# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

## ESCUELA DE AGRONOMÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
15/02/2010
BIBLIOTECA CENTRAL
U.N.U.
1528T

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

# *"Efecto de diferentes niveles de fertilización (N-P-K) sobre el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis, Jack.) en producción bajo un sistema de riego por goteo en un ultisol de Ucayali"*

**Autor: Bach. Victor Manuel Sandi Flores**

**PUCALLPA - PERÚ**

**2009**

# DEDICATORIA

A Dios por iluminarme y mostrarme
el camino correcto a seguir, por darme paciencia
y fuerza inagotable para llegar al final del recorrido.

A mi madre, que esta en el cielo
y que fue mi fortaleza en todo este
tiempo de formación académica

A mis hermanos, Ivette, Edgardo, Flavio,
Omar; Edward, Mireille y Marilu a quienes agradezco
por su apoyo permanente e interminable.

A aquellos amigos que en tiempo de penumbra,
fueron luz en mi vida, los quiero mucho.

# AGRADECIMIENTO


- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, por su esmerada labor a quienes estimo, respeto, reconozco y guardo una profunda gratitud.

- Al Ing. Raúl García Cavalie por su gentil colaboración en el asesoramiento de este trabajo.

- Al Sr. Valeriano Huamani Ysasi por su apoyo constante en el campo experimental.

- Al Ing. Eduardo Olaya García. por su valiosa colaboración, al facilitar los materiales para la realización del experimento.

- A Ángel Apagueño, Luís Bordoy, Roberto Ochavano, Gino Palma, Neyser López, Walter Ushñahua, Percy Cenepo, Milagros Delgado, Richard Manamú; mis amigos y todas las personas que fueron un ente importante en mi realización personal y profesional.

- Al Sr. Enrique Quispe y Juvencio Paredes por brindarnos las facilidades debidas en la ejecución del experimento

- A Maria Eugenia, por tu paciencia y amor interminable, siempre estarás presente en mi vida.

- Al Ing. Pablo Villegas Panduro por su apoyo para la realización de mi trabajo de tesis.

- A mis compañeros de trabajo por su especial apoyo, amistad y calidad humana.

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Dr. Gustavo H. Celi Arévalo.

Presidente

Ing. Alfonso Ramos Macedo.

Secretario

Ing. Celso Calle Serrano.

Miembro

Ing. Raúl García Cavalie, MSc

Asesor

Bach. Víctor Manuel Sandi Flores

Candidato

# ÍNDICE


| | Página |
|---|---|
| Resumen | vii |
| Lista de gráficos | ix |
| Lista de cuadros | x |
| Lista de figuras | xi |
| Lista de fotografías en Iconografía | xii |
| **I. INTRODUCCIÓN** | 1 |
| **II. MARCO TEÓRICO** | 2 |
| 2.1. ORIGEN | 2 |
| 2.2. TAXONOMÍA | 2 |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES | 2 |
| 2.3.1. Características morfológicas | 2 |
| 2.3.1.1. Raíz | 2 |
| 2.3.1.2. Tallo | 3 |
| 2.3.1.3. Hojas | 3 |
| 2.3.1.4. Flores y frutos | 4 |
| 2.4. VARIEDADES | 4 |
| 2.4.1. Dura | 4 |
| 2.4.2. Pisífera | 5 |
| 2.4.3. Tenera | 5 |
| 2.5. PRECIPITACIÓN | 5 |
| 2.6. TEMPERATURA | 5 |
| 2.7. BRILLO SOLAR | 6 |
| 2.8. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN | 6 |
| 2.9. FUNC. DE ELEMENTOS EN PLANTAS | 8 |
| 2.10. IMPORTANCIA DE AGUA PARA LAS PLANTAS | 9 |
| 2.11. EVAPOTRANSPIRACIÓN | 10 |
| 2.11.1. Evaporación y transpiración | 10 |
| 2.11.2. Ciclo hidrológico y balance energético | 10 |
| 2.11.3. Aplicación | 11 |
| 2.11.4. Factores que intervienen en el proceso de evapotrans. | 11 |
| 2.11.4.1. Uso consuntivo o evapotranspiración | 12 |
| 2.11.4.2. Evapotranspiración potencial | 12 |
| 2.11.4.3. Evapotranspiración máxima, real o efectiva | 13 |
| 2.11.4.4. Coeficiente de cultivo | 13 |
| 2.11.5. Necesidades de riego | 15 |
| 2.12. EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO | 16 |
| 2.12.1. Partes del sistema | 16 |
| 2.12.1.1. Fuente de agua | 16 |

2.12.1.2. Cabezal de riego 17
- Equipo de bombeo 17
- Equipo de filtrado 17

a) Filtro de anillos 17
- Equipos para fertirrigación 18

a) Fertilizadores diferenciales 18
b)Inyectores 18
c) Tanque de fertilización 18
d) Bomba de inyección 19
e) Equipos de fertirrigación automáticos 19
- La red de distribución 20

a. Tubería de conducción 20
b. Líneas emisoras o porta goteros 20
c. Emisores 20
d. Mangueras de riego 21

2.12.2.Ventajas del riego por goteo 21

**III. MATERIALES Y MÉTODOS** 23

3.1.Ubicación del campo experimental 23
3.2.Antecedentes del terreno 23
3.3.Características de clima y suelo 23
- Clima 23
- Suelo 23

3.4.Componentes estudiados 24
3.4.1.Cultivo de la palma aceitera 24
3.4.2.Fertilización 25
3.5.DISEÑO EXPERIMENTAL 25
3.5.1.Dimensiones experimentales 25
3.6.Ejecución del experimento 27
3.6.1.Demarcación del área 27
3.6.2.Instalación del sistema de riego 27
3.6.3.Riego 27
3.6.4 Equipos de control 28
3.6.5.Fertirriego 28
3.6.6.Control de malezas 29
- Plateo 29
- Mantenimiento de interlíneas 29

3.6.7.Control fitosanitario 29
3.6.8.Cosecha 30
3.7.Operacionalización de las variables 30

**IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN** 31

4.1. NUMERO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO 31
4.2. LONGITUD Y RADIO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO 31

4.3.PESO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO 33
4.4. RENDIMIENTO T/ha/año 34
4.5. RENTABILADAD ECONÓMICA 35
**V. CONCLUSIONES** 37
**VI. RECOMENDACIONES** 38
**VII. BIBLIOGRAFÍA** 39
**VIII. ANEXOS** 41
**IX. ICONOGRAFÍA** 49

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis, "Efecto de diferentes niveles de fertilización (N-P-K) sobre el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis,* Jack) en producción bajo un sistema de riego por goteo en un ultisol de Ucayali", se desarrolló en el caserío Las Palmeras Km. 47,600 CFB interior 3,0 Km. margen izquierdo (Pucallpa-Lima); distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali; con el objetivo de determinar el nivel de fertilización más adecuado para elevar el rendimiento de una plantación en producción de palma aceitera bajo un sistema de riego por goteo y determinar los costos de la tecnología propuesta.

Las variables fueron: peso de racimos de fruto fresco por planta, longitud de racimos de fruto fresco por planta, radio de fruto fresco por planta, número de racimos de fruto fresco por planta y rendimiento T/ha/año, se realizó por edad de plantación, con cobertura de kudzu ubicada en un ultisol.

La evaluación técnica se realizó comparando las variables de las plantas sometidas a los tratamientos T1 (solo riego); con los niveles 60-40-80 (T2); 80-60-110 (T3) y 100-80-140 (T4), para el cual se empleó un diseño de BCR con tres repeticiones utilizando para ello la prueba de promedio de Tukey y grados de libertad de 0,05.

El estudio concluye que el tratamiento T4 (100-80-140) es el mas recomendado para su aplicación en el cultivo de palma aceitera en plantaciones establecidas incrementándose la producción de 9,08 T/ha/año (solo riego) a 17,00 T/ha/año. Asimismo es rentable económicamente, siendo recomendable la aplicación de esta tecnología propuesta.



*Palabras claves: riego por goteo, rendimiento, fertilización*

## LISTA DE GRÁFICOS

**En el Texto**


| Gráfico | | Página |
|---|---|---|
| 1 | Esquema de variación del cultivo (Kc) | 15 |
| 2 | Rendimiento/T/ha/año | 35 |


**En el Anexo**


| | | |
|---|---|---|
| 1A | Evaporación observada (mm). Agost-07 a Marzo-08. Pucallpa-Perú.2 008 | 45 |
| 2A | Precipitación pluvial (mm). Agost-07 a Marzo-08. Pucallpa-Perú. 2 008 | 46 |

## LISTA DE CUADROS

### En el Texto


| Cuadro | | Página |
|---|---|---|
| 1 | Condiciones climáticas que permiten un alto rendimiento | 6 |
| 2 | Análisis químico de suelo del campo experimental | 24 |
| 3 | Niveles de fertilización /ha | 25 |
| 4 | Análisis de variancia | 25 |
| 5 | Número promedio RFF de palma aceitera (unids/parcela). Pucallpa-Perú. 2 008. | 31 |
| 6 | Longitud Promedio de RFF (cm./racimo).Pucallpa-Perú. 2 008 | 32 |
| 7 | Radio Promedio de RFF (cm./racimo).Pucallpa-Perú. 2 008 | 32 |
| 8 | Peso Promedio de RFF (Kg. /racimo). Pucallpa-Perú. 2 008 | 33 |
| 9 | Rendimiento/T/ha/año. Pucallpa-Perú. 2 008 | 35 |
| 10 | Utilidad y Relación B/C | 36 |


### En el Anexo


| | | |
|---|---|---|
| 1A | ANVA del número de RFF. Pucallpa-Perú. 2 008 | 41 |
| 2A | ANVA de longitud de RFF. Pucallpa-Perú. 2 008 | 42 |
| 3A | ANVA del radio de RFF. Pucallpa-Perú. 2 008 | 42 |
| 4A | ANVA del peso de RFF. Pucallpa-Perú. 2 008 | 42 |
| 5A | Escala de ingreso bruto en dólares. Pucallpa-Perú. 2 008 | 43 |
| 6A | Descripción del fertilizante urfos | 43 |
| 7A | Cantidad de fertilizantes/parcela aplicadas. Pucallpa-Perú.2 008 | 44 |
| 8A | EVT(x), EVP, Kc. Pucallpa-Perú. 2 008 | 45 |
| 9A | Precipitación efectiva y requerimiento de riego(mm).Pucallpa-Perú.2 008 | 46 |
| 10A | Costo de producción (T4) sin sistema de riego. Pucallpa-Perú. 2008 | 47 |
| 11A | Costo de producción T4) con sistema de riego. Pucallpa-Perú. 2008 | 48 |

## LISTA DE FIGURAS

**En el Texto**


| Figura | | Página |
|---|---|---|
| 1 | Esquema del sistema de riego por goteo | 22 |


**En el Anexo**


| | | |
|---|---|---|
| 1A | Mapa de ubicación del campo experimental | 41 |

## LISTA DE FOTOS EN ICONOGRAFÍA


| | | Página |
|---|---|---|
| 1 | Fuente de agua. Pucallpa-Perú. 2 008 | 49 |
| 2 | Bomba de succión. Pucallpa-Perú. 2 008 | 49 |
| 3 | Generador eléctrico de 2 000 Kw. Pucallpa-Perú. 2 008 | 50 |
| 4 | Instalación y acondicionamiento de las tuberías Pucallpa-Perú. 2 008. | 50 |
| 5 | Instalación de las mangueras del sistema de riego por goteo. Pucallpa-Perú. 2 008. | 51 |
| 6 | Conexión de mangueras de goteo. Pucallpa-Perú. 2 008 | 51 |
| 7 | Detalle de un gotero. Pucallpa-Perú. 2 008 | 52 |
| 8 | Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008 | 52 |
| 9 | Conector de extremo. Pucallpa-Perú. 2 008 | 53 |
| 10 | Bandeja de evaporación y pluviómetro Pucallpa-Perú. 2 008 | 53 |
| 11 | Racimos cosechados. Pucallpa-Perú. 2 008 | 54 |
| 12 | Adulto y pupa de *Castnia daedalus.* Pucallpa-Perú. 2 008 | 54 |
| 13 | Nido de *Brassolis sophorae*. Pucallpa-Perú. 2 008 | 55 |
| 14 | Destrucción de nido de *Brassolis sophorae.* Pucallpa-Perú. 2 008 | 55 |
| 15 | Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008 | 56 |
| 16 | Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008 | 56 |

# I. INTRODUCCIÓN

Los factores edáficos son limitantes tanto en el orden químico como en el físico, tales como; bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico (CIC). Los suelos de la amazonía son de baja fertilidad en los que predominan los ultisols y presentan alta saturación de aluminio.

Durante el transcurso de estos últimos años se ha notado una serie de problemas por los bajos rendimientos obtenidos por la gran mayoría de palmicultores ( 9 T/ha/año) siendo lo ideal de 20 a 25 T/ha/año debiéndose principalmente a una serie de factores edafoclimáticos como acidez de los suelos, el desbalance hídrico en los meses de Junio a octubre, la falta de un programa serio de fertilización que le permita al suelo restituir los nutrientes que este cultivo extrae a través de la producción de frutos y materia verde causando un rápido empobrecimiento y degradación del suelo.

Es así que el presente trabajo de investigación busca un nivel óptimo de fertilización que incremente el rendimiento del cultivo de palma aceitera en condiciones de riego tecnificado

# II. MARCO TEÓRICO

## 2.1. ORIGEN

La palma aceitera *(Elaeis guineensis,* Jack), es un cultivo tropical, originario del golfo de Guinea en África, se dispersó en la zona tropical del mundo a partir del siglo XVI.

