado a los rellenos sanitarios o botaderos y en algunos casos puestos en las parcelas de los palmicultores de la zona (Miranda, 2012).

Estos desechos se descomponen en el lugar donde lo botaron, también son quemados por los agricultores, y un mínimo porcentaje es usado como componente orgánico, en la actualidad estos desechos como en el caso del escobajo son usados como componente orgánico en las plantaciones, obteniendo varios beneficios, tales como retención y acumulación de la humedad del suelo debajo del escobajo, control de las malezas y aplicación de fertilizantes en mínima proporción y en cualquier época del año (Miranda, 2012).

La palma aceitera cuenta con abundante material vegetal (hojas, racimos, escobajo, cuesco, afrecho etc.), que son retirado de las plantaciones en sus diferentes etapas de manejo, producción, control fitosanitario y mantenimiento. Estas actividades dejan como resultado grandes cantidades en peso de material vegetal fresco y seco que muy bien pueden ser usados como abonos orgánicos en las propias plantaciones de palma aceitera (Miranda, 2012).

Miles de toneladas de racimo de fruta fresca de palma aceitera son retirados de las áreas de cultivos y son trasladados a las fábricas de transformación, el resultado es la obtención de aceite crudo de palma aceitera como materia prima. El 65% de producto final es escobajo de la palma aceitera, material orgánico que es usado como relleno sanitario y en algunos casos son trasladados hacia los patios de agricultores cuyos accesos permiten el ingreso de los carros que transportan este material vegetal, donde pudren o los queman.

En la región de Ucayali, existen 5 empresas de transformación de la materia prima proveniente de palma aceitera, estas fábricas prestan sus servicios a los Palmicultores para la extracción y transformación de sus cosechas, el derivado principal es el aceite crudo sin refinar. Uno de los residuos sólidos se desprende abundante material vegetal (racimos, escobajos, cuescos, afrechos etc.), que no son utilizados provechosamente (Miranda, 2012).

Este material vegetal (escobajo), descompuesto y reutilizado como abono orgánico en las propias plantaciones de palma aceitera, aportarían los nutrientes necesarios a las plantas, reduciendo el costo de inversión y mantenimiento de las hectáreas de palma instalados.

La dosis y cantidades a aplicarse por planta, se determinaría mediante un trabajo de investigación, el tiempo de descomposición a la intemperie y en condiciones ambientales también sería uno de los parámetros evaluados, lo cual permitirá validar el trabajo en favor del sector agrario y científico mundial (Jaramillo, 2002).

## IV. MATERIALES Y MÉTODO

### 4.1 Materiales.

#### 4.1.1 Ubicación del Campo Experimental:

El trabajo de investigación se realizó en el vivero de propiedad de la Empresa "Palmas del Shanusi S.A", ubicada en el kilómetro 71 + 300 a la margen derecha de la carretera Fernando Belaunde Terry tramo Tarapoto - Yurimaguas, cuya ubicación geopolítica es la siguiente:

##### a. Ubicación política

<b>Departamento</b>	:	Loreto.
<b>Provincia</b>	:	Alto Amazonas.
<b>Distrito</b>	:	Yurimaguas.
<b>CC.PP.MM</b>	:	Pampa Hermosa.

##### b. Ubicación geográfica

<b>Altitud</b>	:	172 m.s.n.m.m.
<b>Latitud</b>	:	6° 7' 18".
<b>Longitud</b>	:	76° 15' 21".

#### 4.1.2 Características climáticas

Según el sistema de clasificación de Holdridge, (1984); la zona de vida está ubicado dentro del Bosque Húmedo Subtropical Transicional a Bosque muy Húmedo Subtropical (bh-S/bmh-S). La biotemperatura media anual varía entre 18,4° C y 24,5° C. El promedio de la precipitación total varía entre 2 000 mm y

4000 mm anual. Los datos meteorológicos que se registraron durante el experimento (mayo del 2013 a diciembre de 2013), se muestran en el cuadro 1, en la cual se puede apreciar que la temperatura media fue de 26,41 °C, la precipitación total mensual de 1402,5 mm., y la humedad relativa de 87,64%.

Cuadro 1: Condiciones climáticas durante la ejecución del proyecto (mayo 2013 -diciembre 2013).

Año	Meses	Temperatura			Pp(mm)	H.R (%)
		Máxima	Media	Mínima		
2013	Mayo	34.6	28.5	22.3	143.3	88.1
	Junio	33.2	27.6	21.9	202.8	90.9
	Julio	29.5	24.9	20.3	41.9	90.7
	Agosto	30.2	25.2	20.2	156.0	89.6
	Setiembre	32.3	26.8	21.3	138.1	85.8
	Octubre	31.1	26.6	22.0	162.5	88.8
	Noviembre	28.8	25.4	22.0	325.8	91.8
	Diciembre	29.4	26.4	23.4	232.1	75.4
	<b>Total</b>	<b>249.1</b>	<b>211.3</b>	<b>173.4</b>	<b>1,402.5</b>	<b>701.1</b>
<b>Promedio</b>	<b>31.14</b>	<b>26.41</b>	<b>21.68</b>	<b>175.31</b>	<b>87.64</b>	

Fuente: Estación Meteorológica de la Empresa Agroindustrial Palmas del Shanusi S.A. (2013).

#### 4.1.3 Historia del campo experimental

La Empresa Agroindustrial Palmas del Shanusi S.A se encuentra ubicado en el Centro Poblado Menor de Pampa Hermosa, en el distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas en la Región Loreto y se viene fomentando el cultivo de la palma aceitera desde el 2006, para lo cual, la empresa dispone de varios viveros para la producción de plantones de palma aceitera. Actualmente se tiene sembrados más de 10,000 hectáreas de dichas

plantaciones. Antes de la siembra de la palma aceitera, estaban ocupados por el cultivo de la coca, pastos para la crianza de ganado vacuno y bosques no intervenidos.

#### 4.1.4 Descripción del sustrato

El sustrato utilizado en el llenado de bolsas para la producción de plantones de palma aceitera (Vivero Campaña 2014), presentó buenas características físicas que permitió un adecuado intercambio de agua y nutrientes, a la vez cuya textura suelta permitió buen desarrollo del sistema radicular.

Para conocer las condiciones físico- químico del sustrato se tomaron muestra que fueron sometidas al análisis correspondiente, cuyos resultados se muestran en el cuadro 2:

Cuadro 2: Característica físico-químicas del suelo para vivero

Elementos		Palmas del Shanusi S.A": 172 m.s.n.m.m	Interpretación
pH		4,36	Muy fuertemente ácido
C.E. uS/cm		102	Bajo
M.O (%)		0,66	Muy bajo
N (%)		0.03	Muy bajo
P ppm		0,6	Muy bajo
K ppm		18	Muy bajo
Análisis Mecánico (%)	Arena (%)	12,68	
	Limo (%)	19,64	
	Arcilla (%)	67,68	
	Clase Textural		Franco Arenoso
CIC (meq)			
Cationes cambiables (meq)	Ca <sup>2+</sup>	0,16	Muy bajo
	Mg <sup>2+</sup>	0,04	Muy bajo
	K <sup>+</sup>	0,05	Muy bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) (2013).

## 4.2. Metodología

### 4.2.1 Tratamientos en estudio

Se emplearon tres (03) dosis de desechos industriales (lodo), (10%, 20% y 30%), el cual fue incorporado al sustrato usado en el vivero de la Empresa Agroindustrial Palmas del Shanusi S.A. este sustrato se compone de una mezcla de suelo de textura franco arenoso, roca fosfórica (100 g) y dolomita (100 g) que a su vez sustrato actuara como tratamiento testigo.

Cuadro 3: Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T0	Testigo (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi).
2	T1	90% T0 + 10% desechos industriales, equivalente a 2 Kg de lodo por bolsa de 20 Kg.
3	T2	80% T0 + 20% desechos industriales, equivalente a 4 Kg de lodo por bolsa de 20 Kg.
4	T3	70% T0 + 30% desechos industriales, equivalente a 6 Kg de lodo por bolsa de 20 Kg.

Lodo: residuo que resulta de la extracción del aceite del fruto de palma aceitera, el cual viene a ser el desecho industrial usado para el experimento. En el cuadro 4, se muestra el aporte de nutrientes de los desechos industriales (lodo).

**Cuadro 4: Aporte de nutrientes de los desechos industriales (lodo) por tratamiento y por bolsa.**

Trto	N	P	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	B
	g	g	g	g	g	g	g	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>1</b>	12*	24.44	34	4	17.4	9.4	2	2778	1174	4266	4816
<b>2</b>	24*	48.88	68	8	34.8	18.8	4	5556	2348	8532	9632
<b>3</b>	36*	73.32	102	12	52.2	28.2	6	8334	3522	12798	14448

Fuente: Elaboración propia.

Por cada 2 kg (T1) de lodo hay un aporte de nutrientes en nitrógeno de 12 gramos). Por cada 4 kg de lodo (T2), hay un aporte de nitrógeno de 24 gramos. Por cada 6 kg de lodo (T3), hay un aporte de 36 gramos de nitrógeno.

### **Descripción de los tratamientos**

#### **1. Tratamiento 0:**

Testigo (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) se compone de una mezcla de suelo de textura franco arenoso, roca fosfórica (100 g) y dolomita (100 g).

#### **2. Tratamiento 1:** Consistió en mezclar 18 kg del tratamiento cero (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) y 2 kg de desecho industrial (lodo) por bolsa de 20 kg.

3. **Tratamiento 2:** Mezcla 16 kg (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) del tratamiento cero y 4 kg de desecho industrial (lodo) por bolsa de 20 kg.
4. **Tratamiento 3:** Mezcla 14 kg del tratamiento cero (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) y 6 kg de desecho industrial (lodo) por bolsa de 20 kg.

#### **4.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico.**

##### **a. Diseño experimental.**

Para la ejecución del experimento se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completo al Azar (DBCA) con cuatro (04) tratamientos y cuatro (04) repeticiones por tratamiento.

##### **b. Característica del Campo Experimental**

###### **Área**

Largo:	26,40 m
Ancho:	19,60 m
Área Total:	517,44 m <sup>2</sup>

###### **Bloques**

Largo:	21,60 m
Ancho:	3,50 m

Área de cada bloque :	75,60 m <sup>2</sup>
Área total de bloques:	302,40 m <sup>2</sup>
Distancia entre bloques:	0,7 m
Número de bloques:	04
Número de parcelas por bloque:	04

### **Parcelas**

Número de Parcelas:	16
Largo:	5,40 m.
Ancho :	3,50 m
Área por parcelas:	18,90 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas:	302,40 m <sup>2</sup>
Distancia entre parcelas:	0,7 m
Número de hileras por parcelas:	06
Número de hileras a evaluar:	02
Número de plantas a evaluar:	12
Distancia entre hileras:	0,70 m
Distancia entre plantas:	0,60 m
Número de semillas por bolsa:	01

### 4.2.3 Conducción del experimento

#### a. Preparación del sustrato

La preparación del sustrato se llevó a cabo el 29 de abril del 2013, se hizo de la misma forma que viene realizado la empresa Palmas del Shanusi, el cual se compone de la mezcla de suelo de textura franco arenoso, roca fosfórica (100 g) y dolomita (100 g) que a su vez sustrato actuó como tratamiento testigo, y para los tratamientos T1, T2 y T3 se agregó los desechos industriales (lodo) de acuerdo a las dosis de 10, 20 y 30 % respectivamente (Foto 1).

