

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE DOS ECOTIPOS DE  
COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal.) EN TULUMAYO**

***TESIS***

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Wéninger Gonzales Astoquilca**

**PROMOCIÓN II - 1997**

**“Unasinos Forjadores del Desarrollo Sostenible”**

**TINGO MARÍA -PERÚ**

**2002**

## DEDICATORIA

A mis padres, Máximo y Mariela, quienes en todo momento pusieron confianza y fe para mi realización profesional.

A mis hermanas, Noelia y Liz, a quienes les robé el tiempo que debió brindarle un amigo.

A Luli, que representa el símbolo de mi dicha y felicidad completa, a quien debo gran parte de su tiempo para la ejecución de este trabajo.

## AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Carlos Carbajal Toribio, patrocinador de la presente tesis, por sus constantes orientaciones durante la realización del presente trabajo.
- Al Mayor General FAP Wilar David Gamarra Molina Jefe del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), por el apoyo a la educación e investigación para el desarrollo de la región.
- Al Ing° Constantino Alarcón Velazco. Director General de Agrometeorología y al Ing° Wilfredo Izarra Tito del Área de Meteorología Aplicada.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), por el apoyo logístico y orientación que me brindaron en todo momento, para la ejecución del presente trabajo.
- A la Srta. Economista Lourdes Rocío Collantes Vásquez, que en todo momento me demostró apoyo incondicional, comprensión, esmero y optimismo para mi realización profesional.
- A todas las personas que de una y otra manera hicieron posible la culminación de mis estudios y la elaboración de mi tesis.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. ANTECEDENTES .....	10
2.1 Del cultivo de la cocona .....	10
2.2 De la fenología .....	13
2.3 De los parámetros meteorológicos.....	25
2.4 Del crecimiento y desarrollo .....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
3.1 Campo experimental .....	34
3.2 Componentes en estudio .....	39
3.3 Tratamientos en estudio .....	39
3.4 Análisis estadístico.....	40
3.5 Características del Experimento.....	41
3.6 Determinación de las observaciones registradas .....	43
3.7 Metodología .....	46
3.8 Ejecución del experimento .....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
4.1 De los estados y los parámetros climáticos .....	54
4.2 De las curvas de crecimiento y desarrollo fenológico .....	74

V. CONCLUSIONES .....	79
VI. RECOMENDACIONES .....	81
VII. RESUMEN .....	82
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	84
IX. ANEXO .....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Análisis físico – químico del suelo experimental .....	36
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento, Mayo 2000 – Marzo 2001 .....	38
3. Características cualitativas y cuantitativas de frutos de dos ecotipos de cocona .....	40
4. Cálculo de porcentaje de estados observados .....	47
5. Requerimiento acumulativo de grados calor día y heliofanía .....	62
6. Rangos climáticos de cada estado evaluado – ecotipo T4 .....	71
7. Rangos climáticos de cada estado evaluado – ecotipo N4 .....	71
8. Temperatura media y fotoperiodo mensual de estados fenológicos de cocona en Tulumayo .....	72
9. Rendimiento promedio de los ecotipo en cada cosecha .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Estados fenológicos de cocona ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal.) emergencia – primera hoja verdadera - botonamiento .....	56
2. Estados fenológicos de ramificación - floración .....	58
3. Estados fenológicos de fructificación - maduración .....	59
4. Diferencia de grados calor día entre estados fenológicos de cocona - ecotipo N4 .....	65
5. Diferencia de grados calor día entre estados fenológicos de cocona - ecotipo T4 .....	66
6. Temperaturas promedio de ocurrencia de estados fenológicos de cocona – ecotipo N4 .....	68
7. Temperaturas promedio de ocurrencia de estados fenológicos de cocona – ecotipo T4 .....	69
8. Curva de crecimiento y estados fenológicos de cocona ecotipo T4 .....	77
9. Curva de crecimiento y estados fenológicos de cocona ecotipo N4 .....	78

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal.) viene aumentando significativamente en los últimos años, debido a los diversos usos en la agroindustria, significando este frutal nativo un potencial económico en la región amazónica peruana.

Sin embargo, el escaso desarrollo agronómico hace que el manejo del cultivo de la cocona sea aún deficiente, viéndose los agricultores en la necesidad de apoyo con un adecuado paquete tecnológico que les oriente y de una visión más clara.

El estudio de la fenología de los cultivos contribuye al conocimiento de la adaptación a diversos climas, la influencia de los diferentes parámetros meteorológicos y sus relaciones con las condiciones ambientales a fin de determinar las diferentes prácticas agrícolas necesarias.