Korytkowski y Aguilar (1 980), manifiestan que este cultivo fue introducida al Perú desde la Costa de Marfil - África y se inicia su siembra en la selva alta peruana en 1 968, en las pampas de Tocache, departamento de San Martín a 400 msnm.

## 2.2. TAXONOMÍA

En un estudio amplío, Coral F. (1 989), mencionan que la palma africana de aceite ha sido descrita por primera vez por Jackquin y clasificado de la siguiente manera.

Clase: monocotiledónea

Orden: palmales

Familia: palmae

Género: Elaeis

Especie: *Elaeis guineensis,* Jack

## 2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

#### 2.3.1.1. Raíz

Hartley (1 980) y Cárcamo (1 990), refieren que las raíces fasciculadas se desarrollan a partir del bulbo o cono basal macizo en la base del tallo en forma paralela y descendente de la superficie del suelo encontrándose especialmente entre los primeros 50 cm. al sistema radicular, se clasifican en:

**Raíces primarias**: son los que proceden de la base del tallo y alcanzan un diámetro de 5 a 10 mm raíces descendentes que permanecen más o menos constante en toda su longitud sirven únicamente como órgano de anclaje desempeñando poco o ningún papel en la absorción del agua y pueden alcanzar hasta tres metros de profundidad. Las raíces que recorren la parte superficial del terreno (paralelo a la superficie) y que pueden llegar hasta 10 m del tronco son las que dan origen a las raíces secundarías. (Hartley, 1 988)

**Raíces secundarias**: son las que proceden de las raíces primarias en forma ascendente y con un diámetro de 2 a 5 mm son las más numerosas en los niveles superiores cerca de la superficie, estas raíces pueden ser absorbentes aunque su principal función es de servir de portadores de las raíces terciarias (Hartley, 1 988)

**Raíces terciarias**: son las que a su vez originan raíces de un cuarto orden y tienen de 1 a 2 mm de diámetro (Hartley, 1 988)

**Raíces cuaternarias**: tienen un promedio de 0,5 mm de diámetro, La mayor concentración de estas raíces finas se halla en un radio de 40 cm de profundidad, es decir son las que desempeñan el papel de absorción de los elementos nutritivos juntamente con los ápices absorbentes de las primarías secundarias y terciarias (Hartley, 1 988)

#### 2.3.1.2. Tallo (estípete)

Hartley (1 982) y Cárcamo (1 990) mencionan que la *Elaeis guineensis,* es una palma empenachada que tiene un tallo columnar, sin ramificaciones, con entrenudos cortos crecen erectos llegando alcanzar una altura de 15 a 20 m. o más en su madurez.

El tronco es un poco más ancho hacia la base y tiende a conservar un diámetro uniforme en la parte superior.

#### 2.3.1.3. Hojas

De acuerdo a Hartley (1 982), la hoja madura es pinnada simple, produciendo foliolos lineales o pinnas a cada lado pecíolo, Este puede dividirse

en dos zonas: El raquis que lleva los foliolos y el pecíolo que es mucho más corto que el raquis y produce solo espinas laterales. En la unión del pecíolo con el raquis se encuentran pequeños foliolos con vestigios de láminas.

Las espinas son de dos clases: las espinas fibrosas son aquellas que se encuentran en el pecíolo, son muy regulares y están formados en la base de la vaina de la hoja, y las espinas del nervio central que tiene la misma irregularidad en disposición que los foliolos bien desarrollados en la hoja.

El pecíolo es un cuerpo fibroso, duro que alcanza 3 m de largo, en el ápice es casi circular, pero el centro del raquis es asimétrico en las que se insertan los foliolos. Los foliolos se producen por la división de una hoja entera durante el alargamiento de la hoja (Hartley, 1 988)

#### 2.3.1.4. Flores y frutos

La palma es una planta monoica con inflorescencia masculina y femenina y a veces hermafroditas (plantas jóvenes que se desarrollan en las axilas de las hojas) (Hartley, 1 982), La inflorescencia masculina, es un espádice compuesto de un pedúnculo fuerte que contienen 200 espiguillas con flores sésiles en número de 700 a 1 200.

La inflorescencia femenina, también es un espádice fuerte cada flor esta encerrada en un alveolo formado por una bráctea, las espiguillas en número de 200 con 5 a 30 flores por espiguilla las flores femeninas son receptivas hasta 36 y 48 horas de la antesis (Coral, 1 989).

El **fruto** es una drupa producida en un gran racimo compacto la pulpa fruto que suministra el aceite, rodea un cuesco cuya cáscara encierra a la almendra de la palma (Hartley, 1 982 y Cárcarno, 1 990)

## 2.4. VARIEDADES

### 2.4.1. DURA

Es la más difundida en las plantaciones industriales sobre todo en Asia donde se emplea la dura Deli que resulta la cruza dura por dura llevada a cabo en

Indonesia en región llamada Deli. La dura posee una nuez (endospermo) con una cubierta dura y grasosa; tolera un amplio margen de condiciones ambientales con rendimientos bastantes buenos (Bernard, 1 970)

### 2.4.2. PISÍFERA

Su principal característica es que tiene un alto porcentaje de pulpa, sin cáscara y muy pequeña almendra; es altamente estéril. (Bernard, 1 970)

### 2.4.3. TENERA

Es el resultado de la cruza DURA por PISÍFERA, muy difundida en África y América, el fruto tiene la cutícula bastante delgada fácil de romper y la pulpa ocupa un mayor volumen. El punto de desventaja de la tenera es que con el tiempo se degenera con tendencia a la forma Pisífera que es inadecuadamente económica (Bernard, 1 970)

## 2.5. PRECIPITACIÓN

Es necesario una precipitación media anual de 1 800 mm, bien distribuida a lo largo del año, periodos de un mes con precipitaciones menores a 150 mm, afectan notablemente los rendimientos debido a la baja emisión foliar, bajo número y poco peso de los racimos (Raygado, 2 005)

## 2.6. TEMPERATURA

"En general se acepta que la temperatura media anual óptima para la palma de aceite, está comprendida entre 22 y 32°C. Este rango de temperatura coincide por lo general con las tierras de los trópicos húmedos localizadas a altitudes menores de 500 metros sobre el nivel del mar" (Raygado, 2 005)

Nos resulta interesante el comentario sobre las características limitantes de los valores extremos, en un caso cuando se presentan ***"friajes"***, como suele suceder en el mes de Junio, hay un impacto de retardo en el crecimiento de la planta y en la maduración del fruto; y, cuando las temperaturas exceden los 38°C, con baja humedad relativa, puede darse el cierre de estomas y como

consecuencia reducirse la fotosíntesis. (Raygado, 2 005)

## 2.7. BRILLO SOLAR

Las condiciones óptimas de energía radiante para una productividad igualmente óptima, están dadas por un brillo solar que exceda las 2 000 horas al año, equivalentes a cinco horas y media al día.

Se da una relación inversa entre el brillo solar y la precipitación sobre todo en lugares donde la mayor parte de ésta se produce de día. (Raygado, 2 005)

**Cuadro 01.** Condiciones climáticas que permiten un alto potencial de rendimiento de la 'palma de aceite'. (Adaptado de Paramananthan, 2 003)

| **Parámetro** | **Valor o rango ideal** |
|---|---|
| Precipitación anual | 2 000 a 2 500 mm |
| Precipitación mensual | Ningún mes inferior a 100 mm |
| Déficit de agua anual | Menos de 200 mm |
| Brillo solar | Más de 2 000 horas /año(más de 5,5 horas/día) |
| Temperatura media | 22-31°C |
| Humedad relativa | 75-85% |

## 2.8. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

Se ha estimado que una población de 143 palmas por ha extrae anualmente del suelo entre 300 y 600 Kg. de los principales elementos nutritivos según el nivel de producción.

De este gran total, una fracción vuelve a incorporarse en el suelo a través de la descomposición de las hojas podadas, inflorescencia masculina y de raíces que mueren; sin embargo el reciclaje de esta porción es parcial, ya que parte de los nutrimentos por esta vía incorporados, se pierde por volatilización y lavado o bien

es fijada en forma mineral y orgánica. Una segunda fracción es acumulada en el tallo y las raíces a través de su crecimiento y una tercera fracción de magnitud considerable, se pierden durante la cosecha. Con la distribución de racimos vacíos en el campo o la aplicación de la ceniza producto de la incineración, la pérdida de nutrimentos del sistema que ocurre durante la cosecha puede ser disminuida. Asimismo el empleo de leguminosas como cobertura del terreno permite mejorar el estatus nitrógeno y el reciclaje de elementos nutritivos en el suelo. No obstante, dado que la pérdida de nutrimentos en ecosistemas de este tipo es generalmente superior a su adición, es necesario restituir el suelo mediante la aplicación de fertilizantes (Thompson y Troeh ,1 980).

Los programas de fertilización deben realizarse no solo para prevenir o corregir deficiencias sino también para mantener las cantidades necesarias de nutrimentos esenciales a fin de lograr un adecuado crecimiento y una producción óptima económica (Quesada A, 1 996).

Así mismo Quesada A., menciona que para mantener una buena condición nutricional de las plantaciones de palma es necesario contar con lo siguiente:

- Resultados de experimentos de fertilización.
- Estudios fisiológicos del cultivo.
- Análisis de suelos y análisis foliares.
- Medidas de crecimiento vegetativo, área transversal del pecíolo y área foliar.
- Nutrientes perdidos por lixiviación.
- Deficiencias que se observan a simple vista
- Drenaje, profundidad, textura y consistencia del suelo.
- Distribución de la precipitación anual y energía solar.

La gran mayoría de plantaciones de palma aceitera en nuestra región han sido establecidas en suelos ácidos, pobres en fertilidad y con bajo contenido en materia orgánica, por lo cual el manejo adecuado de la fertilización es de importancia primordial y para lograrlo se necesita una acertada apreciación del

estado nutricional de la plantación y de los principales componentes de este complejo clima-suelo-planta (Barrios, 2 002)

Quesada, (1 997) Menciona que en palma de 2,5 a 3 años, el crecimiento vegetativo domina. Sin embargo durante la madurez la producción de racimos es tan importante como el crecimiento. La producción de racimos y el crecimiento vegetativo alcanzan su máximo entre los 7 y 10 años.

También refiere que la palma aceitera adulta elabora cada año:

- 300 a 500 Kg de material vegetal.
- 80 a 230 Kg. de racimo.
- 150 Kg. de hojas.
- 20 Kg. de inflorescencia masculina.
- A todo este material se debe agregar el correspondiente al tronco y las raíces.

De aquí se deduce las necesidades nutricionales de la palma que en importancia son: Potasio, Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Fósforo y Boro.

## 2.9. FUNCIONES DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS EN LAS PLANTAS

Rodríguez (1 996) manifiesta que:

**Nitrógeno:**

- Va a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas.
- Ingresa en la formación de los aminoácidos (síntesis de proteínas estructurales y enzimas).
- Se halla en la formación de las hormonas, cítocromos, de los ácidos nucléicos y de la clorofila.

**Fósforo:**

- Forma parte de la molécula transportadora de energía de ATP.
- Estructuralmente constituye parte de los fosfolípidos de las membranas celulares, de los ácidos nucleicos, de las enzimas y de las coenzimas NAD y NADP, por lo tanto participa en la fotosíntesis, en la glucólisis, en respiración, en la síntesis de ácidos grasos y proteínas.

**Potasio:**

- Es vital para la fotosíntesis, cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa y se reduce la acumulación de carbohidratos.
- Aumenta la resistencia a plagas.
- Aumenta el peso de los granos y frutos haciéndolas más azucarados y de mejor conservación.
- Regula las funciones de la planta.
- Aumenta la eficiencia de nitrógeno, es importante en la transformación de carbohidratos, un proceso de apertura y cierre de estomas es regulado por la concentración de K.
- Influye en el uso eficiente de agua.

## 2.10. IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LAS PLANTAS

Específicamente en las plantas es el principal constituyente, ya que representa el 80% o más del peso de las plantas herbáceas y alrededor del 50% de las plantas leñosas. Además de ser una parte fundamental, constituye el medio de transporte de los nutrientes que provienen del suelo, y en el proceso fotosintético el agua se combina con anhídrido carbónico para constituir la biomasa es decir la misma planta. (Palacios, 2 002)

A pesar de que el agua es parte de la planta, el consumo principal de este elemento no es para la formación de tejidos vegetales, sino para el proceso de

transpiración, Se estima que durante el desarrollo de la mayoría de los cultivos el agua evapotranspirada representa más 95 % del consumo de este liquido vital, (Palacios, 2 002).

En nuestra región, de agricultura de secano, el abastecimiento de agua para los cultivos depende de las lluvias lo que representa un riesgo ya que no es suficiente o no está bien distribuida y siempre se producirán déficit de agua, debemos complementar el agua de lluvia que reciben los cultivos con agua suministrada mediante el riego, lo cual es muy factible de realizarlo por la existencia de muchas fuentes de agua en nuestra región. (García J. 2 006)

## 2.11. EVAPOTRANSPIRACIÓN

*En www.es. wikipedia. org/wiki/evaporación*. Se define la **evapotranspiración** como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

### 2.11.1. EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN

En *www.miliarum.com* se menciona dentro del intercambio constante de agua entre los océanos, los continentes y la atmósfera, la **evaporación** es el mecanismo por el cual el agua es devuelta a la atmósfera en forma de vapor; en su sentido más amplio, involucra también la evaporación de carácter biológico que es realizada por los vegetales, conocida como **transpiración** y que constituye, según algunos la principal fracción de la evaporación total. Sin embargo, aunque los dos mecanismos son diferentes y se realizan independientemente no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho deriva la utilización del concepto más amplio de **evapotranspiración** que los engloba.