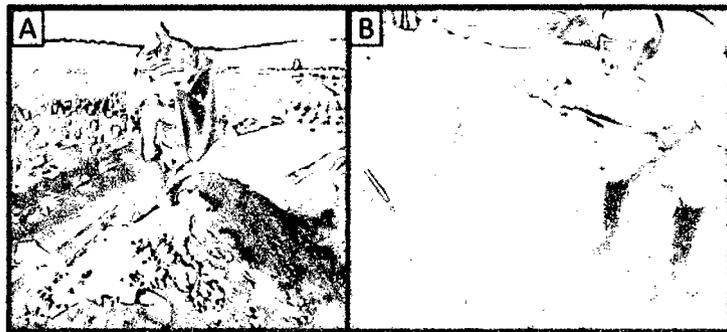


Foto 1: Preparación del sustrato. A. Sacos con el desecho industrial (lodo). B. Realizando la mezcla del desecho industrial usado para la fertilización orgánica.

#### b. Llenado de bolsas.

El llenado de bolsas se efectuó el 30 de abril del 2013, para lo cual utilizamos bolsas de polietileno negro, de 40 x 45 cm y un espesor de 5-6 micrones; con perforaciones de dos hileras de 0.5 cm, de diámetro en el tercio inferior de la bolsa, distantes 5 cm para evacuar excedentes de agua (Foto 2).

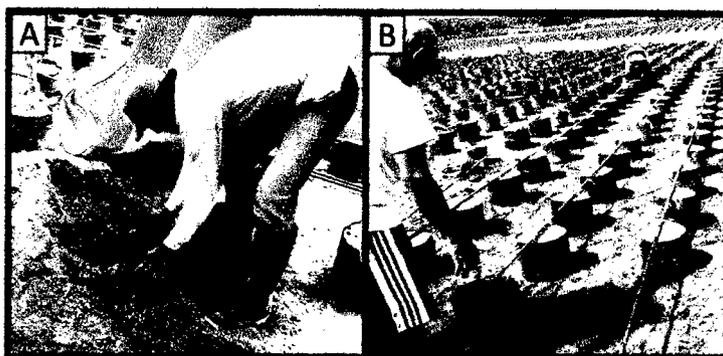


Foto 2: Llenado de bolsas. A. Forma en la que se llenó las bolsas almacigueras. B. Bolsas almacigueras listas para realizar el sembrado respectivo.

**c. Delimitación del área experimental**

El primer día del mes de mayo del 2013 se procedió a la delimitación del área de ejecución del experimento, dividiendo en cuatro bloques, cada una con cuatro repeticiones, con 60 bolsas por repetición, sumando en total, 16 repeticiones y 960 bolsas.

**d. Siembra de semilla pregerminada**

La siembra de la semilla pregerminada se realizó el 8 de mayo del 2013, la semilla utilizada fue Cirad, Cruzamiento - 0704, procedente de Ecuador, colocando las semillas con plúmulas y la radícula, en orificios de 2 a 3 cm de profundidad, ubicados en el centro de la bolsa (Foto 3).

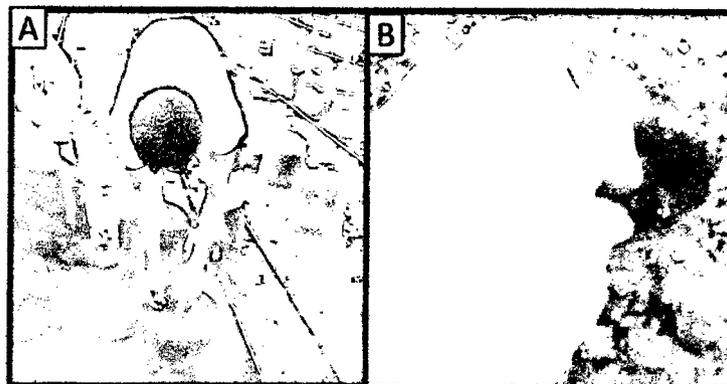


Foto 3: Siembra. A. Realizando el sembrado en las bolsas almacigueras. B. Mostrando la forma en que realizamos el sembrado con la radícula de las semillas hacia abajo.

**e. Riego**

Los riegos se realizaron después de la siembra de la semilla y diariamente en horas de la tarde siempre y cuando las condiciones climáticas fueron las propicias. La cantidad de agua de riego ( $\text{mm.día}^{-1}$ ), usado en el vivero de la empresa Agroindustrial Las Palmas del shanusi S.A., se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Necesidad de agua de riego aplicado en el vivero de la Empresa Agroindustrial Palmas del Shanusi S.A, según su edad.

Edad (meses)	Cantidad de agua ( $\text{mm.día}^{-1}$ )
0-2	5
2-4	6
4-6	7
6-10	8

**f. Control de malezas**

Realizamos de manera manual en la superficie del suelo de las bolsas y mediante aplicaciones de productos químicos (herbicidas), cada vez que las malezas aparecieron de forma prolifera en la superficie del suelo del vivero (Foto 4).



Foto 4: Control de malezas. A y B. Realizando el control de malezas manualmente.

**g. Control fitosanitario.**

Para el control fitosanitario realizamos aplicaciones de productos químicos (fungicida e insecticida), las aplicaciones se dieron según las evaluaciones fitosanitarias, dirigidas al follaje y/o cuello de la plántula, cubriéndole por completo si fuera el caso.

**h. Aplicación de Mulch**

Se realizó a los dos meses posteriores a la siembra, utilizando fibra la cual es obtenida del fruto de palma luego de la extracción del aceite, la que se colocó como cobertura en la superficie de las bolsas para evitar

la pérdida de humedad en el suelo, aparición de malezas, evitar la erosión eólica y por escorrentía (Foto 5)

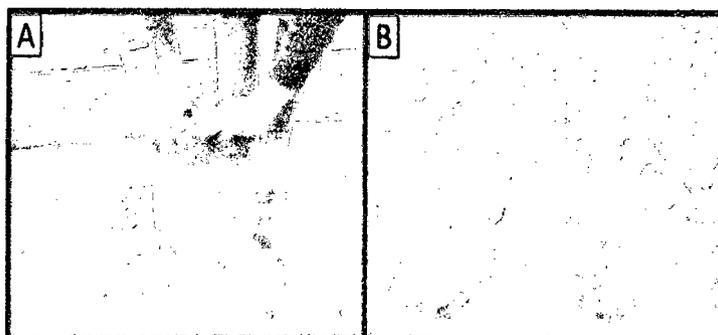


Foto 5: Aplicación de mulch. A. Realizando la aplicación de mulch en los plantones. B. Plantón libre de malezas.

#### **4.2.4 Variables evaluadas**

Las evaluaciones se realizaron en el vivero durante 8 meses a 12 plantones por parcela, 48 plantones por bloque, haciendo el total de 192 plantones estudiados (Foto 6).

##### **a. Número de hojas por planta**

Se evaluó a partir de los 60 días después de la emergencia de las semillas, la cual se procedió a contabilizar el número de hojas de cada plántula en estudios de cada tratamiento.

##### **b. Altura de plantas.**

Se contabilizó la medida de la altura de los plantones desde la base del cuello del tallo hasta la inserción de los peciolo a cada una de las plantas en estudio (unidad experimental) de cada tratamiento.

**c. Diámetro de tallo por planta**

Mediante el uso de vernier (pie de rey o calibrador), se registró la medida del diámetro del tallo de cada una de las plantas en estudio (unidad experimental) de cada tratamiento.

**d. Masa radicular**

Al final del experimento del experimento se procedió a la extracción de la raíz de los plantones seleccionadas al azar, con la finalidad de determinar la masa mediante el uso de una balanza analítica.

**e. Volumen de raíz**

Luego de determinar la masa radicular, se determinó el volumen de las raíces usando un vaso de precipitados con agua llenado al ras. Luego se sumergió las raíces en el agua. El volumen de agua se desalojó del vaso de precipitados, procediéndose de esta manera a obtener el volumen de las raíces el cual se evaluó en una probeta el que equivale al volumen en  $\text{cm}^3$ . En la foto 6, se muestra tres variables evaluadas sobre altura de planta, diámetro del tallo y análisis de raíces.



Foto 6: Variables evaluadas. A. Evaluación de altura de planta con regla milimetrada. B. Toma de diámetro con vernier digital. C. Análisis de raíces (masa y volumen de raíz).

**f. Relaciones de variables vegetativas Vs clima.**

- Relación entre temperatura promedio Vs número de hojas/planta
- Relación entre temperatura promedio Vs altura de planta.
- Relación entre temperatura promedio Vs diámetro de tallo.
- Relación entre humedad relativa Vs número de hojas/planta.
- Relación entre humedad relativa Vs altura de planta
- Relación entre precipitación pluvial Vs diámetro de tallo.
- Relación entre precipitación pluvial Vs número de hojas/planta.
- Relación entre precipitación pluvial Vs altura de planta
- Relación entre precipitación pluvial Vs diámetro de tallo.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Número de hojas por planta a los 8 meses DDS

Cuadro 6: Análisis de varianza para el Número de hojas por planta a los 8 meses DDS.

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
<b>Bloques</b>	0,04	3	0,01	0,42	0,7425 N.S
<b>Tratamientos</b>	0,90	3	0,30	10,02	0,0032 **
<b>Error experimental</b>	0,27	9	0,03		
<b>Total</b>	1,21	15			

$R^2 = 78,0\%$

C.V. = 1,37

$\mu = 12,70$

N.S: No significativo

\*\* : Altamente significativo

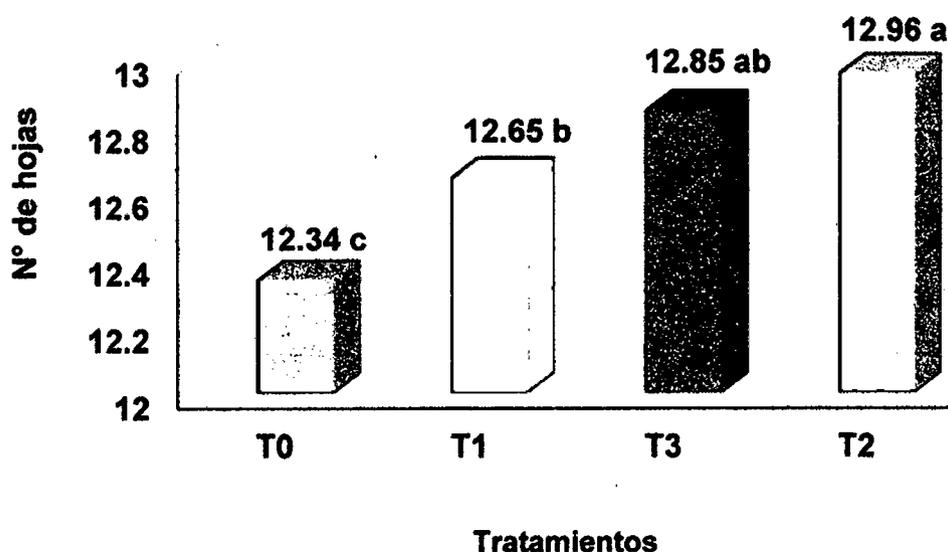


Grafico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de Numero de hojas.

Letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

## 5.2 Altura de planta a los 8 meses DDS

Cuadro 7: Análisis de varianza para la Altura de planta (cm) a los 8 meses DDS.

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,17	3	0,06	0,74	0,5535 N.S
Tratamientos	8,00	3	2,67	33,99	0,0001 **
Error experimental	0,71	9	0,08		
Total	8,88	15			

$R^2 = 92,0\%$

C.V. = 1,64

$\mu = 17,09$

N.S: No significativo

\*\* : Altamente significativo

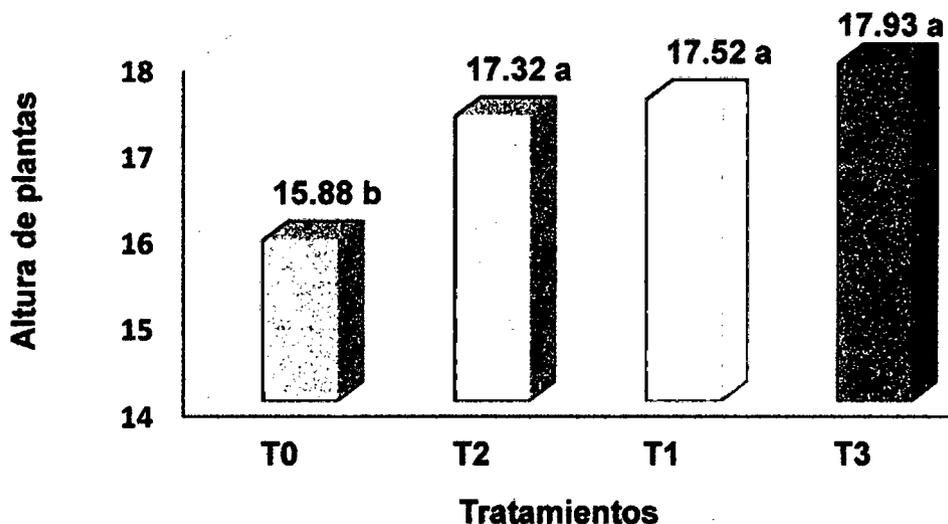


Grafico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de altura de planta.

Letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### 5.3 Diámetro del tallo a los 8 meses DDS

Cuadro 8: Análisis de varianza para el Diámetro del tallo (cm) a los 8 meses DDS.

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,07	3	0,02	0,53	0,6711 N.S
Tratamientos	0.98	3	0,33	6,97	0,0101 *
Error experimental	0,42	9	0,05		
Total	1,47	15			

$R^2 = 71,0\%$

C.V. = 4,55

$\mu = 4,75$

N.S: No significativo

\*: Significativo

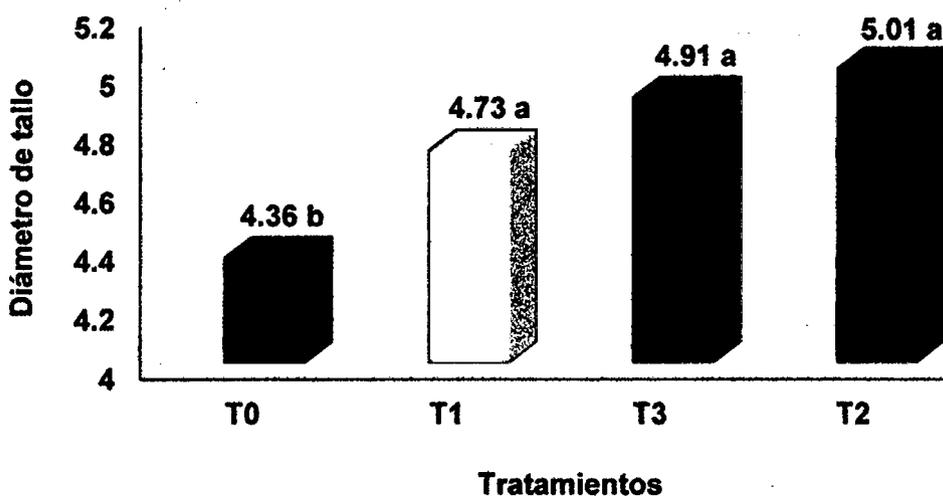


Grafico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de diámetro del tallo.

Letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### 5.4 Masa radicular a los 8 meses DDS

Cuadro 9: Análisis de varianza para masa radicular (g) a los 8 meses DDS

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	75,81	3	25,27	1,84	0,2110 N.S
Tratamientos	2189,19	3	729,73	52,99	0,0001 *
Error experimental	123,94	9	13,77		
Total	2388,94	15			

$R^2 = 95,0\%$

C.V. = 3,88

$\mu = 95,69$

N.S: No significativo

\*\*: Altamente significativo

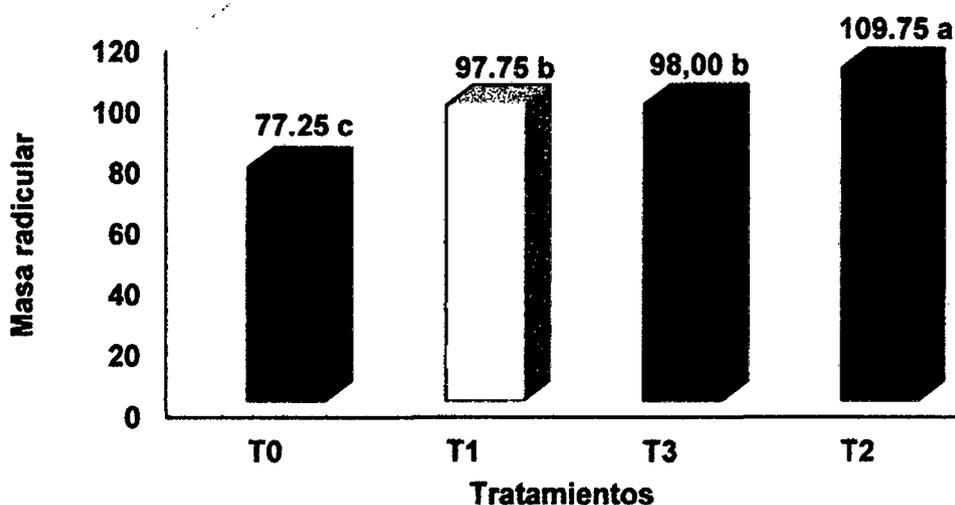


Grafico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de masa radicular (g).

Letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### 5.5 Volumen de raíz a los 8 meses DDS

Cuadro 10: Análisis de varianza para el volumen de raíz (cm<sup>3</sup>) a los 8 meses DDS.

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
<b>Bloques</b>	144,31	3	48,10	0,94	0,4591 N.S
<b>Tratamientos</b>	5161,69	3	1720,56	33,78	0,0001 *
<b>Error experimental</b>	458,44	9	50,94		
<b>Total</b>	5764,44	15			

R<sup>2</sup> = 92,0%

C.V. = 8,62

μ = 82,81

N.S: No significativo

\*\* : Altamente significativo

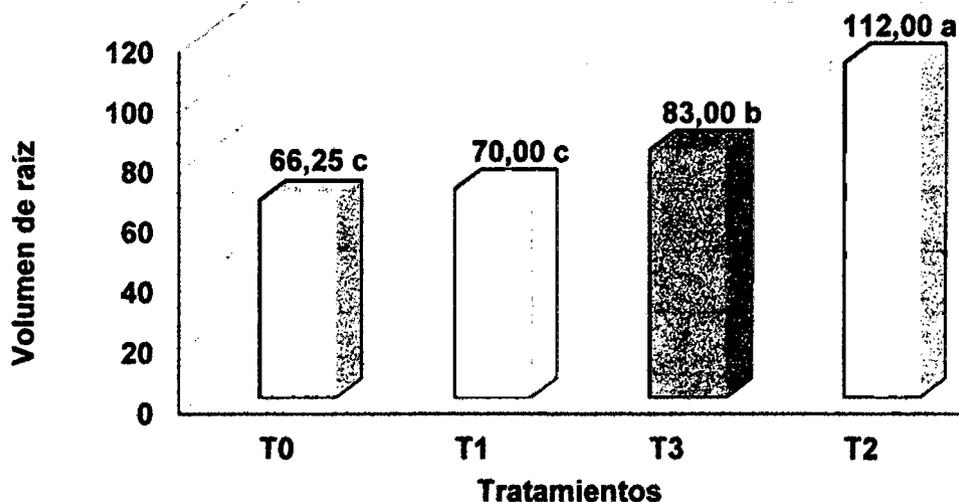


Grafico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para los promedios de volumen de raíz.

Letras distintas indican diferencias significativas. Duncan (p≤0,05).

## 5.6 Relaciones de variables vegetativas Vs clima.

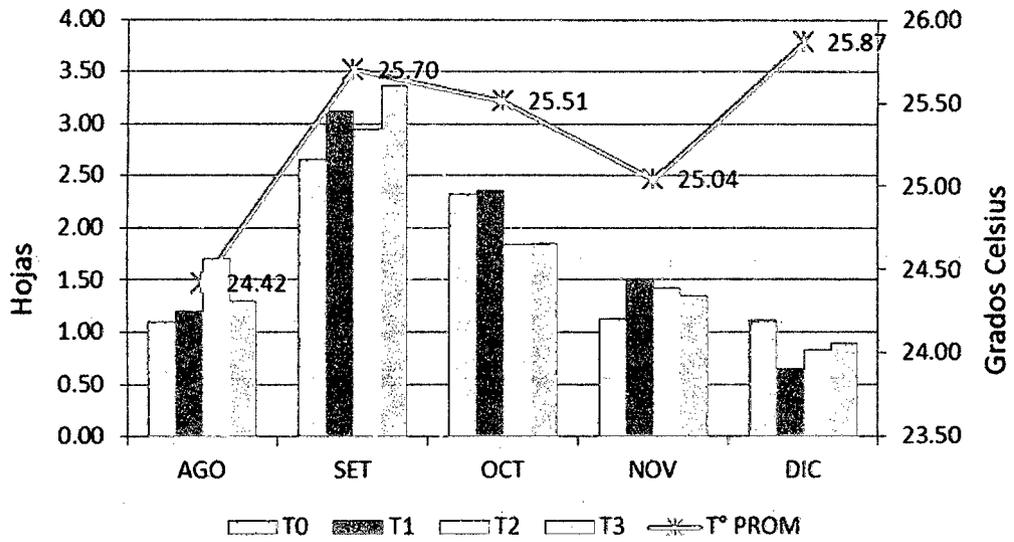


Gráfico 6: Relación entre temperatura promedio Vs número de hojas/planta.