### 2.11.2. CICLO HIDROLÓGICO Y BALANCE ENERGÉTICO

La evapotranspiración constituye un importante componente del ciclo y balance del agua. Se estima que un 70% del total de agua recibida por una zona

(precipitación) es devuelto a la atmósfera a través del proceso, mientras que el 30% restante constituye la escorrentía superficial y subterránea. Junto con ser un componente del ciclo hidrológico, la evapotranspiración interviene en el balance calorífico y en la redistribución de energía mediante los traspasos que de ella se producen con los cambios de estado del agua, permitiendo así un equilibrio entre la energía recibida y la pérdida. El conocimiento de las pérdidas de agua mediante el proceso permite tener un acercamiento a las disponibilidades del recurso y consecuentemente puede realizarse una mejor distribución y manejo del mismo. (Salgado, 1 966)

### 2.11.3. APLICACIÓN

En términos aplicados, quizás una de las más conocidas referencias al fenómeno venga de la climatología y de la consideración y utilidad de la evapotranspiración como un indicador de aridez de las distintas zonas, basado en un largo registro de observaciones de distintos elementos climáticos en un número suficiente de años. Sin embargo, donde la evapotranspiración ha ganado un lugar realmente importante es en la evaluación de los volúmenes de agua involucrados, que teniendo interés en sí mismos, son indispensables en las tareas de planificación y gestión de los recursos hídricos, en ciertos estudios medioambientales y en la cuantificación de las demandas hídricas de la vegetación, especialmente de los cultivos. (Salgado, 1 966).

### 2.11.4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN

Los factores que intervienen en el proceso de evapotranspiración son diversos, variables en el tiempo y en el espacio y se pueden agrupar en aquellos de orden climático, los relativos a la planta y los asociados al suelo. (Rojas, 1 994)

Esta diversidad de factores, por una parte, ha dado lugar a distintas orientaciones al abordar el complejo fenómeno y diferentes respuestas ante su estimación; ha favorecido, por otro lado, el desarrollo de una serie de conceptos tendientes a lograr una mayor precisión de ideas al referirse al fenómeno y surgen

como un intento de considerar las distintas condiciones de clima, suelo y cultivo prevalecientes en el momento en que el fenómeno ocurre. Estas definiciones o conceptos, entre otros, son: *uso consuntivo, evapotranspiración potencial, evapotranspiración de referencia* o *del cultivo de referencia, evapotranspiración real* y *cultivo de referencia.* (Rojas, 1 994)

### 2.11.4.1. Uso consuntivo o evapotranspiración

Los primeros estudios que abordaron el tema del riego hablaron de utilización consuntiva, cantidad de agua que se expresaba en metros cúbicos por hectárea regada. Luego, en 1 941, la División de Riegos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos y la Oficina Planificadora de Recursos Nacionales, definieron el concepto de uso consuntivo o evapotranspiración como "la suma de los volúmenes del agua utilizada para el crecimiento vegetativo de las plantas en una superficie dada, tanto en la transpiración como en la formación de tejidos vegetales y de la evaporada por el terreno adyacente ya sea proveniente de la nieve o de las precipitaciones caídas en un tiempo dado".(Salgado, 1 966).

Más tarde, en 1 952, H.F. Blaney y W.D. Criddle definieron "uso consumo o evapotranspiración" en términos muy similares a los anteriores como "la suma de los volúmenes de agua usados por el crecimiento vegetativo de una cierta área por conceptos de transpiración y formación de tejidos vegetales y evaporada desde el suelo adyacente, proveniente de la nieve o precipitación interceptada en el área en cualquier tiempo dado, dividido por la superficie del área". (Vargas, 1 963)

### 2.11.4.2. Evapotranspiración potencial (ETP)

Existe acuerdo entre los diversos autores al definir la *ETP,* concepto introducido por Charles Thornthwaite en 1 948, como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua. (Santibáñez, 1 989)

Según esta definición, la magnitud de la *ETP* está regulada solamente de las condiciones meteorológicas o climáticas, según el caso, del momento o período para el cual se realiza la estimación. (Sánchez, 1 992)

### 2.11.4.3. Evapotranspiración máxima, actual o efectiva (EVT(x))

No obstante las mayores precisiones alcanzadas con la incorporación de algunos de los conceptos anteriores, las condiciones establecidas por ellos no siempre se dan en la realidad, y aquella evapotranspiración que ocurre en la situación real en que se encuentra el cultivo en el campo, difiere de los límites máximos o potenciales establecidos. Para referirse a la cantidad de agua que efectivamente es utilizada por la evapotranspiración se debe utilizar el concepto de evapotranspiración actual o efectiva, o bien, más adecuadamente, el de evapotranspiración máxima. (Ortega-Farías et al., 2 000)

La *EVTx* es más difícil de calcular que la *ETP* o *ETo,* ya que además de las condiciones atmosféricas que influyen en la *ETP* o *ETo,* interviene la magnitud de las reservas de humedad del suelo y los requerimientos de los cultivos. Para determinarla se debe corregir la *ETP* o *ETo* con un factor *Kc* dependiente del nivel de humedad del suelo y de las características de cada cultivo. (Ortega-Farías et al., 2 000)

### 2.11.4.4. Coeficiente de cultivo (Kc)

Como puede desprenderse del apartado anterior, un coeficiente de cultivo, *Kc,* es un coeficiente de ajuste que permite calcular la *ETr* a partir de la *ETP* o *ETo.* Estos coeficientes dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas, por ello, son variables a lo largo del tiempo. Dependen también de las características del suelo y su humedad, así como de las prácticas agrícolas y del riego. (Novoa, 1 998 y 1 999)

El coeficiente de cultivo Kc, describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde

la siembra hasta la cosecha

En los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas o fases de cultivo:

- ***Inicial:*** Desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente.
- ***Desarrollo:*** Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.
- ***Media:*** Entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo
- ***Maduración:*** Desde madurez hasta la cosecha o recolección.

El Kc presenta valores pequeños al inicio del desarrollo del cultivo y aumenta a medida que se incrementa la cobertura del suelo. El valor máximo se alcanza durante la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrecen durante la maduración.

Lo mejor es disponer de valores de Kc para cada cultivo obtenidos en la zona y para distintas fechas de siembra, pero en ausencia de esta información se pueden usar valores referenciales de Kc, presentados en la bibliografía especializada.

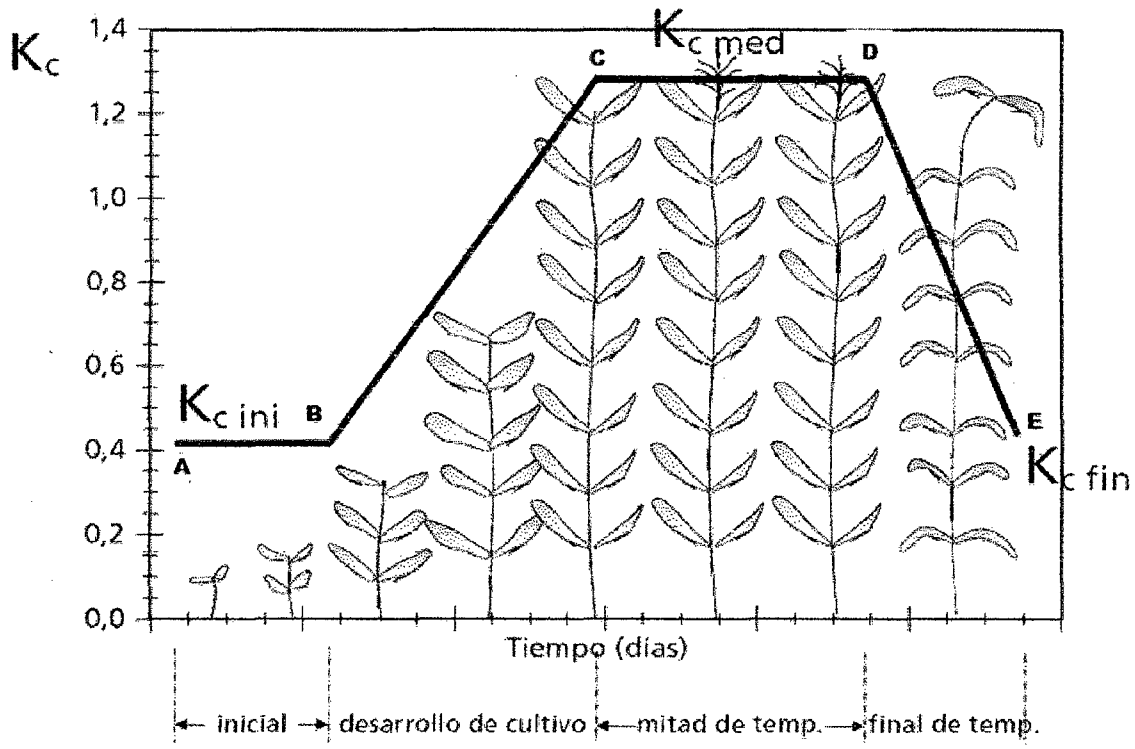



**Gráfico 01.** Esquema de la variación del coeficiente de cultivo (Kc)

### 2.11.5. NECESIDADES DE RIEGO

En *www.Manfredi.infa.gov.ar* al respecto de las necesidades de agua del cultivo, la cantidad de agua en mm (lámina) necesaria para suplir las deficiencias surgen de la diferencia entre la demanda y la oferta.

Es decir, el balance entre ingresos (reserva de agua existente en el suelo, lluvias y riegos efectivos) y el egreso (consumo de agua del cultivo).

**Balance (mm de agua) = (Reserva del perfil + lluvia efectiva + riego) - (consumo cultivo)**

Teniendo en cuenta las características edáficas y climáticas de la región e información disponible se considera a la metodología del balance de agua como la más apropiada para decidir momento y cantidad de agua a aplicar. La reserva del perfilo contenido de agua en el suelo puede ser medida por distintos métodos: Gravimétricos, eléctricos, neutrónicos, tensiométricos. Se considera como lluvia efectiva, la realmente infiltrada en el suelo.

En sistemas de siembra directa continua y rotaciones adecuadas se logra maximizar la lluvia efectiva. Para decidir cada momento de riego y partiendo de un determinado contenido de agua medido en el suelo, se va realizando el balance de agua

Respecto al consumo de los cultivos pueden ser estimados a partir de la demanda climática (ETP) y características particulares de las especies reflejadas en los coeficientes de cultivo (Kc).No se riega hasta que el contenido de agua en el suelo llega a un valor considerado umbral.

## 2.12. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Como su nombre lo indica es un sistema de riego que entrega el agua gota a gota, según su necesidad, humedeciendo solo una parte del suelo, donde se concentran las raíces, por ello también se le llama riego localizado, o de alta frecuencia pues se aplica el agua casi a diario o algunas veces más de una vez al día una de las principales ventajas es que permite la aplicación de fertilizante a través del sistema igualmente de manera localizada, siendo más eficientes. (Ferreira, 2 002)

Entre las principales ventajas que nos proporciona esta disminución significativa del volumen de agua usado, así aunque inicialmente las inversión puede ser relativamente alta, esta es compensada por los incrementos que se logra en calidad y en cantidad. (Ferreira, 2 002)

### 2.12.1. PARTES DEL SISTEMA

#### 2.12.1.1. **Fuente de agua:** puede ser

- Superficial: lago, río o manantial, conducida a través de un canal de riego.
- Subterránea: extraída de un pozo tubular a tajo abierto.

La alta frecuencia de riego en estos sistemas, exige en aguas superficiales, el uso de reservorios que permiten regulación y disponibilidad permanente de agua, además la sedimentación de las impurezas que podrían

obstruir los goteros. (Ferreira, 2 002)

#### 2.12.1.2. El cabezal de riego.

Comprende los equipos de bombeo (de ser necesario), filtros y equipo de fertirrigación.

- **Equipo de bombeo**.

Son centrifugas, de eje vertical BTV u horizontal, impulsadas por motores estacionados a explosión o eléctricos. La dimensión del equipo de bombeo dependerá del caudal y presión de operación requerida para el funcionamiento del sistema, es decir que para elegir equipo de bombeo vamos a usar primero debemos tener ya definidos el caudal y presión que necesitará nuestro sistema (Ferreira, 2 002)

- **Equipo de filtrado**

Sirven para retener impurezas, partículas, sólidos en suspensión que contiene el agua de riego y evitar que pasen al resto del sistema, pues de lo contrario se presentarán obturaciones en los goteros, este constituye el principal problema en los sistemas de riego localizado (goteo), Por ello es importante tener los filtros adecuados, que eviten el paso de cualquier elemento que pueda provocar obturaciones a nivel de los goteros. (Ferreira, 2 002)

**a) Filtro de anillos**

Son similares a los filtros de mana, impiden el paso de partículas pequeñas, como limos y materia orgánica; tienen por elemento filtrante discos ranurados, superpuestos a presión uno sobre otro, el agua se filtra entre ranuras de los discos, estos son de materiales sintéticos resistentes a la corrosión (polietileno de alta resistencia, polipropileno, etc.)