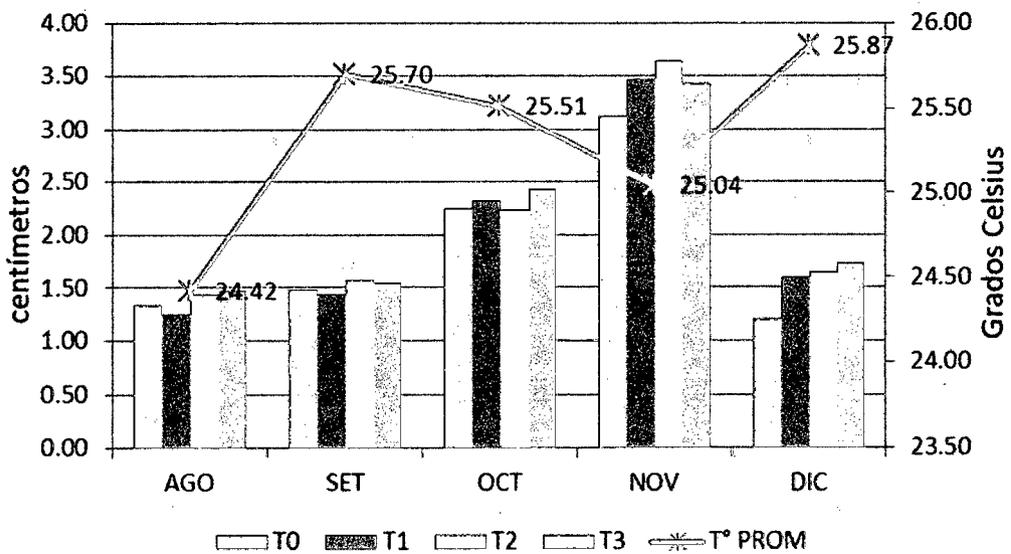


Gráfico 7: Relación entre temperatura promedio Vs altura de planta

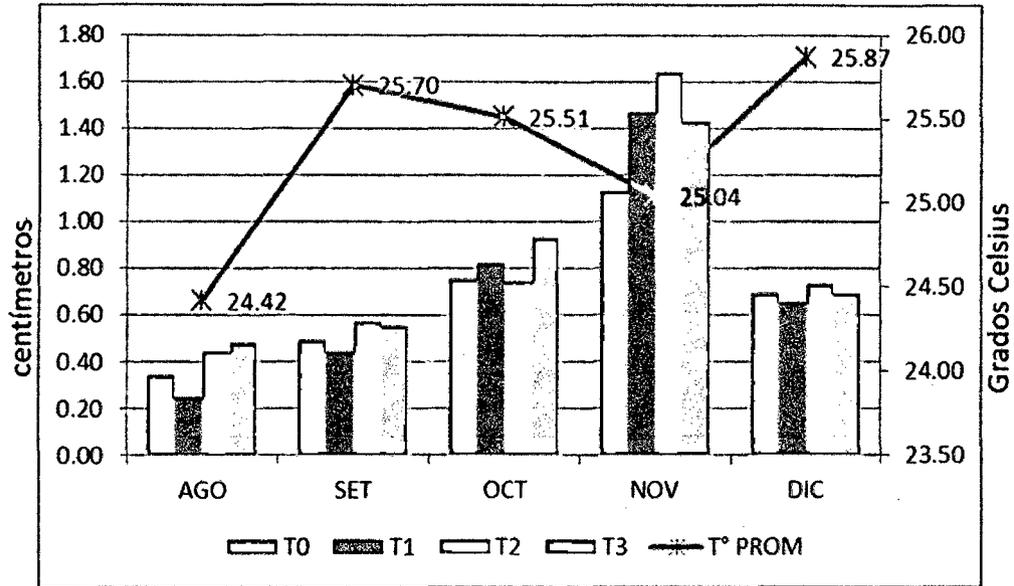


Gráfico 8: Relación entre temperatura promedio Vs diámetro de tallo

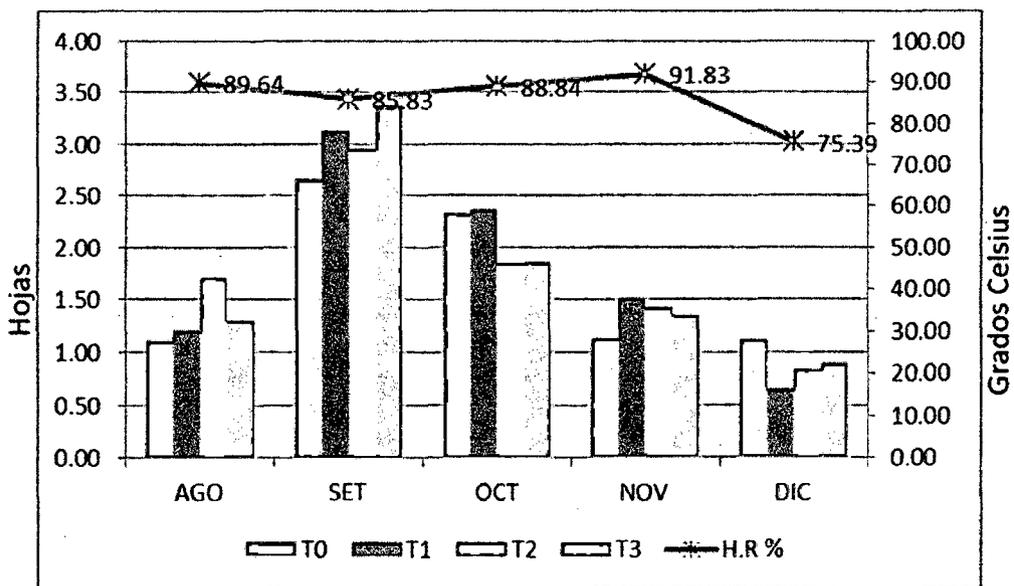


Gráfico 9: Relación entre humedad relativa Vs número de hojas/planta

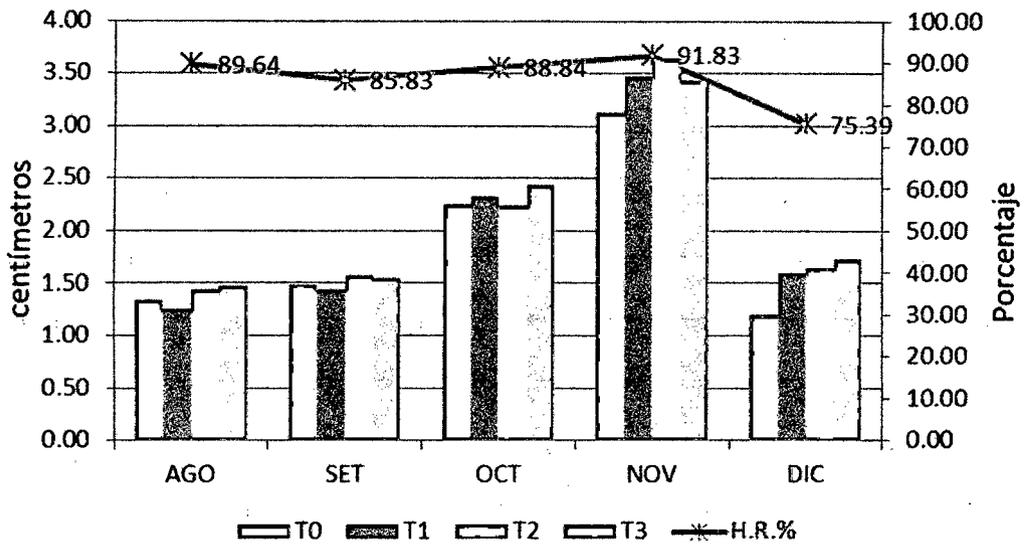


Gráfico 10: Relación entre humedad relativa Vs altura de planta

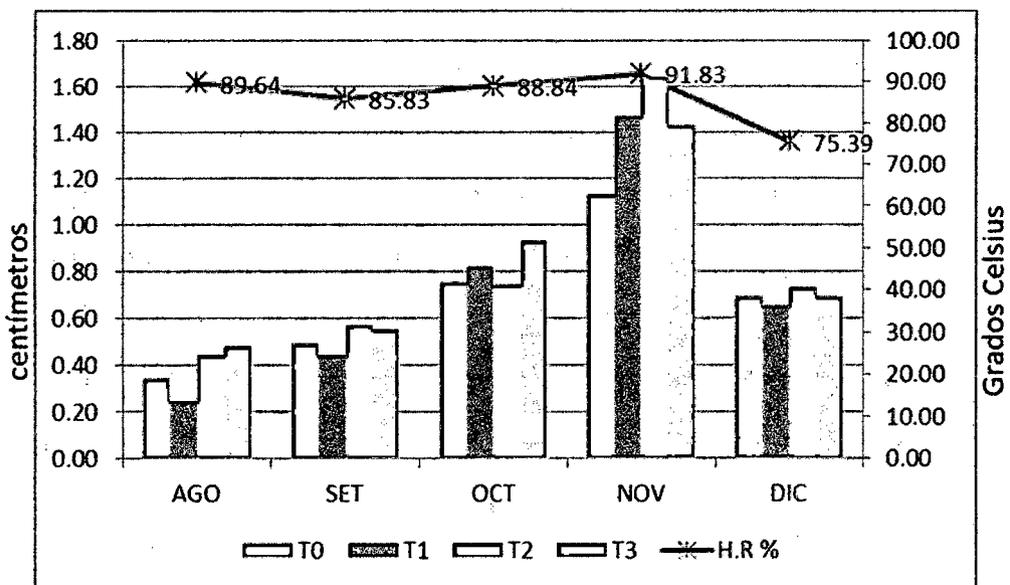


Gráfico 11: Relación entre humedad relativa Vs diámetro de tallo

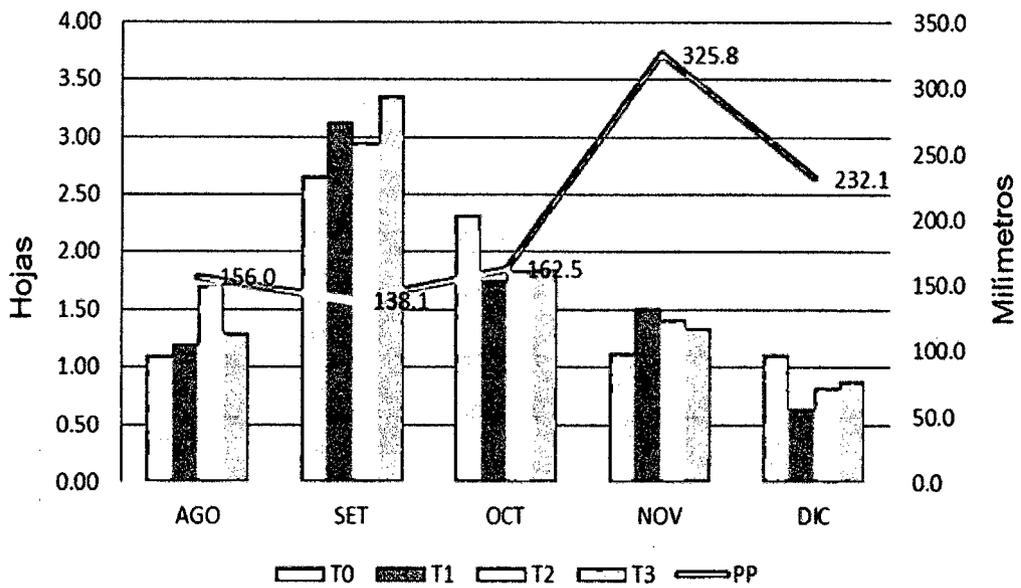


Gráfico 12: Relación entre precipitación Vs número de hojas por planta

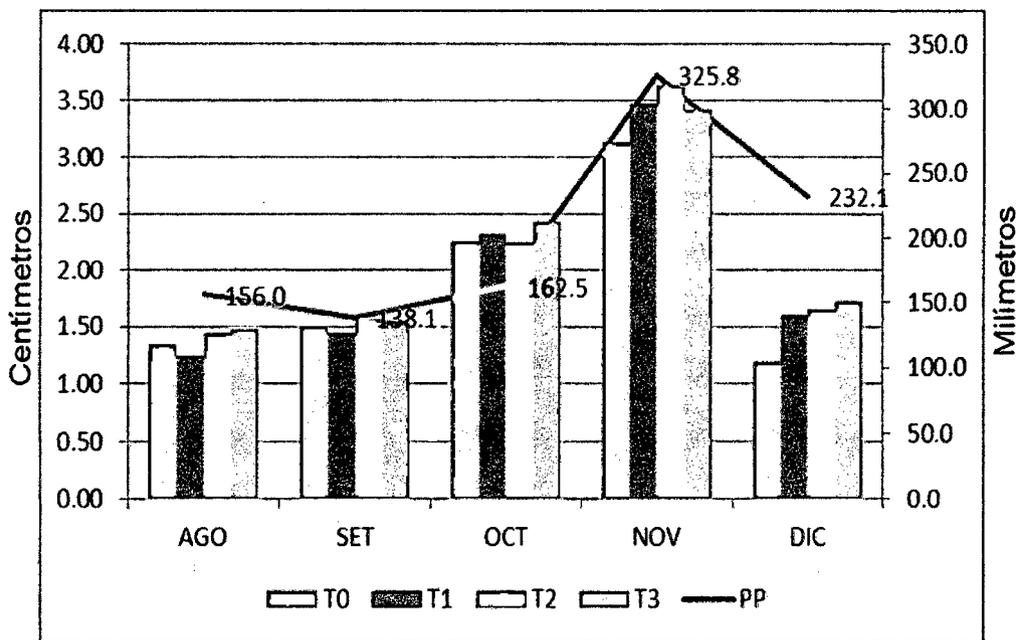
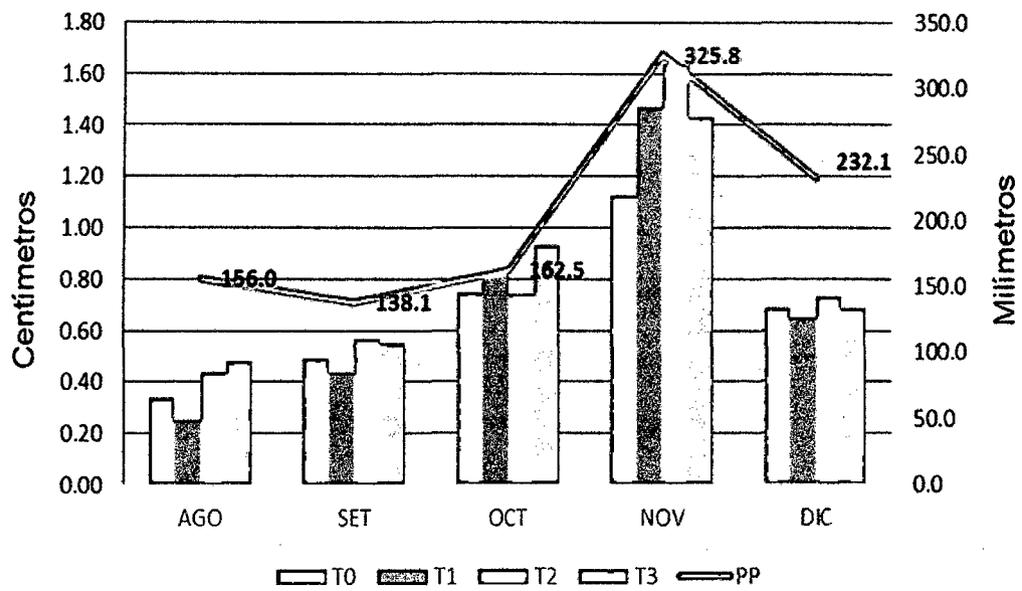


Gráfico 13: Relación entre precipitación Vs altura de planta.



**Gráfico 14: Relación entre precipitación Vs diámetro de tallo**

## VI. DISCUSIONES

### 6.1 Del número de hojas por planta a los 8 meses después de la siembra (DDS)

El Cuadro 6, presenta el análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 8 meses después de la siembra (DDS) el cual nos muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos, mas no entre los bloques, esto lo confirma Loo (2008) el cual hace referencia que la aplicación de los desechos orgánicos influyó en la emisión foliar de la palma a los 219 días después de la siembra (DDS) en el estudio que realizó en vivero de palma aceitera en el país de Ecuador.

El Coeficiente de Variabilidad de 1,37% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un  $R^2$  de 78%, indicándonos que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamiento para esta variable propuesto por Calzada (1982).

Realizada la prueba de significación de Duncan ( $P>0.05$ ) (Gráfico 1), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos estudiados donde el tratamiento T2 (80% T0 + 20% desechos industriales) arrojó el mayor promedio con 12,96 hojas/plantas, siendo estadísticamente igual al promedio obtenido por el tratamiento T3 (70% T0 + 30% desechos industriales) con promedio de 12,85 hojas/planta superando estadísticamente al tratamiento T1 (90% T0 + 10% desechos industriales) con promedio de 12,65 hojas/planta y el T0 (Sustrato utilizado por Palmas del

Shanusi) con promedio de 12,34, que mostró la menor cantidad de hojas/planta a los 8 meses DDS.

El mayor número de hojas encontradas en los tratamientos T2 y T3, estuvo relacionado de que a mayores dosis de desechos industriales más el agregado del 90 y 80% (T0) del sustrato que utiliza la Empresa Palma Aceitera S.A., se prevé que incrementa la actividad biológica y mejora las propiedades físicas y químicas del sustrato, traduciéndose en mayor disponibilidad de nutrientes (N, P y K y otros elementos nutricionales), razón por la cual se produjo mayor crecimiento estructural de la plantas mayor performance fotosintética y por ende en un mayor producción del número de hojas; mostrando bondades muy valiosas, los desechos industriales y el sustrato usado de la empresa como fuente de nutrimento asimilable para los plantones de palma aceitera en la etapa de vivero, cuyas apreciaciones concuerdan con lo que indican Ansorena (1994); Cervantes (2004); Altieri y Nicholls (2006), quienes indican que los abonos orgánicos, tienen propiedades especiales y que ejercen efectos sobre los suelos, aumentan la fertilidad de este y el efecto en conjunto se prioriza en el incremento del número de hojas.

Las respuestas del incremento del número de hojas, concuerdan con Sierra (1990) y Rojas *et al.*, (1993), quienes manifiestan que el uso de las rocas fosfóricas, son minerales ricos en fósforo, que generalmente presentan un alto contenido de calcio. La función del fósforo dio mayor performance fotosintética, mayor crecimiento estructura, de la planta. El calcio fortaleció la

pared celular, brindando mayor vigorosidad y mayor protección a las plantas de palma aceitera tratadas con mayores dosis de desechos industriales. Así mismo el calcio y magnesio de la roca fosfórica y de la dolomita disminuyeron la acidez del suelo, como consecuencia hubo mayor disponibilidad de nutrientes en el sustrato (Sierra 1990, Meléndez y Molina 2001), las cuales ejercieron influencia también para que se incremente el número de hojas.

## **6.2 De la altura de planta a los 8 meses después de la siembra (DDS)**

El Cuadro 7, presenta el análisis de varianza para altura de planta a los 8 meses después de la siembra (DDS) el cual nos muestra que hay alta diferencia significativa entre los tratamientos, mas no entre los bloques, esto lo confirma Miranda, (2012) el cual menciona que la aplicación de estos desechos orgánicos, obtuvieron resultados muy favorables en comparación con el uso de fertilizantes inorgánicos.

El Coeficiente de Variabilidad de 1,64% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un  $R^2$  de 92%, lo cual indica que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamiento para esta variable propuesto por Calzada (1982).

Realizada la prueba de significación de Duncan ( $P>0.05$ ) (Gráfico 2), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados., donde los tratamientos T3 (70% T0 + 30% desechos industriales), T1 (90% T0 + 10% desechos industriales), y T2 (80% T0 + 20% desechos industriales) los cuales obtuvieron promedios de 17,63 cm, 17,52

cm y 17,32 de altura de planta respectivamente no muestran diferencias estadísticas entre sí; siendo el T3 el tratamiento que mostró la mayor altura de planta y el T0 (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio 15,88 la menor altura.

La variabilidad de altura de planta también estuvo relacionado con la aplicación de mayores dosis de desechos industriales más el agregado del 90, 80% y 70% del sustrato que utiliza la Empresa Palmas del Shanusi S.A, cuyo efecto conllevaron a una mayor actividad biológica y renovación de las propiedades físicas químicas y biológicas del sustrato, promoviendo mayor desarrollo de los plantones de palma aceitera. Similares resultados mostraron Ansorena (1994); Cervantes (2004) Benedetti *et al.*, (1998) y Altieri y Nicholls, quienes efectuaron trabajos relacionados con los abonos orgánicos y sus efectos en las plantas y sostienen que estos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas e incrementan la fertilidad del suelo.

### **6.3 Del diámetro del tallo a los 8 meses después de la siembra (DDS)**

El Cuadro 8, presenta el análisis de varianza para el diámetro de tallo a los 8 meses después de la siembra (DDS) el cual nos muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos, mas no entre los bloques, esto lo confirma Loor (2008) el cual hace referencia que la aplicación de los desechos orgánicos influyó en el incremento en diámetro del tallo de la palma a los 219 días después de la siembra (DDS).

El Coeficiente de Variabilidad de 4,55% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un  $R^2$  de 71%, lo cual indica que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamientos para este parámetro propuesto por Calzada (1982).

Realizada la prueba de significación de Duncan ( $P > 0.05$ ) (grafico 3), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde los tratamientos T2 (80% T0 + 20% desechos industriales), T3 (70% T0 + 30% desechos industriales y T1 (90% T0 + 10% desechos industriales los cuales obtuvieron promedios de 5,01 cm, 4,91 cm y 4,73 cm de diámetro de tallo respectivamente, no muestran diferencias estadísticas entre sí; siendo el T2 el tratamiento que mostró el mayor diámetro de tallo y el T0 (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio de 4,36 cm el menor diámetro de tallo.

Los desechos industriales tratadas en plantones de palma aceitera (Miranda, 2012) ejercieron influencia en el crecimiento del diámetro de tallo de los plantones, generando nutrientes en el sustrato (Coronado, 1995 ; Ullé, 1995; Sierra, 1990; Kass, 1996; Benedetti *et al.*, 1998; y Meléndez y Molina, 2001) en forma equilibrada que favoreció la nutrición de los plantones, proporcionando en dichos tratamientos reacciones fisiológicas y metabólicas en proporciones equitativas, explicándonos de esta manera por que el crecimiento del diámetro del tallo no tuvieron diferencia significativa entre ellos.

#### **6.4 De la masa radicular a los 8 meses después de la siembra (DDS)**

El Cuadro 9 presenta el análisis de varianza para masa radicular a los 8 meses después de la siembra (DDS), el cual nos muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos, mas no entre los bloques, resultados que tienen mucha relación con Bonato (2008), al afirmar que todos los tratamientos con aplicaciones de desechos orgánicos, ejercieron efecto en la estimulación de sistema radical en la palma de aceite incrementando la cantidad de raíces terciarias y cuaternarias que son las de mayor importancia para la nutrición de la palma, visualmente notó que las plantas tratadas con el tratamiento de desechos orgánicos tuvieron un mayor incremento en peso y volumen.

El Coeficiente de Variabilidad de 3,88% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un  $R^2$  de 95%, indicándonos que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamiento para esta variable propuesto por Calzada (1982).