La limpieza se hace por retrolavado (flujo de agua del filtro en sentido inverso), con agua limpia (proveniente de un filtro adyacente),

Entre sus principales ventajas tenemos

- Soporta altas presiones y golpes de ariete.
- Poco volumen de agua para retrolavado y mínima pérdida de presión
- Existe la configuración de doble anillo que permite desconectar fácilmente del sistema, sin desplazar otro elemento del sistema
- Debido a los materiales que están hechos, son resistentes a la corrosión.

- **Equipos para fertirrigación**

La incorporación de fertilizantes y otros productos vía riego se hace en el cabezal, normalmente antes del filtro de malla o en la cabeza de las unidades de riego (cuando se riegan diferentes cultivos).

La fertirrigación debe terminar, al menos 15 minutos antes de que el agua deje de salir por el último gotero (el que este más lejos), con el fin de lavar los productos químicos.

**a) Fertilizadores diferenciales**

Inyectan la solución fertilizante cuando se genera un diferencial de presiones, lo cual provoca la succión del líquido del depósito de fertilizante, dentro estos tenemos a los tanques fertílizadores y los venturis

**b) Inyectores**

Son normalmente bombas que inyectan la solución fertilizante, a presión pueden ser bombas hidráulicas o eléctricas

**c) Tanque de fertilización**

Son depósitos herméticos, de metal o de plástico reforzado, conectados al cabezal de manera que solo circula por él, una fracción del caudal, los caudales entran y salen (del tanque) son iguales

Presentan el inconveniente que la concentración de fertilizante dentro del tanque va disminuyendo con el tiempo de riego, así al inicio se tendrá una concentración alta, pero al ir ingresando el agua de riego al tanque e ir saliendo

con el fertilizante diluido, este irá disminuyendo al continuar el riego, la cantidad de fertilizante que sale del tanque por unidad de tiempo, dependerá caudal que sale y de la concentración en ese instante (al avanzar el riego, la concentración irá disminuyendo),por este motivo, el uso de este equipo ha ido disminuyendo, pero resulta útil, cuando se fertiliza un solo sector de riego, mas no cuando hay varios sectores de riego a regar con el mismo equipo.

**d) Bomba de inyección**

Es el equipo más preciso y el más caro, estas bombas son de desplazamiento positivo, siendo un émbolo o una membrana, quienes con movimiento de vaivén, inyectan la solución de fertilizantes, Son normalmente dos tipos, eléctricas e hidráulicas las primeras son bombas de reducidas dimensiones y potencia, se prefiere que sean de membrana en lugar de pistón

**Eléctricas**: de accionamiento eléctrico, por tanto, no altera el funcionamiento del sistema, ya que no consume energía hidráulica. Se regula normalmente, variando el recorrido del elemento impulsor

**Hidráulicas**: utilizan la presión del agua del sistema para accionar el funcionamiento del mismo sistema de inyección, que debe tener un valor mínimo dependiendo del modelo, su funcionamiento estará afectado por posibles fluctuaciones de presión. Se regula variando la velocidad del émbolo con mayor o menor caudal de entrada, La variación del caudal inyectando no es tan rápido y exacto como en las bombas eléctricas

**e) Los equipos de fertirrigación automáticos**

En www.es.wikipedia.org se menciona sobre los equipos de fertirrigación automáticos que controlados por programador permiten un buen control de la fertirrigación y su implantación en los invernaderos ha ido asociada a la de los cultivos sin suelo. Normalmente están constituidos por:

- Un programador
- Depósitos con soluciones fertilizantes.

- Bombas inyectoras o venturis para la aspiración de las soluciones nutritivas.
- Otros elementos, dependiendo de la complejidad del sistema, como: electroválvulas, sondas para la medida del pH, CE, radiación, etc., contadores de agua, placas convertidoras de señales, etc.
- En ocasiones se dispone de un ordenador que se utiliza para almacenar la información y posteriormente procesarla.

El control del aporte de fertilizantes generalmente se realiza mediante la introducción de unas consignas de pH y CE en el programa de fertirrigación y además pueden establecerse porcentajes de tiempo de inyección para los distintos depósitos.

- **La red de distribución**

Al respecto Martínez, (2 001) menciona que el agua que ha pasado por el cabezal de riego (equipo de bombeo, sistemas de prefiltrado, filtrado, incorporación de fertilizantes. etc.), Pero todo esto persigue un objeto único: hacer llegar el agua a las plantas del cultivo para ello es necesario contar con un sistema o red de conducción, la que está compuesta por:

**Tubería de Conducción**. Se puede dividir en primaria o matriz (parte del cabezal a la zona de riego), secundaria (conecta la primaria con el sector riego) y terciaría (es la que va en la cabecera del sector de riego a ella van conectadas las líneas o tuberías porta goteros).

Líneas emisoras o porta goteros. Se conectan a la tubería terciaria, estas líneas suelen ser de polietileno, en la línea emisora se colocan los goteros, van incorporados en ella, esta va colocada al píe de las plantas en las hileras del cultivo.

Emisores. Son dispositivos que regulan la aplicación del agua en el suelo.

**Goteros**. Son los más antiguos, los hay de varios tipos entre los que

tenemos:

En línea (in-line), que es de conducto largo, en el cual se da la pérdida de carga, tenemos: micro tubo helicoidal y laberíntico.

De botón (on-line), corresponde a los goteros se insertan en la pared de la emisora o porta gotero, su funcionamiento es tipo laberíntico o vortex.

Laberínticos, normalmente son goteros de laberinto, sin cubierta, extruidos en la cubierta, la pérdida de carga se da por tortuosidad del laberinto.

El caudal de emisión de los goteros varía con la presión de trabajo del sistema, esta variación depende de las características del gotero y del diámetro de tubería porta goteros, así cuando la presión varía significativamente (por ejemplo cuando hay variación de pendiente significativa), es recomendable el uso de goteros auto compensados, a los que cuando varía la presión del sistema la variación de su caudal es mínima.

**Mangueras de riego**. En www.gimbel.com.mx se menciona que las mangueras para riego por goteo con compensación de la presión utilizan goteros que se han equipado con una membrana especial, que regula automáticamente el caudal del agua en función de la presión, permitiendo la consecución de una distribución constante

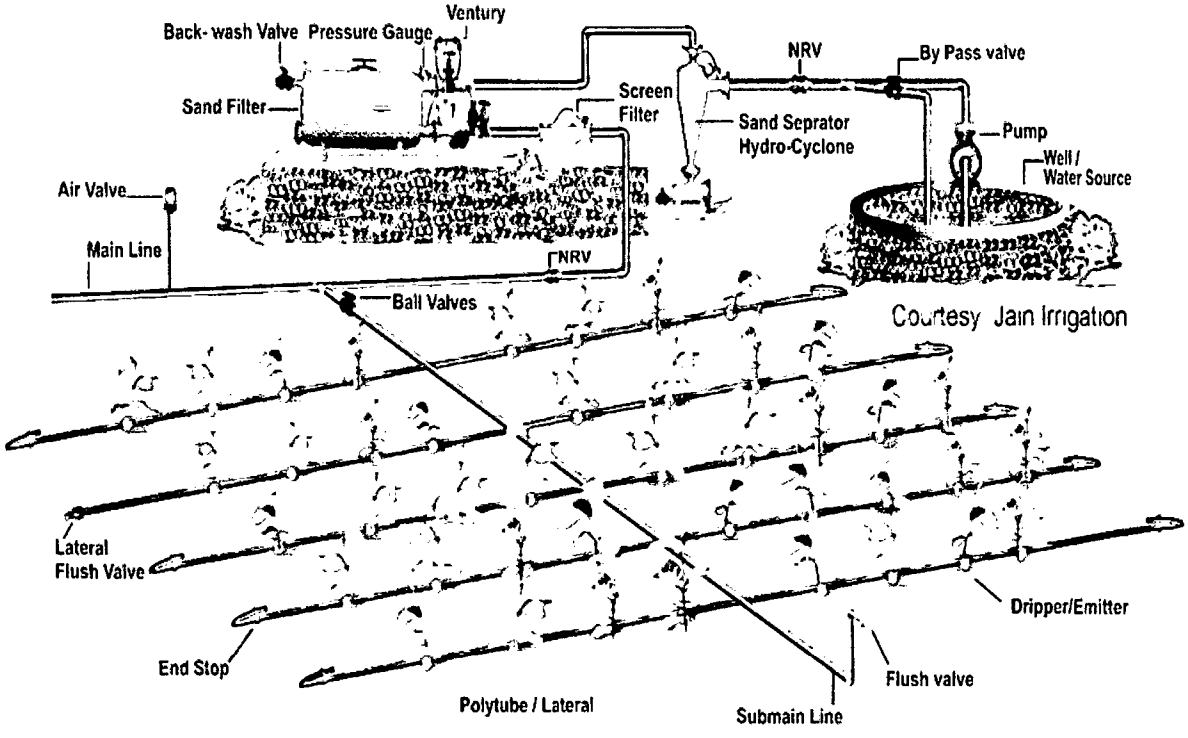
La membrana opera en la longitud del laberinto y no en el estrechamiento de la sección hidráulica, para mantener el funcionamiento hidráulico durante un largo período.

### 2.12.2. VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO

En ***www.inia.gob.pe***. Se menciona que el riego por goteo, las siguientes ventajas:

- Ahorra agua contribuyendo a extender la frontera agrícola
- Permite la conservación del suelo
- Eleva el rendimiento de los cultivos
- Permite la Fertirrigación,

- Mejora la calidad de los productos cosechados, y
- Permite planificar las siembras, y lograr mejores precios en el mercado.
- Reduce la mano de obra.




Fuente: www.es.wikipedia.org

**Figura 01**. Esquema del sistema de riego por goteo.

# III. MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se llevó acabo en el caserío Las Palmeras Km. 47,600 CFB interior 3,0 Km. margen izquierdo (Pucallpa -Lima) distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Geográficamente ocupa los siguientes puntos: longitud oeste de 74°54'20", latitud sur de 8°38'15" y una altitud de 300 msnm, ubicándose en dicho lugar ya que cumplía con los requerimientos en cuanto a edad de la plantación, al inicio de su producción y por la presencia de una fuente de agua (quebrada) para tal fin, el trabajo de investigación se inició el 17 de julio del 2 007; hasta el 04 de abril del 2 008.

## 3.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO

El terreno fue purma alta hasta el año 2 000, de aquel entonces se preparó el terreno para la instalación del cultivo de palma aceitera y paralelamente se sembró como cobertura la leguminosa *Pueraria phaseoloides* (kudzu) una vez iniciada la producción de palma aceitera hacia finales del 2 003, la labor de fertilización ha sido nula.

## 3.3. CARACTERÍSTICAS DE CLIMA Y SUELO

- **Clima**

Según Cochrane (1 992) el departamento de Ucayali corresponde al ecosistema de bosque tropical semi siempre verde estacional, se caracteriza por ser cálida y húmeda, con una temperatura media anual de 25°C y con muy poca variación entre la máxima (36,5 °C) Y mínima (17,4 °C) con una humedad relativa promedio de 75% y una precipitación anual promedio de 1 773 mm

- **Suelo**

El suelo esta clasificado como un ultisols de acuerdo a la clasificación de

suelos de la séptima aproximación. Las características físicas son: textura franco arenoso, las propiedades químicas: el pH entre 5-6 el fósforo esta considerado bajo, potasio, calcio aceptables y una CICE en la superficie de 9,96 y va disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

**Cuadro 02**. Análisis químico de suelo del campo experimental.

| Variable | Valor | Calificativo |
|---|---|---|
| Clase textural | franco | |
| pH | 5,15 | acido |
| **Cationes intercambiables** | | |
| Materia orgánica (%) | 1,21 | bajo |
| P(mg/Kg. de suelo) | 5,58 | bajo |
| Ca(cmol+/Kg. de suelo) | 1,72 | bajo |
| Mg(cmol+/Kg. de suelo) | 0,26 | bajo |
| K(cmol+/Kg. de suelo) | 0,24 | Medio |
| CICE(cmol+/Kg. de suelo) | 3,32 | Muy bajo |

Fuente: Laboratorio de suelos y tejidos vegetales INIA, sucursal. Pucallpa-Perú, 2 007.

## 3.4. COMPONENTES ESTUDIADOS

### 3.4.1. Cultivo de palma aceitera

Se trabajó con híbridos de 7 años de edad en producción: de semillas procedentes de ASD-Costa Rica y estuvieron de regular a mal manejadas desde un inicio. Tenían un promedio de altura que oscilaba entre los 3 a 5 m con un record de producción de 9,137 T/ha/año y estaban en su tercer año de producción

### 3.4.2. Fertilización

Los fertilizantes utilizados fueron seleccionados para su uso en equipo de riego por goteo siendo estos: como fuente de Nitrógeno, la urea (46% N), de potasio, Cloruro de potasio blanco y rojo (60% $K_2O$) y Fósforo, urfos 44 (44% $P_2O_5$ y 17% N)

Para la ejecución se aplicó 28,3 Kg. de urea como fuente de N, 25,7 Kg. de Urfos como fuente de $P_2O_5$ y N; Y 34,6 Kg. de cloruro de potasio como fuente de $K_2O$.

**Cuadro 03**. Niveles de fertilización/ha.

| Tratam. | N | P | K | Fuentes (Kg.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| T2 | 60 | 40 | 80 | | 115,0 | | 90,90 | | 133,33 |
| T3 | 80 | 60 | 110 | Urea | 150,7 | Urfos | 136,36 | Cloruro de Potasio | 183,33 |
| T4 | 100 | 80 | 140 | | 186,5 | | 181,81 | | 233,33 |

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue el bloque completo al azar con tres repeticiones. El análisis de variancia se realizó a través de la prueba múltiple de Tukey y 0,05 grados de libertad.

**Cuadro 04.** Análisis de varianza

| F.V. | G.L. |
|---|---|
| Tratamiento | 3 |
| Bloque | 2 |
| Error | 6 |
| Total | 1 1 |

**Modelo matemático**

**Yijk** = U +Ti + Bj+ Eijk

Yijk = Cualquier observación en estudio.

U = Media general

Ti = Efecto del i - esimo tratamiento en estudio

Bj = Efecto del j - esimo block en estudio.

Eijk = Error o residual

**Dimensiones experimentales**

Del campo experimental:

Largo: 99m

Ancho: 54,6m

Área total: 5 405,4$m^2$

Nº de bloques: 3

Nº de parcelas: 12

Nº total de plantas: 77

Nº plantas evaluadas: 36

De la Parcela experimental:

Largo: 27m

Ancho: 7,8m

Distanciamiento: 9mx9m (tresbolillo)

Distancia entre hileras: 7,8m

Nº de parcelas: 12

Área total: 210,6 $m^2$

## 3.6. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 3.6.1. Demarcación del área

La demarcación del área se hizo de acuerdo al campo experimental, escogiéndose al azar plantas a evaluar siguiendo el modelo estadístico de BCR Se demarcó un área de 5 *405,4* $m^2$, se ubicó 3 bloques y 12 unidades experimentales.

### 3.6.2. Instalación del sistema de riego

Se acondicionó una pequeña represa de aproximadamente 1 m de profundidad por 3 m de largo, en una quebrada , para poder así obtener una mejor captación de agua y facilitar su decantación; se instaló para la succión de agua una electro bomba de 0,75 HP, provista de un generador eléctrico de 2 000 Kw.; se excavo zanjas para el acondicionamiento de los tubos conductores de agua tanto primarios como secundarios, teniendo para ello tubos de pulgada y media, Para los conductos primarios y tubos de una pulgada para los secundarios de donde a su vez se conectaron las mangueras de riego, las cuales estaban a 1,50m de distancia de la base del tallo en ambos lados

### 3.6.3. Riego

Se realizó ínter diario, iniciándose el riego el día 9 de agosto del 2 007 el tiempo de riego dependía del dato que se obtenía de la bandeja de evaporación y del pluviómetro; el cual se calculaba mediante la fórmula de requerimiento de riego descrita por Palacios, (2 002). Siendo, **RR=EVT(x)-Pe**, EV T(x)=ETP.Kc (evapotranspíración máxima). De donde:

RR= Requerimiento de riego.

EVT(x)= Evapotranspiración máxima.

ETP= Evapotranspiración potencial (78-80% de evaporación observada)

Kc.= Coeficiente del cultivo.

Pe= Precipitación efectiva.

El caudal de cada gotero es de 4 L/hora; cada tratamiento tenía en total 202,5 goteros, lo que da 22,5 goteros/planta, dando un caudal total 90 L/planta/hora

### 3.6.4. Equipos de control

- Tanque o bandeja de evaporación,
- Pluviómetro, de diseño artesanal, conformado por una botella de plástico graduado y un embudo de 10 cm. de diámetro adherido a un poste de aproximadamente 2,00m de altura.

### 3.6.5. Fertirriego

Esta actividad se realizaba una vez a la semana siguiendo la siguiente metodología: el tiempo de riego se fraccionaba en tres partes, se empezaba con 25% del tiempo: solo se regaba agua; el 50% del tiempo se regaba agua + fertilizantes y el 25% restante de tiempo solo se regaba agua, para ello se aplicó primeramente Urfos 44, luego cloruro de Potasio y finalmente la urea para su aplicación mediante el equipo de riego en 27 plantas y 9 plantas quedaron sometidas solo a riego

Al respecto de la cantidad de fertilizantes incorporados al sistema se realizó de la siguiente manera: fraccionando en tres etapas el tiempo de ejecución de la investigación,

- Primera etapa del 20 de septiembre al 7 de noviembre del 2 007
- Segunda etapa del 15 de noviembre del 2 007 al 4 de enero del 2 008
- Tercera etapa del 9 de enero al 28 de febrero del 2 008

Para lo cual se distribuyó en las siguientes cantidades:

N: 30% primera fracción, 40% segunda fracción y 30% tercera fracción

$P_2O_5$: 60% primera fracción, 20% segunda fracción y20% tercera fracción

$K_2O$: 20% primera fracción, 40% segunda fracción y 40% tercera fracción.

Como se muestra en el anexo, cuadro 7A.

### 3.6.6. Control de malezas

Se dividió en dos actividades:

- **Plateo**

Se efectuó manualmente en tres oportunidades, el primero en el mes de julio durante instalación de las mangueras de riego, segundo en el mes de octubre y el tercer y ultimo en diciembre; esta labor consistió en dejar libre de malezas el círculo alrededor de la planta y la parte donde descansa las mangueras aproximadamente 1 m de diámetro, el objetivo de esta labor fue para evitar la competencia en disponibilidad de agua y nutrientes que debe aprovechar la planta y por otro lado facilitar el recojo de los frutos

- **Mantenimiento de interlíneas**

Esta labor se realizó en dos oportunidades, la primera en el mes de agosto y la segunda en enero del 2 008, el objetivo de esta labor fue mantener limpias las calles o interlíneas para facilitar el desplazamiento en las labores de cosecha

### 3.6.7. Control fitosanitario

Durante el desarrollo del presente trabajo, se observaron la presencia de plagas como: *Castnia daedalus* y *Brassolis sophorae.*

El control de las plagas se efectuó en forma mecánica, con el recojo y destrucción de nidos en el caso de *Brassolis sophorae* y captura de adultos y posterior eliminación de la *Castnia daedalus*

### 3.6.8. Cosecha

La evaluación de la cosecha de RFF (racimos de fruto fresco) se inició en la quincena del mes de octubre del 2 007 realizándose una vez por semana utilizando para ello herramientas de corte como el cincel y carretillas para transportar los racimos cosechados.

Es necesario destacar que las primeras evaluaciones se obtuvieron mínimas cosechas, posteriormente incrementándose hacia finales del experimento, siendo la ultima evaluación el 4 de abril del 2 008.

## 3.7. EVALUACIÓN DE VARIABLES

- **Peso de RFF/planta**, la metodología de evaluación de esta variable consistió en pesar con la ayuda de una balanza romana cada racimo de fruto fresco cosechado.
- **Numero de RFF/planta**, la metodología de evaluación de esta variable consistió en contar los racimos de frutos frescos por planta y por tratamiento
- **Radio de RFF/planta**, la metodología de evaluación de esta variable consistió en medir con una wincha de carpintero el radio de cada racimo de fruto fresco.
- **Longitud de RFF/planta,** la metodología de evaluación de esta variable consistió en medir con una wincha de carpintero la longitud de racimo de fruto fresco.
- **Rendimiento T/ha/año,** la metodología de evaluación de esta variable consistió en proyectar los datos obtenidos de peso de racimos de frutos frescos en las parcelas experimentales, a una hectárea; en la primera etapa de evaluación (6 meses), para así proyectarla a un año.

# IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 4.1. NÚMERO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO

En el ANVA (ver cuadro 1A) para número de racimos de fruto fresco no se encontró diferencia significativa entre bloques, pero si se encontró diferencia significativa entre los tratamientos; Esto se debe principalmente a los efectos positivos que conlleva una buena disponibilidad de fósforo que son: mayor desarrollo radicular, mayor crecimiento y desarrollo general de la planta, aceleración de la floración y fructificación y mayor resistencia a las condiciones adversas (clima, enfermedades, etc.) ;(Rodríguez, 1 996). Si observamos el cuadro 05, podemos notar que en el tratamiento T4 se obtuvo 37 racimos/parcela seguido por T3, 36 racimos/parcela sin embargo el T2 y T1 obtuvieron 24 y 26 respectivamente.

**Cuadro 05**. Número promedio de RFF de palma aceitera expresadas en unidades/parcela. Pucallpa-Perú.2 008.

| Trat. | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| Bloque | solo riego | 60-40-80 | 80-60-110 | 100-80-140 |
| I | 9 | 7 | 12 | 10 |
| II | 9 | 8 | 13 | 15 |
| III | 8 | 9 | 11 | 12 |
| Total | 26 | 24 | 36 | 37 |
| Promedio | 8,66 | 8 | 12 | 12,33 |

## 4.2. LONGITUD Y RADIO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO

En el ANVA (ver cuadros 2A y 3A) para longitud y radio no se encontró diferencia significativa entre bloques pero si una alta diferencia significativa entre tratamientos. Observándose que en la gran mayoría de racimos cosechados en

cada tratamiento, tenían un tamaño más o menos uniforme; pero se observó diferencias en el tamaño de racimos de los diferentes tratamientos influenciados por la fertilización, como lo indica Hartley, (1 986) con respecto de la aplicación de fertilizantes.

**Cuadro 06.** Longitudes promedio de RFF de palma aceitera expresadas en cm. /racimo. Pucallpa-Perú.2 008

| Trat. | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| Bloque | solo riego | 60-40-80 | 80-60-110 | 100-80-140 |
| I | 280,0 | 211,0 | 409,0 | 437,0 |
| II | 271,0 | 278,0 | 405,0 | 444,0 |
| III | 233,0 | 308,0 | 339,0 | 440,0 |
| Total | 784,0 | 797,0 | 1153,0 | 1321,0 |
| Promedio | 261,3 | 265,6 | 384,3 | 440,3 |

**Cuadro 07.** Radio promedio de RFF de palma aceitera expresadas en cm. /racimo. Pucallpa-Perú.2 008

| Trat. | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| Bloque | solo riego | 60-40-80 | 80-60-110 | 100-80-140 |
| I | 125,0 | 98,0 | 188,5 | 176,0 |
| II | 122,0 | 129,0 | 185,5 | 252,0 |
| III | 100,0 | 141,5 | 160,75 | 208,0 |
| Total | 347,0 | 368,5 | 534,75 | 636,0 |
| Promedio | 115,6 | 122,83 | 178,25 | 212,0 |

## 4.3. PESO DE RACIMOS DE FRUTO FRESCO

En el cuadro 08, se observa que el tratamiento T4 (100-80-140) de niveles de N-$P_2O_5$-$K_2O$ fue superior a los demás tratamientos en estudio en cuanto al peso de racimos de fruto fresco. Lo que corrobora el análisis de suelo del campo experimental, que nos demuestra que el suelo utilizado en el experimento es de baja fertilidad ya que este se presentaba pobre en materia orgánica, pH ácido, deficiencias de minerales y una baja CIC; y el aporte de agua mediante el sistema de riego por goteo ha sido oportuno de acuerdo a la época del estudio.

Estos resultados son preliminares y que el efecto real de los tratamientos se apreciará en el mediano plazo por la característica de la palma aceitera de un lento metabolismo; Sin embargo el efecto de los fertilizantes ya se apreciaron en las primeras cosechas después de la fertilización.

**Cuadro 08**. Peso promedio de RFF de palma aceitara expresados en Kg. /parcela (peso de racimos) Pucallpa-Perú, 2 008

| Trat. | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| **Bloque** | **solo riego** | **60-40-80** | **80-60-110** | **100-80-140** |
| I | **105,0** | **69,0** | **176,0** | **147,0** |
| II | **99,0** | **117,0** | **154,0** | **201,0** |
| III | **82,0** | **133,0** | **135,0** | **190,0** |
| **Total** | **286,0** | **319,0** | **465,0** | **538,0** |
| **Promedio** | **95,33** c | **106,3** c | **155,0** b | **179,3** a |

En el ANVA (ver cuadro 4A) para el peso de RFF de palma aceitera, no se encontró diferencia significativa entre bloques, por lo que se infiere que el terreno utilizado para el experimento presentó cierta uniformidad, pero si existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, que demuestra el efecto de la fertilización en un suelo relativamente pobre.

La prueba múltiple de promedios de Tukey nos muestra que el T4 es superior a los demás, presentando diferencia significativa ante los demás tratamientos, y que entre los tratamientos T2 (60-40-80) niveles de N-$P_2O_5$-$K_2O$ y T1 (solo riego) da lo mismo utilizar, cualquiera de los dos tratamientos puesto que el rendimiento fue similar estadísticamente.

Sin embargo, se observó la relativa rapidez con que actuó los fertilizantes al aplicarse con el agua de riego manifestándose en el incremento de peso y número de racimos por planta, en la coloración y frondosidad del follaje, lo cual permitió una mejor actividad fotosintética, lo que nos demostró que la humedad del suelo mejora la absorción de los nutrientes y por consiguiente la nutrición de la planta, tal como lo menciona Hartley, (1 986).

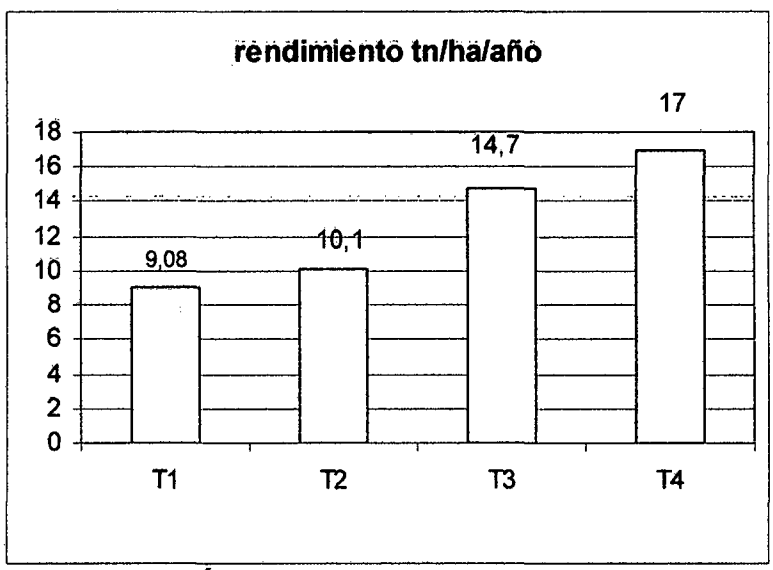
Lo que podemos inducir que el rendimiento de la palma aceitera seguirá incrementándose cuando se aplique mayor cantidad de fertilizantes hasta obtener el nivel técnico económico óptimo que debe ser motivo de otros estudios.