Realizada la prueba de significación de Duncan ( $P>0.05$ ) (Gráfico 4), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T2 (80% T0 + 20% desechos industriales) obtuvo el mayor promedio con 109,75 g de masa radicular, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los tratamientos T3 (70% T0 + 30% desechos industriales) y el T1 (90% T0 + 10% desechos industriales) con promedios de 98,00 g y 97,75 g de masa radicular respectivamente los cuales no muestran diferencias estadísticas entre sí y el T0 (Sustrato

utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio de 77,5 g obtuvo la menor masa radicular.

El mayor incremento de la masa radicular se relacionó con el T2 (90% T0 + 20% de desechos industriales), la misma que generó mayor disponibilidad de nutrientes al sustrato, favoreciendo el incremento del crecimiento de la masa radicular de los plantones de palma aceitera (Kass, 1996; Rojas *et al.*, 2003; Cervantes, 2004 y Miranda, 2012). También las condiciones climáticas especialmente la temperatura media, la precipitación total mensual y la humedad relativa mensual fueron propicias para que se produzca un mayor crecimiento de las raíces (Hartley 1988; Gonzáles, 2007 y Estación Meteorológica de Palmas de Shanusi, 2013).

#### **6.5 Del volumen de raíz a los 8 meses después de la siembra (DDS)**

El Cuadro 10 presenta el análisis de varianza para el volumen de raíz a los 8 meses después de la siembra (DDS), el cual nos muestra que hay alta diferencia significativa entre los tratamientos, mas no entre los bloques. El Coeficiente de Variabilidad de 8,62% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un R<sup>2</sup> de 92%, lo cual indica que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamiento para esta variable propuesto por Calzada (1982).

Realizada la prueba de significación de Duncan ( $P > 0.05$ ) (Gráfico 5), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos estudiados, donde el tratamiento T2 (80% T0 + 20% desechos

industriales) arrojó el mayor promedio con 112 cm<sup>3</sup> del volumen de raíz, superando estadísticamente al promedio obtenido por el tratamiento T3 (70% T0 + 30% desechos industriales) con promedio de 83 cm<sup>3</sup> volumen de raíz el cual a su vez también supera estadísticamente a los tratamientos T1 (90% T0 + 10% desechos industriales) y el T0 (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) con promedios de 70,00 cm<sup>3</sup> y 66,75 cm<sup>3</sup> de volumen de raíz respectivamente los cuales no muestran diferencias estadísticas entre sí y mostraron los menores volúmenes de raíz a los 8 meses DDS.

La aplicación de 20% de desechos industriales proporcionó mayor disponibilidad de nutrientes, originando que no solamente se incremente el crecimiento de la masa radicular, sino también que se haya mayor desarrollo del volumen de las raíces (Altieri y Nicholls, 2006; Miranda 2012; Meléndez y Molina, 2012).

## **6.6 Relación entre la T °C promedio Vs número de hojas/planta**

El grafico 6, muestra la relación existente entre la temperatura promedio y la producción mensual de hojas por planta, observándose que de agosto a setiembre, la temperatura se incrementó de 24,42 °C a 25,70 °C, asociado a una alta producción de hojas por planta, ya en el mes de octubre la temperatura va en descenso a 25,51°C, para el mes de noviembre la temperatura decayó a 25,04°C, esto asociado a una baja producción de hojas por planta, en el mes de diciembre, la temperatura se incrementó a 25,87 °C, coincidiendo con una baja producción de hojas, esto lo confirma SENAMHI (2013), el cual muestra que existe una relación entre la temperatura y la

producción acumulada de hojas por planta, que las variaciones que ocurren en la temperatura influyó en la producción de hojas por planta en los plantones de palma aceitera así lo demostró en el estudio realizado en distrito de Pongo del Caynarachi.

### **6.7 Relación entre la T °C promedio Vs altura de planta**

El Grafico 7 muestra la relación existente entre la temperatura y la altura de las plantas, observándose que de agosto a setiembre, la temperatura se incrementó de 24,42 °C a 25,70 °C, coincidiendo con un crecimiento lento de las plantas para todos los tratamientos, ya en el mes de octubre la temperatura va en descenso a 25,51°C, para el mes de noviembre la temperatura decayó a 25,04°C asociado a un rápido crecimiento de la altura de las plantas, en el mes de diciembre, la temperatura se incrementó a 25,87 °C, volviendo a coincidir con un crecimiento lento de las plantas para todos los tratamientos. Hartley (1988), menciona que la palma aceitera se ubica en aquellas zonas donde la temperatura fluctúa entre 24,0 °C a 30,0 °C.

### **6.8 Relación entre la T °C promedio Vs diámetro del tallo**

El grafico 8, muestra la relación existente entre la temperatura y el diámetro del tallo, observándose que de agosto a setiembre, la temperatura se incrementó de 24,42 °C a 25,70 °C, coincidiendo con un crecimiento lento del diámetro del tallo de las plantas, ya en el mes de octubre la temperatura va en descenso a 25,51°C, para el mes de noviembre la temperatura decayó a 25,04°C esto asociado a un acelerado crecimiento del tallo de las plantas, en el mes de diciembre, la temperatura se incrementó a 25,87 °C, coincidiendo

en un lento crecimiento del tallo en diámetro, esto lo confirma Gonzales (2007), el cual hace referencia a la reducción del crecimiento de las palmas cuando la temperatura incrementa.

#### **6.9 Relación entre la humedad relativa Vs número de hojas/planta**

El grafico 9, muestra la relación existente entre la humedad relativa y la producción mensual de hojas por planta, observándose que de agosto a setiembre la humedad relativa descendió de 89,64% y 85,83% respectivamente, coincidiendo con una alta producción mensual de hojas por planta, ya en el mes de octubre la humedad relativa aumenta a 88,84%, para el mes noviembre cuando el porcentaje de la humedad relativa aumenta a 91,83% hay una baja producción de hojas por planta, el mes de diciembre la humedad relativa disminuye a 75,39% esto asociado a una baja producción de hojas por planta, esto lo confirma SENAMHI (2013), confirma que las variaciones que ocurren en los porcentajes de la humedad relativa influyo en la producción de hojas por planta de los plantones de palma aceitera así lo demostró en el estudio realizado en distrito de Pongo del Caynarachi.

#### **6.10 Relación entre la humedad relativa Vs altura de planta**

El grafico 10, muestra la relación existente entre la humedad relativa y la altura de las plantas, observándose que de agosto a setiembre, la humedad relativa descendió de 89,64% a 85,83% respectivamente, coincidiendo con un crecimiento lento en altura de las plantas; ya en el mes de octubre la humedad relativa subió a 88,84%, para el mes de noviembre la humedad relativa fue de 91,83%, asociado a un rápido crecimiento de la altura de las plantas, en el

mes de diciembre la humedad relativa fue de 75,39%, asociado un crecimiento lento de las plantas.

#### **6.11 Relación entre la humedad relativa Vs diámetro del tallo**

El grafico 11, muestra la relación existente entre la humedad relativa y el diámetro del tallo, observándose que de agosto a setiembre la humedad relativa fluctuó de 89,64% a 85,83% esto asociado a un crecimiento lento del diámetro del tallo de las plantas; en el mes de octubre la humedad relativa se incrementa a 88,84 % coincidiendo con un rápido crecimiento del diámetro del tallo de las plantas , crecimiento que alcanza su punto máximo en el mes de noviembre con una humedad relativa de 91,83% el cual decae para el mes de diciembre con una humedad relativa de 75,39%. SENAMHI (2013), confirma que las variaciones que ocurren en los porcentajes de la humedad relativa influyen en incremento del diámetro del tallo de los plantones de palma aceitera así lo demostró en el estudio realizado en distrito de Pongo del Caynarachi.

#### **6.12 Relación entre la precipitación Vs número de hojas /planta**

El grafico 12, muestra la relación existente entre la precipitación y la producción mensual de hojas por planta, observándose que de agosto a setiembre, la precipitación disminuyo de 156.0 a 138 milímetros, asociado a una alta producción de hojas por planta, ya en el mes de octubre la precipitación asciende a 162.5 milímetros, para el mes de noviembre la precipitación sigue su ascenso a 325.8 milímetros esto asociado a una baja producción de hojas por planta, en el mes de diciembre, la precipitación

incrementó a 232.1 milímetros, coincidiendo con una baja producción de hojas, esto lo confirma SENAMHI (2013), el cual muestra que existe una relación entre la precipitación y la producción acumulada de hojas por planta, que las variaciones que ocurren en la precipitación influyo en la producción de hojas por planta en los plantones de palma aceitera así lo demostró en el estudio realizado en distrito de Pongo del Caynarachi.

### **6.13 Relación entre la precipitación Vs altura de planta**

El grafico 13, la relación existente entre la precipitación y la altura de las plantas, observándose que de agosto a setiembre, la precipitación disminuye de 156.0 a 138.1, coincidiendo con un crecimiento lento de las plantas para todos los tratamientos, en el mes de octubre la precipitación es de 162.5 milímetros, para el mes de noviembre la precipitación asciende a 325.8 milímetros asociado a un rápido crecimiento de la altura de las plantas, en el mes de diciembre, la precipitación desciende a 232.1 milímetros, coincidiendo con un crecimiento lento de las plantas para todos los tratamientos.

### **6.14 Relación entre la precipitación Vs diámetro del tallo**

El grafico 14, muestra la relación existente entre la precipitación y el diámetro del tallo, observándose que de agosto a setiembre, la precipitación descendió de 156.0 a 138.1 milímetros, coincidiendo con un crecimiento lento del diámetro del tallo de las plantas, ya en el mes de octubre la precipitación es de 162.5 milímetros, para el mes de noviembre la precipitación es de 325.8 milímetros esto asociado a un acelerado crecimiento del tallo de las plantas,

en el mes de diciembre, la precipitación descendió a 232.1 milímetros, coincidiendo en un lento crecimiento del tallo en diámetro.

## **VII. CONCLUSIONES**

- 7.1** El tratamiento T2 (80% T0 + 20% de desechos industriales, equivalente a 4 Kg de lodo por bolsa de 20 Kg.), fue la mejor dosis que determinó mejores resultados en la mayoría de las variables estudiadas.
- 7.2** Finalmente concluimos, que las condiciones climáticas del CC.PP.M Pampa Hermosa fueron favorables para el desarrollo de los plantones de palma aceitera, en condiciones de vivero.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** De acuerdo a los resultados obtenidos, bajo las condiciones climáticas del CC.PP.MM de Pampa Hermosa recomendamos que al momento de realizar la preparación del sustrato la aplicación del tratamiento T2 (80% T0 + 20% desechos industriales), equivalente a 4 Kg de lodo por bolsa, por ser la dosis de desecho industrial con el cual se obtuvo mayor número de hojas, mayor diámetro de tallo (cm), mayor masa radicular (g) y volumen de raíz (cm<sup>3</sup>) en los plántones de palma aceitera.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Agropecstar, (2006). *Reacción y encalado del suelo* (en línea). Consultado el 15 de Octubre del 2008. Disponible en <http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia2.htm>.
2. Altieri, M. A. y C. Nicholls. (2006). *Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo*. Revista de acceso abierto. (1), versión online [www.um.es/ojs/index.php/agroecologia/index](http://www.um.es/ojs/index.php/agroecologia/index).
3. Ansorena M. J. (1994). *Substratos: Propiedades y caracterización*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 172 pp.
4. Benedetti, A.; S. Canali; F. Lianello. (1998). *La fertilizzazione organica dei suoli*. En I Fertilizzanti Organici. Paolo Sequi (Ed.). Italia. Edizioni L'Informatore Agrario. p. 1-12.
5. Bertch, F, 1995. *La fertilidad de los suelos y su manejo*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 157 p.
6. Bonato O, (2008). "*Efecto de tecnologías orgánicas en la calidad del suelo y en la estimulación del desarrollo radical en palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en dos sitios*". Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
7. Calzada, J. (1982). "*Métodos Estadísticos para la Investigación*". 3era ed. Editorial Juridica S.A. Lima – Perú. Pág 178.
8. Campillo, R. 1990. *Roca Fosfórica. Nueva alternativa para la fertilización de praderas*. Investigación y progreso agropecuario Carillanca, (Chile). 9(3):31-34.
9. Castellanos, R., J. Z. (1980). *El estiércol como fuente de nitrógeno*. Seminarios Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales y Agropecuarias-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.