### 4.4. RENDIMIENTO T/ha/año.

Para evaluar esta variable se proyectaron los datos obtenidos por parcela a tn/ha/año, observándose los resultados en el cuadro 09 en el que el tratamiento T4 (100-80-140) fue superior a los demás tratamientos en estudio (17.00 tn/ha/año) seguido por T3 (80-60-110) y sucesivamente por T2 (60-40-80) y T1 (solo riego). Que al tratarse de un suelo pobre (según análisis de suelo); por consiguiente la fertilización ha permitido que los componentes de rendimiento se tradujera en un mayor numero de frutos de racimos frescos, mayor longitud y radio de racimos de fruto fresco y mayor peso de los racimos de fruto fresco. Observándose que este rendimiento es superior comparándose con el rendimiento de la zona que es de 9,137 T/ha/año (según COCEPU, 2 008). Esto se debe principalmente por la producción de raíces terciarias y cuaternarias cuyo crecimiento es en forma superficial (hasta 10 cm.) de profundidad y horizontal (hasta 15 cm.), que al aplicar fertilizantes, sea este orgánico o sintético, las raíces van a absorberlo eficientemente (Hartley, 1 986).

**Cuadro 09.** Rendimiento/T/ha/año. Pucallpa-Perú. 2 008

| Trat. | Nº racimos (unidades) | Peso/trat. (Kg.) | Rendimiento/ha (T/6 meses) | Rendimiento/ha (T/año) |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 26 | 286,0 | 4,54 | 9,08 |
| T2 | 24 | 319,0 | 5,06 | 10,1 |
| T3 | 36 | 465,0 | 7,38 | 14,7 |
| T4 | 37 | 538,0 | 8,5 | 17,0 |




## 4.5. RENTABILIDAD ECONÓMICA

La evaluación económica nos permite comparar cual de los tratamientos es mas conveniente desde el punto de vista de rentabilidad económica. Para ello se calculo la utilidad y relación beneficio/costo de cada tratamiento en estudio. Se tomo en cuenta lo siguiente:

- Como las labores culturales y de mantenimiento de la plantación es similar en todos los tratamientos, los costos de mantenimiento son similares, por lo tanto el costo diferencial es; los diferentes niveles de fertilización (N-$P_2O_5$-$K_2O$) que se aplica a cada tratamiento.
- Teniendo esos costos y beneficios incrementales calculamos la utilidad y

la relación beneficio/costo de cada tratamiento

- Cabe mencionar que el equipo de riego por goteo tiene una duración de vida útil de 15 años.
- El tratamiento T4 obtuvo una relación B/C de 2,51, lo que nos determina que por cada S/.1,00 N.S. se origina una ganancia de S/. 2,51 N.S. equivalente al 251.82%; seguido de T3 que obtuvo una ganancia de S/. 1,48 N.S. por cada S/.1,00 N.S. de inversión equivalente al 148% de ganancia.

**Cuadro 10.** Utilidad y relación beneficio/costo de cada tratamiento en los términos estudiados, Pucallpa-Perú. 2 008.

| Tratam. | Niveles de NPK (S/.) | Costo de producción (S/.) | Rendimiento en tn/ha/año | Precio de venta/tn (S/.) | Ingreso neto o utilidad (S/.) | Ingreso total de producción (S/.) | Relación B/C (S/.) | Porcentaje de ganancia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 0-0-0 | 2 075,565 | 9,08 | 496,86 | 2 435,915 | 4 511,48 | 1,17 | 117 |
| T2 | 60-40-80 | 2 679,945 | 10,10 | 496,86 | 2 338,341 | 5 018,286 | 0,87 | 87 |
| T3 | 80-60-110 | 2 939,715 | 14,70 | 496,86 | 4 364,127 | 7 303,842 | 1,48 | 148,48 |
| T4 | 100-80-140 | 3 354,225 | 17,00 | 496,86 | 5 092,395 | 8 446,62 | 2,51 | 251,82 |

NOTA:

Relación B/C > 1 Los beneficios son superiores a sus costos, la regla de decisión es llevar a cabo el proyecto

Relación B/C = 1 Los beneficios son iguales a sus costos, es indiferente llevar a cabo el proyecto

Relación B/C < 1 Los beneficios son inferiores a sus costos, la regla de decisión es rechazar el proyecto

# V. CONCLUSIONES

Obtenido los resultados experimentales se concluye que:

- Que en el trabajo de investigación el mejor nivel de fertilización para incrementar los rendimientos de racimos de fruto fresco de la palma aceitera es 100-80-140 ($N$-$P_2O_5$-$K_2O$) correspondiente al T4, el mismo que fue aplicado con un sistema de riego por goteo con una lámina de riego calculada en base a la evapotranspiración y precipitación observada.
- Asimismo, se concluye que dado los análisis económicos de utilidad y relación B/C de los 4 tratamientos estudiados, el T4 es el que ofrece mayor rentabilidad, generando una ganancia de 251,82%

# VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las dos conclusiones obtenidas se recomienda:

- En condiciones de la zona de estudio, se recomienda utilizar el nivel 100-80-140 ($N$-$P_2O_5$-$K_2O$) como fertilización para plantas en producción de palma aceitera con un sistema de riego por goteo.
- Continuar con las evaluaciones del estudio de investigación en años posteriores con fertilizaciones anuales con mayores niveles y fórmulas variadas; para así aprovechar el potencial genético de producción del híbrido, utilizando riego tecnificado.

# VII. BIBLIOGRAFÍA


**Barrios R., et al, 2002**. Consideraciones para realizar el diagnostico nutricional de la palma aceitera, centro de investigaciones agropecuarios del Estado de Monagas. Maturín

**Carcamo J., 1996**. La palma aceitera en el Perú, revista agro Enfoque, numero 35 y 36 pág., 14-25.

**Cochrane T., 1982**. Características agro ecológicas para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos en América tropical, 23-24 pp.

**Coral I.F., 1989**. Mejoramiento genético de palma aceitera *(Elaeis guineensis)*, revista agro Enfoque edición 34. Lima-peru.

**Ferreira, R. 2002.** Diseño, manejo y manutención de equipos de riego localizado de alta frecuencia. Instituto de investigaciones agropecuarias. INIA, Chile

**Hartley C.W.S. 1988**. La palma aceitera. Editorial Continental S.A. de C.V. México.

**Martínez L., 2001**. Manual de operación y manutención de equipos de riego presurizado. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA, Chile.

**Nicolas O., 2008.** Sistema de riego por goteo http//:www.predes.org.pe.

**León Brito, O.C., 2005**. Perspectivas del mejoramiento genético de la palma aceitera en Venezuela. Revista Digital CENIAP HOY numero 9, septiembre-diciembre., depósito legal: 200302AR1449, Maracay, Aragua, Venezuela. http//.www.ceniap.gov.ve

**Ortega-Farías, et al. 1998.** Validación de un modelo para estimar la radiación neta de una cubierta vegetal en condiciones de referencia. Ciencia e Investigación Agraria. Vol 25, Número 2, págs. 103-107

**Palacios L., 2002**. Por que, cuando, cuanto y como regar? Editorial Trillas. México

**Quesada G. 1997.** Tecnología de la palma aceitera-cultivo e industria de la palma aceitera *(Elaeis guineensis), httpll:* www.maj.go/biblioteca-virtualciencia/tec-palma.pde costa rica, 1997 ministerio de agricultura y ganadería INTA.

**Raygado R., 2005**. Manual técnico del cultivo de la palma aceitera, Tocache-Uchiza., primera edición, http//: www. aspaperu.org

**Rojas C., 1994**. Determinación de la evapotranspiración de *Pinus radiata* D. Don en vivero, mediante lisímetro de drenaje. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile

**Rosenberg, et al, 1983:** Microclimate, the Biological Environment. John Wiley & Sonso Second edition. New York.

**Salirrosas M., 2003.** Comparativo de dosis y modalidad de aplicación de humus de lombriz en la producción de palma aceitera *(Elaeis guineensis J.) en un ultisols de Ucayali.*

**Salgado L., 1966.** Métodos para determinar la evapotranspiración actual y potencial. Tesis para optar el titulo de ingeniero agrónomo. Facultad de agronomía, Universidad de Concepción. Chillan, Chile.

**Sánchez T., 1992**. Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración, cuadernos técnicos de la sociedad española de geomorfología. Geoforma Ediciones. Logroño.

**Vargas A, 1963:** Correlación entre la evapotranspiración de la alfalfa y trébol rosado y la evaporación de tres tipos diferentes de bandejas de evaporación. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.

# VIII. ANEXOS

MAPA DE UBICACIÓN DE PARCELA DE INVESTIGACIÓN
RIEGO POR GOTEO EN PALMA ACEITERA

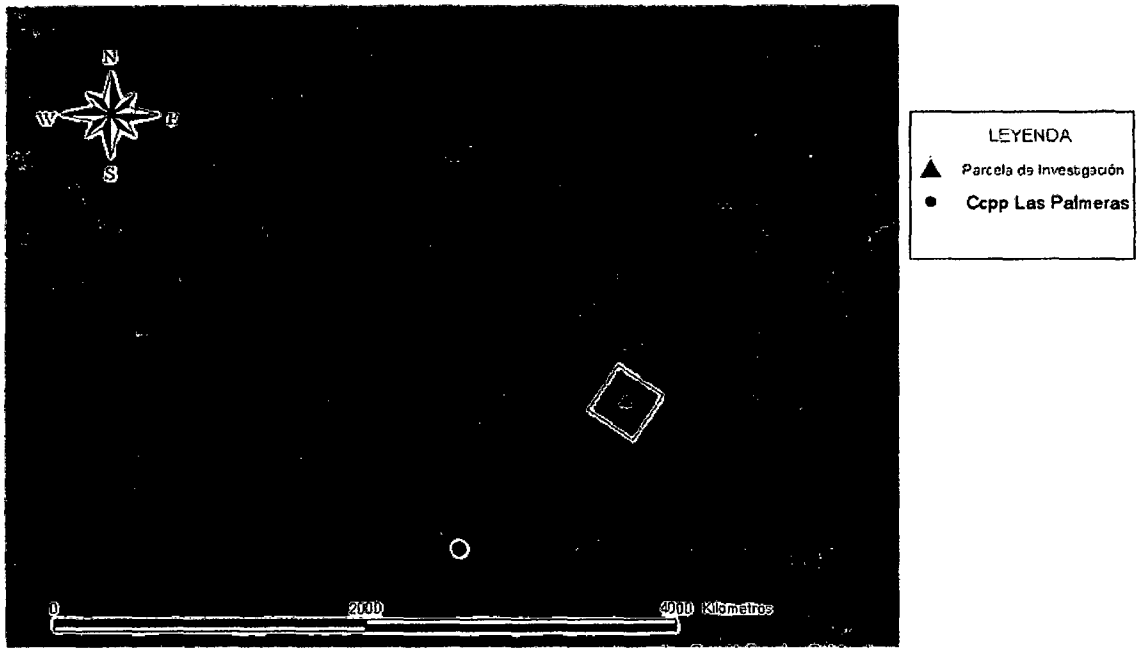



**Figura 1A.** Mapa de ubicación del campo experimental

**Cuadro 1A.** Análisis de variancia del número de racimos en los términos estudiados, Pucallpa-Perú. 2008.

| FV | GL | SC | CM | Fc | signif. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bloques** | 2 | 6,5 | 3,25 | 1,8 | n.s. |
| **Tratamientos** | 3 | 44,92 | 14,97 | 8,29 | * |
| **Error** | 6 | 1,83 | 1.8 | | |
| **Total** | 11 | 62,25 | | | |

**CV: 13,10%**

**Cuadro 2A.** Análisis de variancia de la longitud de racimos en los términos estudiados, Pucallpa-Perú.2 008.

| FV | GL | SC | CM | Fc | signif. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bloques** | 2 | 841,17 | 420,58 | 0,30 | n.s. |
| **Tratamientos** | 3 | 71 186,25 | 23 728,75 | 16,85 | * * |
| **Error** | 6 | 8 451,50 | 1 408,58 | | |
| **Total** | 11 | 80 478,92 | | | |

**CV: 11,11%**

**Cuadro 3A.** Análisis de variancia del radio de racimos en los términos estudiados, Pucallpa-Perú.2 008.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | signif. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bloques** | 2 | 1 403,47 | 701,73 | 1,26 | n.s. |
| **Tratamientos** | 3 | 19 056,68 | 6 352,23 | 11,38 | * * |
| **Error** | 6 | 3 348,24 | 558,04 | | |
| **Total** | 11 | 23 808,39 | | | |

**CV: 15,02%**

**Cuadro 4A**. Análisis de variancia del peso de racimos en los términos estudiados, Pucallpa- Perú.2 008.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | signifs. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bloques** | 2 | 690,5 | 345,25 | 0,48 | n.s. |
| **Tratamientos** | 3 | 14 270,00 | 4 756,67 | 6,66 | * * |
| **Error** | 6 | 4 283,5 | 713,92 | | |
| **Total** | 11 | 19 244,00 | | | |

**CV: 19,94 %**

**Cuadro 5A.** Escala de ingreso bruto en dólares/ha/año en el cultivo de Palma aceitera. Pucallpa-Perú. 2008

| Producción en tn/ha/año | Costo por tonelada (US$.) | Total (US$.) |
|---|---|---|
| 1 | 169,00* | 169 |
| 5 | 169,00* | 845 |
| 10 | 169,00* | 1 690,00 |
| 15 | 169,00* | 2 535,00 |
| 20 | 169,00* | 3 380,00 |
| 25 | 169,00* | 4 225,00 |
| 30 | 169,00* | 5 070,00 |

**Fuente:** Comité central de palmicultores de Ucayali-COCEPU

*Precio actualizado a julio del 2 008.

**Cuadro 6A:** Descripción del fertilizante urfos 44.

| **Compuesto químico** | | **urea soluto** |
|---|---|---|
| Formula | | $CO(NH_2)_2\ H_3PO_4$ |
| Solubilidad | | 960 g/lt a 20°C |
| Aspecto | | cristalino |
| pH (solución al 1%) | | 1,75 |
| Contenido de nutrientes: | **N** | 17% |
| Anhídrido fosfórico | **$P_2O_5$** | 44% |

Fuente: Fertilizantes MISTI.

**Cuadro 7A.** Cantidades de fertilizantes/parcela aplicados en el experimento. Pucallpa-Perú. 2008.

| Fuentes | Tratam. | Primera etapa | | | Segunda etapa | | | Tercera etapa | | | Aplicación/ parcela (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Aplicación/sem. (g) | semanas | sub-total (Kg) | Aplicación/sem. (g) | semanas | sub-total (Kg) | Aplicación/sem. (g) | semanas | sub-total (Kg) | |
| | T2 | 270,0 | 8 | 2,16 | 360,0 | 8 | 2,88 | 270,0 | 8 | 2,16 | 7,20 |
| **Urea** | T3 | 352,5 | 8 | 2,82 | 470,0 | 8 | 3,76 | 352,5 | 8 | 2,82 | 9,40 |
| (N) | T4 | 438,75 | 8 | 3,51 | 585,0 | 8 | 4,68 | 438,75 | 8 | 3,51 | 11,70 |
| Total | | | | | | | | | | | **28,30** |
| | T2 | 427,5 | 8 | 3,42 | 142,5 | 8 | 1,14 | 142,5 | 8 | 1,14 | 5,70 |
| **Urfos** | T3 | 645,0 | 8 | 5,16 | 215,0 | 8 | 1,72 | 215,0 | 8 | 1,72 | 8,60 |
| ($P_2O_5$) | T4 | 855,0 | 8 | 6,84 | 285,0 | 8 | 2,28 | 285,0 | 8 | 2,28 | 11,40 |
| Total | | | | | | | | | | | **25,70** |
| | T2 | 210,0 | 8 | 1,68 | 420,0 | 8 | 3,36 | 420,0 | 8 | 3,36 | 8,40 |
| **ClK** | T3 | 287,5 | 8 | 2,30 | 575,0 | 8 | 4,60 | 575,0 | 8 | 4,60 | 11,50 |
| ($K_2O$) | T4 | 367,5 | 8 | 2,94 | 735,0 | 8 | 5,88 | 735,0 | 8 | 5,88 | 14,70 |
| Total | | | | | | | | | | | **34,60** |

**Ejemplo 1A.** Calculo de requerimiento de riego:

De tiempo y cantidad de riego (día 4 de octubre del 2 007)

Evaporación observada: 5 mm

EVT(x)= $40m^3$ x 0,85= $34m^3$

Cantidad de riego: *34/143*= 237L

Tiempo de riego: *237/90*= 2h 37 minutos

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 8A.** Evapotranspiración máxima mensual (mm), Evapotranspiración potencial (mm), Coeficiente del cultivo (Kc).Pucallpa-Perú. 2 008.

| Mes | EVT(observada)mm | Kc | EVP(mm) | EVT(x)mm |
|---|---|---|---|---|
| Ago-07 | 92,3 | 0,85 | 73,84 | 62,76 |
| Sep-07 | 125,3 | 0,85 | 100,24 | 85,20 |
| Oct-07 | 103,6 | 0,85 | 82,88 | 70,44 |
| Nov-07 | 141,8 | 0,85 | 113,44 | 96,42 |
| Dic-07 | 153,2 | 0,85 | 122,56 | 104,17 |
| Ene-08 | 100,4 | 0,85 | 80,32 | 85,34 |
| Feb-08 | 237,5 | 0,85 | 190,00 | 161,50 |
| Mar-08 | 214,4 | 0,85 | 171,52 | 145,79 |

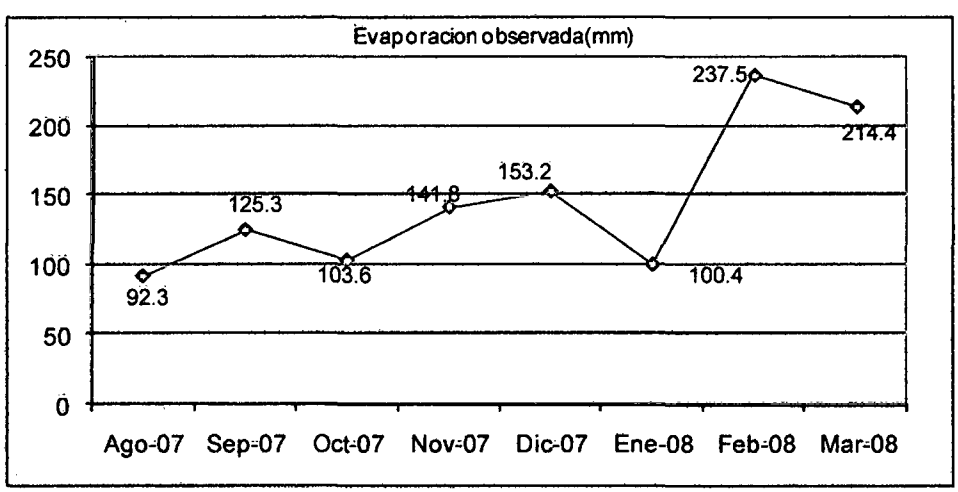



**Grafico 1A.** Evaporación observada (mm) total mensual. Agosto- 2 007 a Marzo- 2 008. Pucallpa- Perú. 2 008.

**Cuadro 9A.** Precipitación efectiva (mm) y requerimiento de riego (mm) en el cultivo de palma aceitera. Pucallpa-Perú. 2 008

| Mes | EVT(x) | Precipitación efectiva(mm) | Requerimiento de riego(mm) |
|---|---|---|---|
| Ago-07 | 62,76 | 29,99 | 32,76 |
| Sep-07 | 85,2 | 26,66 | 58,62 |
| Oct-07 | 70,44 | 37,38 | 33,05 |
| Nov-07 | 96,42 | 45,39 | 51,02 |
| Dic-07 | 104,17 | 51,45 | 52,71 |
| Ene-08 | 85,34 | 50,13 | 35,2 |
| Feb-08 | 161,5 | 77,86 | 83,63 |
| Mar-08 | 145,79 | 69,39 | 76,39 |

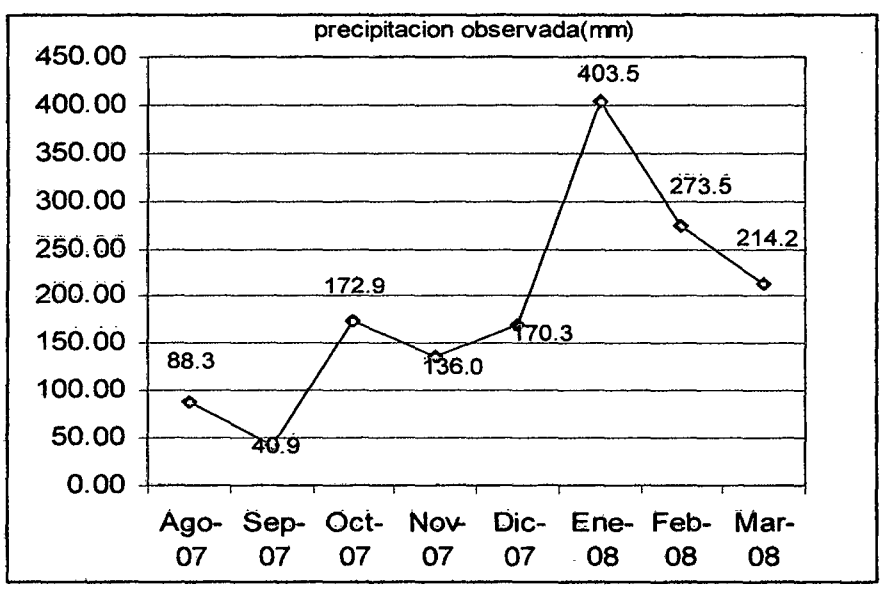



**Grafico 2A.** Precipitación pluvial (mm) total mensual. Agosto- 2 007 a Marzo- 2 008. Pucallpa-Perú. 2 008.

**Cuadro 10A.** Costo de producción ha /año en soles en el cultivo de palma aceitera considerando el tratamiento T4 (100-80-140) incluyendo el sistema de riego por goteo; Pucallpa-Perú, 2 008 (plantaciones mayores a 5 años)

| Nº | RUBRO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (S/.) | COSTO TOTAL (S/.) |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Costos directos | | | | |
| A. | Mano de obra | | | | |
| | Círculos lineales | jornal | 5,7 | 15,00 | 85,50 |
| | Círculos químicos | jornal | 2,1 | 15,00 | 31,50 |
| | Mant. Interlineas | jornal | 1,4 | 15,00 | 21,00 |
| | Poda | jornal | 1,9 | 15,00 | 25,20 |
| | Apile de hojas | jornal | 1,9 | 15,00 | 25,20 |
| | Fertirrigación | jornal | 1,4 | 15,00 | 21,00 |
| | Cosecha | RFF | 2 000 | 0,20 | 400,00 |
| | Ctrl. Fitosanitario | jornal | 2,0 | 15,00 | 30,00 |
| | Inst. equipo riego | jornal | 6,0 | 13,33 | 80,00 |
| Sub-total | | | | | 719,40 |
| II | Costos indirectos | | | | |
| A. | Fertilizantes: | | | | |
| | Urea | kg. | 186 | 1,00 | 186,00 |
| | Urfos 44 | kg. | 182 | 3,60 | 655,20 |
| | Cloruro de potasio | kg. | 233 | 1,00 | 233,00 |
| Sub-total | | | | | 1 074,20 |
| B. | Pesticidas | | | | |
| | Herbicidas | L | 0,5 | 40,00 | 20,00 |
| | Adherente | L | 0,06 | 15,00 | 0,90 |
| | Insecticidas y fungic. | L | 0,5 | 90,00 | 45,00 |
| C. | Sistema de riego | | | | |
| | equipo de riego | unidad | 1,0 | 200,00 | 200,00 |
| D. | Combustible | | | | |
| | Gasolina 84 Oct. | galón | 125 | 9,00 | 1 125,00 |
| | Aceite 40° | L | 3,0 | 10,00 | 30,00 |
| Sub-total | | | | | 1 420,90 |
| | Otros gastos | 5% | | | 159,725 |
| COSTO TOTAL | | | | | 3 354,225 |

**Cuadro 11A.** Costo de producción ha /año en soles en el cultivo de palma aceitera considerando el tratamiento T4 (100-80-140); Pucallpa-Perú, 2 008 (plantaciones mayores a 5 años)

| Nº | RUBRO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (S/.) | COSTO TOTAL (S/.) |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Costos directos | | | | |
| A. | Mano de obra | | | | |
| | Círculos lineales | jornal | 5,7 | 15 | 85,5 |
| | Círculos químicos | jornal | 2,1 | 15 | 31,5 |
| | Mant. Interlineas | jornal | 1,4 | 15 | 21 |
| | Poda | jornal | 1,9 | 15 | 25,2 |
| | Apile de hojas | jornal | 1,9 | 15 | 25,2 |
| | Fertilización | jornal | 1,4 | 15 | 21 |
| | Cosecha | RFF | 2 000 | 0.2 | 400 |
| | Ctrl. Fitosanitario | jornal | 2 | 15 | 30 |
| Sub-total | | | | | 639,4 |
| II | Costos indirectos | | | | |
| A. | Fertilizantes: | | | | |
| | Urea | kg. | 186 | 1 | 186 |
| | Urfos 44 | kg. | 182 | 3.6 | 655,2 |
| | Cloruro de potasio | kg. | 233 | 1 | 233 |
| Sub-total | | | | | 1 074,2 |
| B. | Pesticidas | | | | |
| | Herbicidas | L | 0,5 | 40 | 20 |
| | Adherente | L | 0,06 | 15 | 0,9 |
| | Insecticidas y fungic. | L | 0,5 | 90 | 45 |
| Sub-total | | | | | 65,9 |
| | Otros gastos | 5% | | | 88,975 |
| COSTO TOTAL | | | | | 1 868,475 |