10. Cervantes M. A. (2004). *Los Abonos Orgánicos*. Disponible: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm).
11. Coronado, M. (1995). *Agricultura orgánica versus agricultura convencional*.
12. Emmus, P. (1991). *Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo*. Rodale Institute. p 11 – 13.
13. Escobedo, T. (2007). “*suelo y capacidad de uso mayor de la tierra del departamento de San Martín*”. Proyecto de zonificación ecológica y económica, convenio entre el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Gobierno Regional de San Martín. Iquitos .Perú. Pág.: 66 – 68 y 143 - 144.
14. Fedepalma, (2002). “*Ficha técnica: palma aceitera (Elaeis guineensis jacq)*”. Pág.: 43 – 51.
15. Franco, P. (2003). *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual técnico.
16. Gianella, F. (1993). *¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica?* Cultivando No 6. p 6-7.
17. Guerra, A; P. López, y F. Montes de Oca. (1995). *Fertilización órgano mineral en un suelo de baja fertilidad*. Resúmenes I Taller Nacional sobre Desertificación. Guantánamo p.58.
18. Gonzales, H, (2007). “*Cultivos industriales tropicales: café, cacao y palma aceitera*”.
19. Hartley, (1983). “*La palma de aceite*”, 1<sup>ra</sup> ed. Cecsa. México, (1983). Pág. 20.

20. Holdridge, L. R., W. G. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang & J. A. Tosi. (1984). *Forest environments in tropical life zones, a pilot study*. Pergamon Press Oxford. P. 747.
21. Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 619.
22. Julca, A., Meneses, L., Blas, R. y Bello, S. (2006). *La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura*. Idesia (Chile), 24(1), 13.
23. Kalmas, E y D. Vázquez. (1996). *Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. p. 27 – 28.
24. Kass, D. 1996. *Fertilidad de suelos*. Ed. Por J. Núñez. Editorial Universidad Estatal a Distancia, primera edición. San José, Costa Rica. 233 p.
25. Loor, G. (2008). "Estudio de la aplicación de abonos orgánicos en vivero de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) para optimizar el desarrollo en palmeras del Ecuador-Canton Shushufindi".
26. 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.
27. Meléndez, G.; Molina, E. 2001. *Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica*. Centro de investigaciones agronomicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 144 p.
28. Miranda. R, (2012). "Aprovechamiento y efecto del escobajo en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)".

29. Ortiz, V, Ruben, A. y Fernández, H, Oلمان. (1994). "*El cultivo de palma aceitera*". 1<sup>ra</sup> ed. Euned, Costa Rica, 1994. Pág 17.
30. Paretas, J. J.; J. L. Aspiolea; A. Avila; G. Crespo; S. González; M. López y M. Hernández. (1983). *Fertilización de Pastos y Forrajes. I Reunión Nacional de Agroquímica*. A.C.C. p.10.
31. Peña, E. (1998). *Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana .Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos*. INIFAT – UNICA. p 27.
32. Peláez, C. (2004). *Compostaje y uso en pre vivero de subproductos de la Palma de aceite*. Ambisa, 37.
33. PDVSA, 1997. *Dolomita* (en línea). Consultado el 15 de Octubre del 2008. Disponible en <http://www.pdvsa.com/lexico/museo/minerales/dolomita.htm>.
34. Raygada, Z, (2005). "*Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera*". 1ra ed. Apa, Lima, 2005. Pág. 56 – 102.
35. Rojas, C; Campillo, R., y Besoain, E. 1993. *Uso de rocas fosfóricas en agricultura*. Investigación y progreso agropecuario La Platina (Chile). (79):30-33.
36. Rothschuh, J. (1983). "*La palma africana*". 1ra ed. Midini-a Nicaragua, Pag 1.
37. Sendra, J. B. (1996). *Fertilización del arroz*. Horticultura. Agric. Vergel. N° 12: 244.
38. Sosa, O. (2005). *Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas*.
39. SENAMHI, (2013). *Influencia del clima, en la fase germinativa del cultivo de la palma aceitera, variedad datilera, en el distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas*.

40. Sepúlveda, G., Beoain, E y Molina, R. 1997. *Rocas fosfóricas chilenas. II. Eficiencia agronómica y su uso como fertilizantes fosfatados en suelos volcánicos*. Agricultura Técnica (Chile) 57: 225-241.
41. Sierra, C. 1990. *Rocas Fosfóricas: Nueva fuente de fósforo para praderas y cultivos*. Boletín Técnico INIA, Remehue, Chile. N°159. 9p
42. Torres, R., (2004). *Proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera*. Revista Palmas 25(2) ,377-387.
43. Ullé, J. A. (1999). *Agricultura orgánica: fermentación de residuos*.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “Efecto de tres dosis de desechos industriales en el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en condiciones de vivero en el CC.PP.MM. de Pampa Hermosa – Loreto”, se llevó a cabo con la finalidad de evaluar y determinar el efecto de la mejor dosis de desechos industriales en el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera en condiciones de vivero, así como de establecer la relación entre la variabilidad climática y el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Número de hojas/planta, altura de plantas, diámetro de tallo/planta, masa radicular, volumen de raíz y las relaciones de variables vegetativas versus el clima: (temperatura promedio, humedad relativa y precipitación versus altura, diámetro y número de hojas/planta). Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T2 (80% T0 + 20% de desechos industriales, equivalente a 4 kg de lodo por bolsa de 20 kg), fue el mejor tratamiento, cuyos efectos se viabilizaron en la obtención de resultados significativos en la mayoría de las variables estudiadas, así mismo las condiciones climáticas del CC.PP.MM. de Pampa Hermosa fueron favorables para el desarrollo de los plántones de palma aceitera en condiciones de vivero.

**Palabras Claves:** Efecto, dosis, desechos, industriales, desarrollo, vegetativo, vivero, plántones, variables.

## SUMMARY

The present investigation entitled "Effect of three doses of industrial wastes in the vegetative development of seedlings of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) under nursery conditions in CC.PP.MM. Pampa Hermosa - Loreto ", was carried out in order to assess and determine the effect of the highest dose of industrial wastes in the vegetative development of seedlings of oil palm nursery conditions, and to establish the relationship between variability climatic and vegetative growth of oil palm seedlings. Comprehensive Statistical Design random (RCBD) with four treatments and four replications was used blocks. The variables evaluated were: number of leaves / plant, plant height, stem diameter/plant, root mass, root volume and relationships of vegetative versus climate variables (average temperature, relative humidity and precipitation versus height, diameter and number of leaves/plant). The results indicate that treatment T2 (T0 + 80% 20% industrial waste, equivalent to 4 kg of sludge per bag of 20 kg) was the best treatment, the effects are made feasible in obtaining significant results in most of the variables studied, also the climatic conditions of CC.PP.MM. Pampa Hermosa were favorable for the development of oil palm seedlings in nursery conditions.

**Keywords:** effect, dosage, scrap, industrial, development, vegetative, nursery, seedlings, variables.

# **ANEXOS**

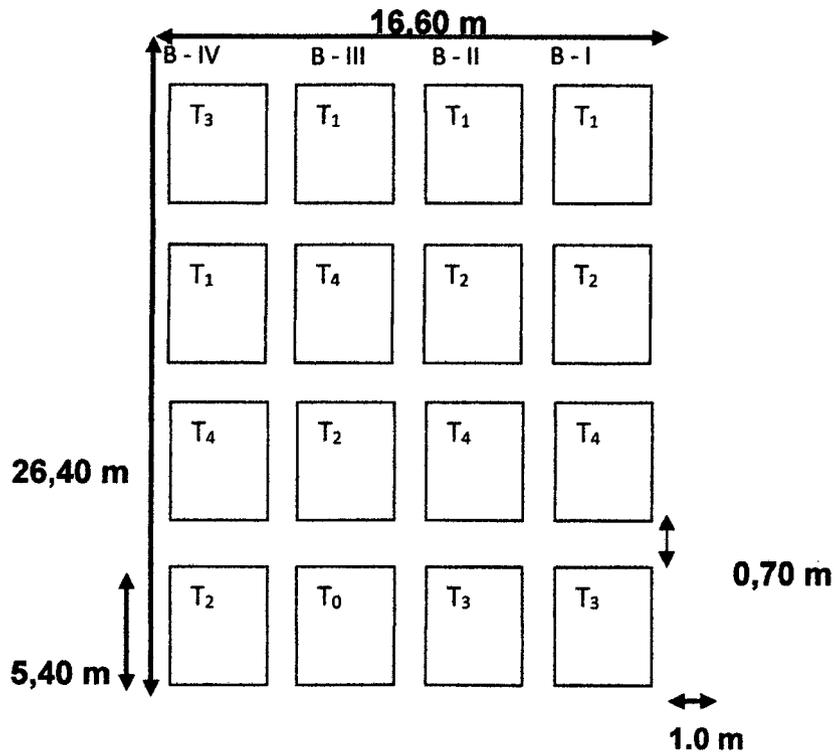


Figura 1: Croquis de Campo Experimento

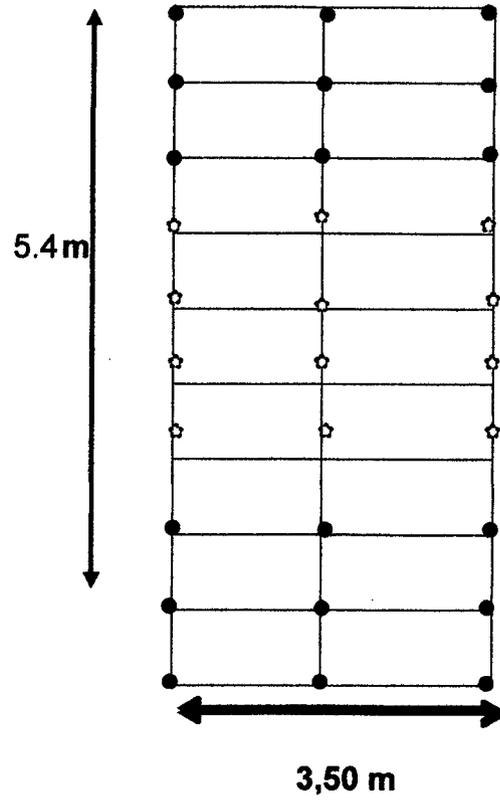


Figura 2: Detalle de la unidad experimental

### Cuadro 11: Análisis del lodo

Nº Solicitud: **AFER010-12**  
 SOLICITANTE: **Industrias del Shanusi S.A. (Att. Jason Ramirez G.)**  
 PROCEDENCIA: **Centro poblado-Yurimaguas-Alto Amazonas-Loreto**