## IX. ICONOGRAFÌA

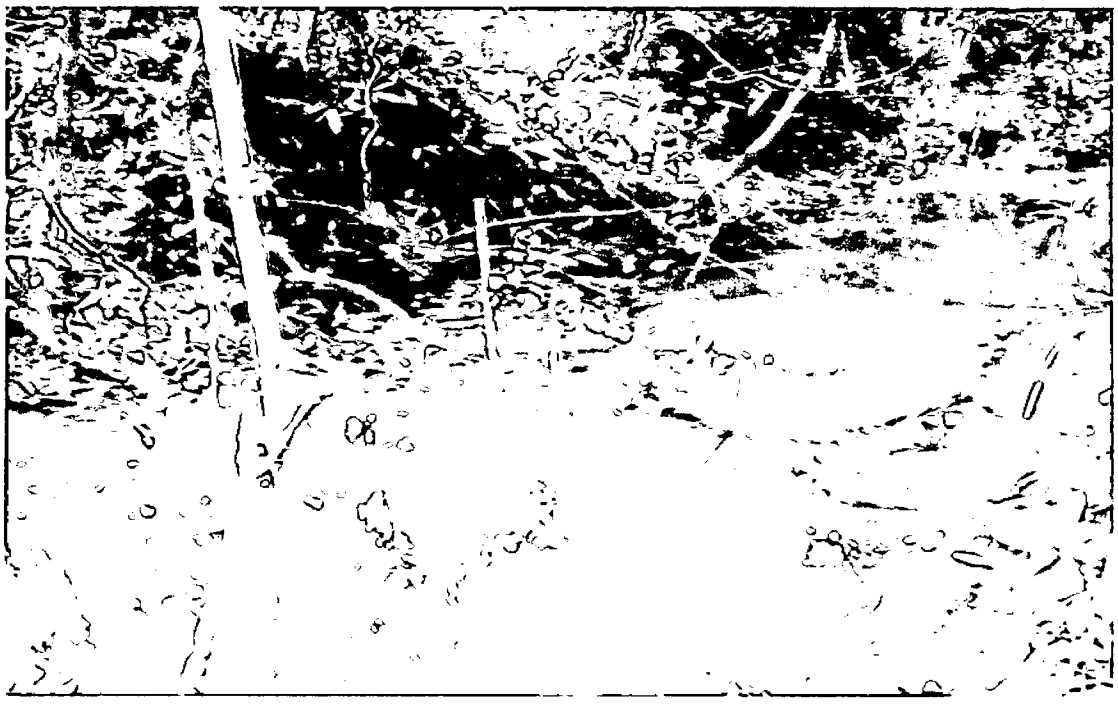


**Foto 01.** Fuente de agua. Pucallpa-Perú. 2 008

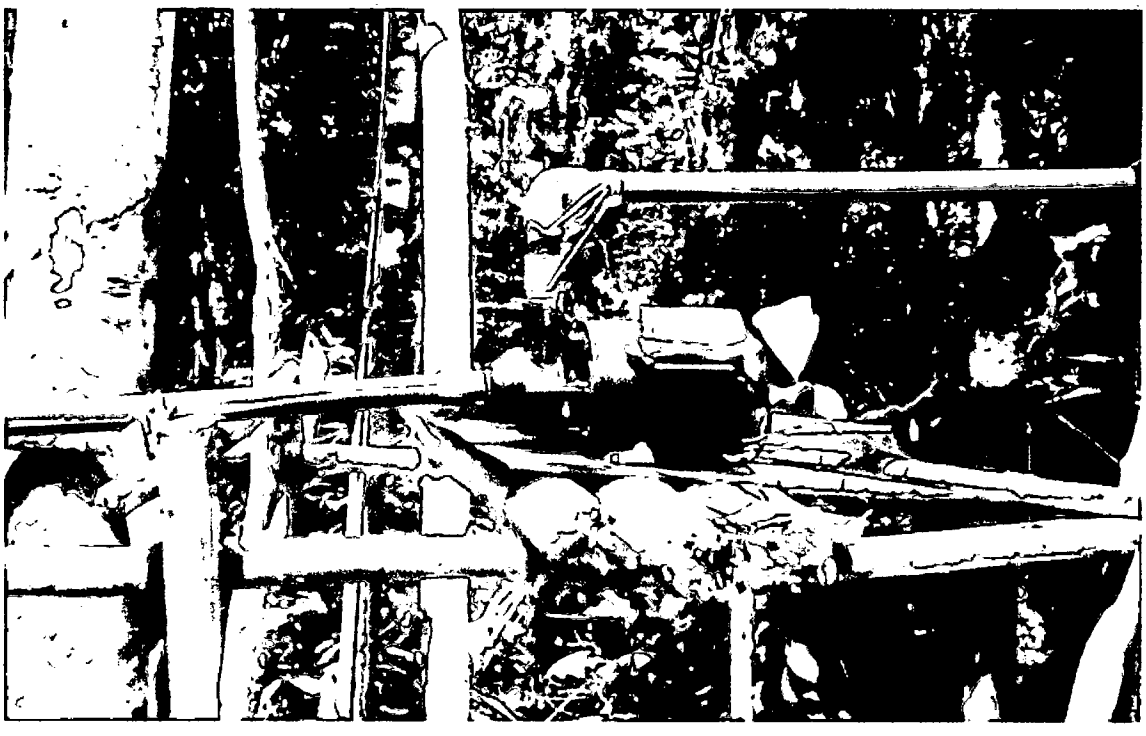


**Foto 02.** Bomba de succión. Pucallpa-Perú. 2 008

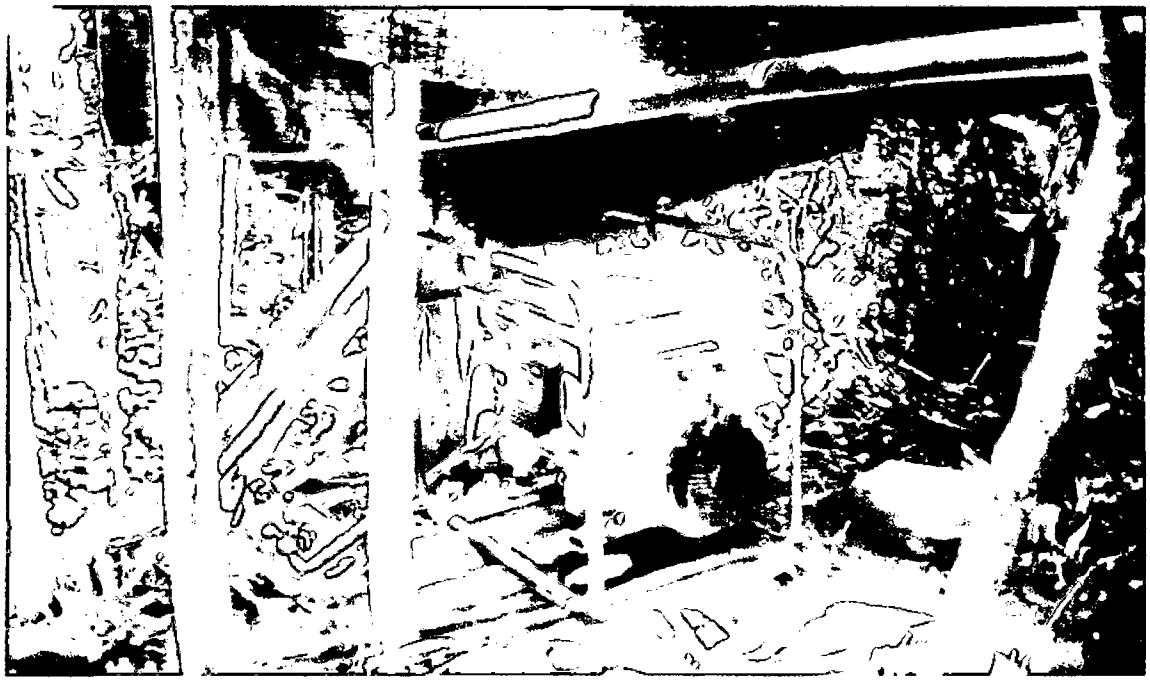


**Foto 03.** Generador eléctrico de 2000 Kw. Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 04.** Instalación y acondicionamiento de las tuberías de matriz primaria. Pucallpa-Perú. 2 008.



**Foto 05.** Instalación y acondicionamiento de las tuberías y mangueras del sistema de riego por goteo. Pucallpa-Perú. 2 008.

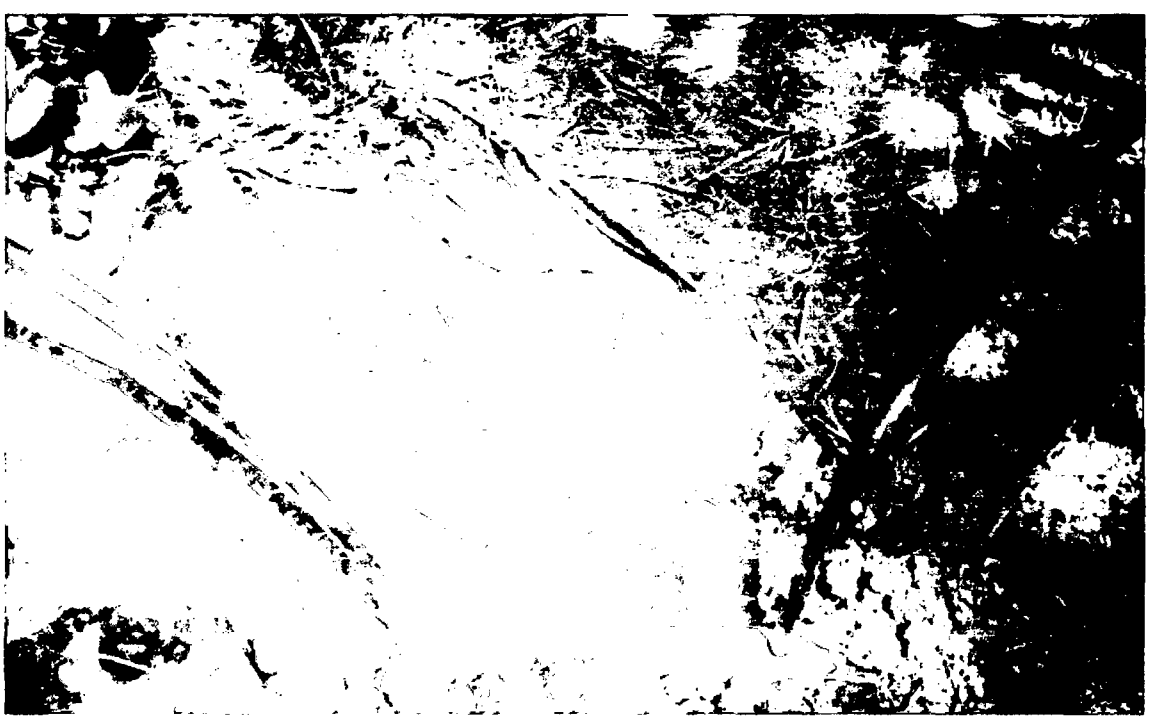


**Foto 06.** Conexión de mangueras de goteo. Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 07.** Detalle de un gotero. Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 08.** Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008

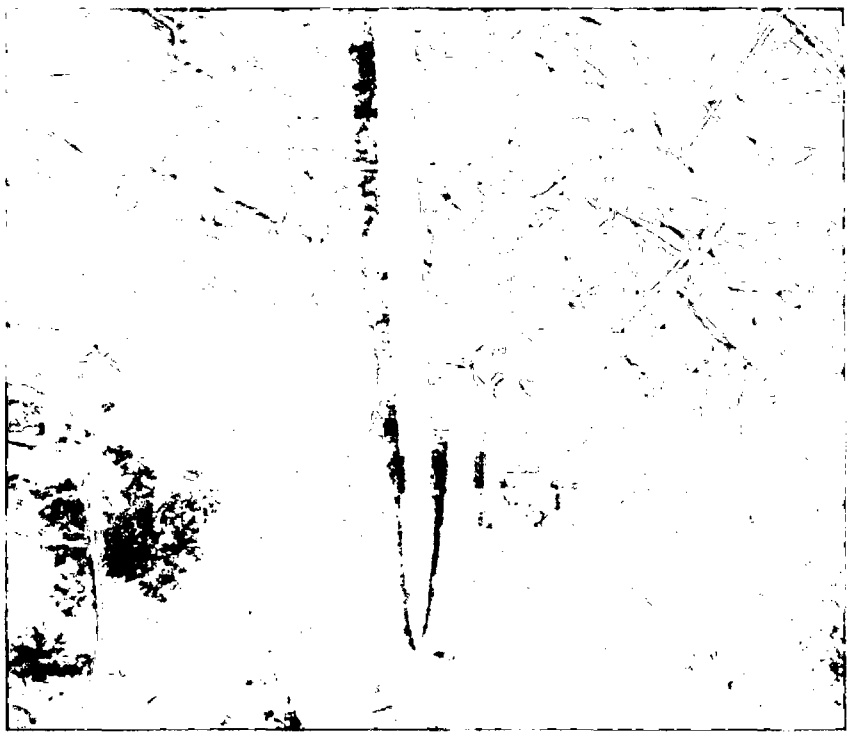


**Foto 09.** Conector de extremo. Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 10.** Bandeja de evaporación y pluviómetro (equipos de control). Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 11.** Racimos cosechados. Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 12.** Adulto y pupa de *Castnia daedalus.* Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 13.** Nido de *Brassolis sophorae.* Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 14.** Destrucción de nido de *Brassolis sophorae.* Pucallpa-Perú. 2 008



**Foto 16.** Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
BIBLIOTECA CENTRAL
U.N.U.
1528T



**Foto 17.** Visita de jurado de tesis. Pucallpa-Perú. 2 008