FECHA DE MUESTREO : **28/07/2013**  
 FECHA DE RECEP. LAB : **06/08/2013**  
 FECHA DE REPORTE : **11/08/2013**

Tipo de fertilizante: **Lodo**

Número de Muestra				pH	C.E. dS/m	N %	P %	S- $SO_4^{2-}$ %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Sodio %	Zinc ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Hierro ppm	Boro ppm	M.S. %
Laboratorio	Campo																	
12	09	19	M1	6.88	863	0.60	1.22	1.70	0.20	0.87	0.47	0.10	138.9	58.7	213.3	19500	240.8	13.46

**MÉTODOS:**

pH : Potenciómetro (12)  
 CONDUCT. ELECTRICA : Conductímetro (12)  
 NITROGENO : Kjeldhal  
 FOSFORO : Digestion  $HNO_3.HClO_4$  (4:1) / Espectroscopia UV-Vis ( $\lambda=420$  nm)  
 AZUFRE : Digestion  $HNO_3.HClO_4$  (4:1) / Turbidimetría  
 SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO : Digestion  $HNO_3.HClO_4$  (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica  
 HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO, CADMIO : Digestion  $HNO_3.HClO_4$  (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica  
 BORO : Digestion  $HNO_3.HClO_4$  (4:1) / Espectroscopia UV-Vis ( $\lambda=555$  nm)  
 MATERIA ORGANICA : Calcinación

**Inq. MSc. Luis Zúñiga Cernades**  
 Especialista Suelos ICT

La Banda de Shilcayo, 11 de Agosto del 2013

Cuadro 12: Costos de Producción para T0

Rubro	Unidad	Costo Unitario S/.	Cantidad	costo Total S/.
<b>A. costos Directos</b>				
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>256.70</b>
Llenado de bolsa	Jornal	19.76	2.4	47.42
transporte de bolsa	Viajes	233	0.38	88.54
Estibadores	Jornal	19.76	1	19.76
Distribucion de bolsas	Jornal	19.76	0.45	8.89
Alineamiento de bolsas	Jornal	19.76	0.25	4.94
Siembra	Jornal	19.76	0.25	4.94
Riego	Jornal	19.76	1	19.76
Deshierbo	Jornal	19.76	0.06	1.19
Fertilizacion	Jornal	19.76	1	19.76
Evaluacion de plagas	Jornal	19.76	1	19.76
Colocacion de capa de mulch	Jornal	19.76	0.1	1.98
Aplicaciones fitosanitarias	Jornal	19.76	0.5	9.88
Aplicación de herbicida	Jornal	19.76	0.5	9.88
<b>2. Materiales e Insumos</b>				
<b>2.1 Insumos</b>				<b>700.69</b>
Semilla Pregerminada	Und	2.75	240	660
Lodo	Tn	0	0	0
Roca fosforica	kg	0.76	24	18.24
Dethomil (Insecticida)	kg	19.5	0.100	1.95
Farmathe (Fungicida)	Kg	22	0.25	5.5
Glifosato (herbicida)	L	20.00	0.75	15
<b>2. Materiales e Insumos</b>				
<b>2.2. Materiales</b>				
Zaranda 180 x180 cm	Unidad	20.00	0.25	5
zapapico	Unidad	15.00	0.25	3.75
Palana		15.00	0.25	3.75
Machete	Unidad	10.00	0.25	2.5
Rafia	Unidad	0.50	1.00	0.5
Pulverizador de mochila 20 litros	Unidad	150.00	0.25	37.5
Bolsas almacigueras 40 x45 cm	Paquete	46.00	2.5	115
Cordel	100 m	10.00	0.25	2.5
Analisis de suelo	unidad	75.00	0.25	18.75
<b>3. LEYES SOCIALES 52% M.O</b>				<b>133.48</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1146.64</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos Financieros (3,5% mensual)				321.06
Gastos Administrativos (8% C.D)				91.73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>412.79</b>
<b>TOTAL COSTOS DEPRODUCCION</b>				<b>1692.91</b>

Cuadro 13: Costos de Producción para T1

Rubro	Unidad	Costo Unitario S/.	Cantidad	costo Total S/.
<b>A. costos Directos</b>				
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>256.70</b>
Llenado de bolsa	Jornal	19.76	2.4	47.42
transporte de bolsa	Viajes	233	0.38	88.54
Estibadores	Jornal	19.76	1	19.76
Distribucion de bolsas	Jornal	19.76	0.45	8.89
Alineamiento de bolsas	Jornal	19.76	0.25	4.94
Siembra	Jornal	19.76	0.25	4.94
Riego	Jornal	19.76	1	19.76
Deshierbo	Jornal	19.76	0.06	1.19
Fertilizacion	Jornal	19.76	1	19.76
Evaluacion de plagas	Jornal	19.76	1	19.76
Colocacion de capa de mulch	Jornal	19.76	0.1	1.98
Aplicaciones fitosanitarias	Jornal	19.76	0.5	9.88
Aplicación de herbicida	Jornal	19.76	0.5	9.88
<b>2. Materiales e Insumos</b>				
<b>2.1 Insumos</b>				<b>700.69</b>
Semilla Pregerminada	Und	2.75	240	660
Lodo	Tn	0	0.48	0
Roca fosforica	kg	0.76	24	18.24
Dethomil (Insecticida)	kg	19.5	0.100	1.95
Farmathe (Fungicida)	Kg	22	0.25	5.5
Glifosato (herbicida)	L	20.00	0.75	15
<b>2.2. Materiales</b>				<b>189.25</b>
Zaranda 180 x180 cm	Unidad	20.00	0.25	5
zapapico	Unidad	15.00	0.25	3.75
Palana		15.00	0.25	3.75
Machete	Unidad	10.00	0.25	2.5
Rafia	Unidad	0.50	1.00	0.5
Pulverizador de mochila 20 litros	Unidad	150.00	0.25	37.5
Bolsas almacigueras 40 x45 cm	Paquete	46.00	2.5	115
Cordel	100 m	10.00	0.25	2.5
Analisis de suelo	unidad	75.00	0.25	18.75
<b>3. LEYES SOCIALES 52% M.O</b>				<b>133.48</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1146.64</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos Financieros (3,5% mensual)				321.06
Gastos Administrativos (8% C.D)				91.73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>412.79</b>
<b>TOTAL COSTOS DEPRODUCCION</b>				<b>1692.91</b>

Cuadro 14: Costos de Producción para T2

Rubro	Unidad	Costo Unitario S/.	Cantidad	costo Total S/.
<b>A. costos Directos</b>				
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>256.70</b>
Llenado de bolsa	Jornal	19.76	2.4	47.42
transporte de bolsa	Viajes	233	0.38	88.54
Estibadores	Jornal	19.76	1	19.76
Distribucion de bolsas	Jornal	19.76	0.45	8.89
Alineamiento de bolsas	Jornal	19.76	0.25	4.94
Siembra	Jornal	19.76	0.25	4.94
Riego	Jornal	19.76	1	19.76
Deshierbo	Jornal	19.76	0.06	1.19
Fertilizacion	Jornal	19.76	1	19.76
Evaluacion de plagas	Jornal	19.76	1	19.76
Colocacion de capa de mulch	Jornal	19.76	0.1	1.98
Aplicaciones fitosanitarias	Jornal	19.76	0.5	9.88
Aplicación de herbicida	Jornal	19.76	0.5	9.88
<b>2. Materiales e Insumos</b>				
<b>2.1 Insumos</b>				<b>700.69</b>
Semilla Pregerminada	Und	2.75	240	660
Lodo	Tn	0	0.96	0
Roca fosforica	kg	0.76	24	18.24
Dethomil (Insecticida)	kg	19.5	0.100	1.95
Farmathe (Fungicida)	Kg	22	0.25	5.5
Glifosato (herbicida)	L	20.00	0.75	15
<b>2.2. Materiales</b>				
<b>2.2. Materiales</b>				<b>189.25</b>
Zaranda 180 x180 cm	Unidad	20.00	0.25	5
zapapico	Unidad	15.00	0.25	3.75
Palana		15.00	0.25	3.75
Machete	Unidad	10.00	0.25	2.5
Rafia	Unidad	0.50	1.00	0.5
Pulverizador de mochila 20 litros	Unidad	150.00	0.25	37.5
Bolsas almacigueras 40 x45 cm	Paquete	46.00	2.5	115
Cordel	100 m	10.00	0.25	2.5
Analisis de suelo	unidad	75.00	0.25	18.75
<b>3. LEYES SOCIALES 52% M.O</b>				<b>133.48</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1146.64</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos Financieros (3,5% mensual)				321.06
Gastos Administrativos (8% C.D)				91.73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>412.79</b>
<b>TOTAL COSTOS DEPRODUCCION</b>				<b>1692.91</b>

Cuadro 15: Costos de Producción para T3

Rubro	Unidad	Costo Unitario S/.	Cantidad	costo Total S/.
<b>A. costos Directos</b>				
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>256.70</b>
Llenado de bolsa	Jornal	19.76	2.4	47.42
transporte de bolsa	Viajes	233	0.38	88.54
Estibadores	Jornal	19.76	1	19.76
Distribucion de bolsas	Jornal	19.76	0.45	8.89
Alineamiento de bolsas	Jornal	19.76	0.25	4.94
Siembra	Jornal	19.76	0.25	4.94
Riego	Jornal	19.76	1	19.76
Deshierbo	Jornal	19.76	0.06	1.19
Fertilizacion	Jornal	19.76	1	19.76
Evaluacion de plagas	Jornal	19.76	1	19.76
Colocacion de capa de mulch	Jornal	19.76	0.1	1.98
Aplicaciones fitosanitarias	Jornal	19.76	0.5	9.88
Aplicación de herbicida	Jornal	19.76	0.5	9.88
<b>2. Materiales e Insumos</b>				
<b>2.1 Insumos</b>				<b>700.69</b>
Semilla Pregerminada	Und	2.75	240	660
Lodo	Tn	0	1.44	0
Roca fosforica	kg	0.76	24	18.24
Dethomil (Insecticida)	kg	19.5	0.100	1.95
Farmathe (Fungicida)	Kg	22	0.25	5.5
Glifosato (herbicida)	L	20.00	0.75	15
<b>2.2. Materiales</b>				
<b>2.2. Materiales</b>				<b>189.25</b>
Zaranda 180 x180 cm	Unidad	20.00	0.25	5
zapapico	Unidad	15.00	0.25	3.75
Palana		15.00	0.25	3.75
Machete	Unidad	10.00	0.25	2.5
Rafia	Unidad	0.50	1.00	0.5
Pulverizador de mochila 20 litros	Unidad	150.00	0.25	37.5
Bolsas almacigueras 40 x45 cm	Paquete	46.00	2.5	115
Cordel	100 m	10.00	0.25	2.5
Analisis de suelo	unidad	75.00	0.25	18.75
<b>3. LEYES SOCIALES 52% M.O</b>				<b>133.48</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1146.64</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos Financieros (3,5% mensual)				321.06
Gastos Administrativos (8% C.D)				91.73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>412.79</b>
<b>TOTAL COSTOS DEPRODUCCION</b>				<b>1692.91</b>