Habiendo identificado algunas deficiencias en el manejo de este cultivo, el presente trabajo de investigación pretende contribuir al conocimiento del ambiente donde se cultiva y propiciar información para futuros programas de manejo de este cultivo.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente descritos, nos planteamos los siguientes objetivos:

1. Determinar los estados fenológicos de dos ecotipos bajo las condiciones de la zona de Tulumayo.
2. Elaborar diagramas de estados fenológicos del crecimiento y desarrollo de la cocona.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 DEL CULTIVO DE LA COCONA

#### A. Clasificación taxonómica de la cocona

División	:	Espermatophita
Sub división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub clase	:	Simpétalas
Orden	:	Tubiflorales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	<i>Solanum</i>
Especie	:	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal.
Nombres comunes	:	“Cocona” (Perú), “Cibiu” (Brasil), “Topiro” (Venezuela), “Peach Tomato” (Inglés) (13)

#### B. Origen

La cocona es una especie nativa de América tropical, proveniente del valle superior del Amazonas y se distribuye ampliamente en Brasil, Colombia, Perú y Venezuela. En la selva peruana, se cultiva en los departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco y Ayacucho (13, 20).

### C. Clima y suelos

Las condiciones ambientales adaptativas son: precipitación promedio anual de 2000-4000 mm. bien distribuida, temperatura promedio anual de 17-30 °C; humedad relativa de 70-90%, y altitudes variables desde el nivel del mar hasta 1200 m.s.n.m. Se cultiva en diversos tipos de suelos, preferentemente de textura arcillosa a franca y rica en materia orgánica y con buen drenaje. Las variedades pequeñas toleran suelos pesados y resisten mejor a las enfermedades; las variedades grandes e intermedias son más exigentes en suelos y sensibles a enfermedades. En general la cocona prospera en suelos inceptisoles y entisoles de mediana a alta fertilidad y en oxisoles y ultisoles ácidos y de baja fertilidad. La cocona es un arbusto que tolera sombreadamiento y tradicionalmente se produce comercialmente bajo sistemas agroforestales sucesionales multiestratados. La cocona produce continuamente durante 1 a 2 años y en la misma planta se encuentran flores y frutos en todos los estados de maduración (13, 19).

Sin embargo se mencionan valores mas amplios como climas con temperaturas entre 18 °C y 27 °C, con alta humedad relativa (70 – 90%) y con lluvias entre 1,500 mm y 4,000 mm de precipitación anual, requiere algo de sombra. Consecuentemente la cocona es una planta cuyos requerimientos ecológicos la hacen adaptable a todo el área del alto Huallaga (26).

#### **D. Descripción botánica**

La cocona es una planta arbustiva andromonóica, de 0,5-2,0 m de altura con tallos semi-leñosos, cilíndricos y muy pubescentes. Hojas simples, alternas y con estipulas; lámina ovalada de 30 - 50 cm de largo y 20 - 30 cm de ancho, borde lobulado-acuminado, ápice acuminado, base desigual; haz pubescente, verde oscuro y purpúreo según variedad, envés verde claro, nervadura blanca prominente y pubescente; pecíolo de 10-15 cm de longitud. Inflorescencia cimosa de pedúnculo corto 3-10 mm. Flores en número de 5-9, bisexuales y estaminadas; corola de forma estrellada con 5 pétalos de color verde claro ligeramente amarillento; cáliz con 5 sépalos de color verde. Los frutos son bayas de forma variable, de subglobosos a ovoides y tamaños de 3-6 cm de largo y 3-12 cm de diámetro con peso promedio que varía de 24-250 g. El epicarpio es una delgada capa lisa, suave y cubierta según variedad por pubescencia fina pulverulenta, que presenta coloraciones diferentes a la madurez según variedad, amarillos, anaranjados o rojos. El mesocarpio es una pulpa de grosor variable, succulento, carnoso y de color blanco cremosos a amarillento, semillas numerosas, planas y redondas de 2,5-3 mm, envueltas en un mucílago transparente, de sabor ácido y aroma agradable. Las diversas variedades de cocona en Turrialba, Costa Rica, han prosperado en plena luz solar y han resultado muy productivas. Muchas veces resultan cargados los árboles con 20 a 30 Kg. o más de fruta. Se requieren mas o menos 7 meses desde la siembra de la semilla hasta la primera cosecha (13, 20).

## 2.2 DE LA FENOLOGÍA

Desde hace más de 200 años algunos agricultores de los EE.UU. iniciaron sus registros de fechas de siembra, emergencia, foliación, caída de hojas, y otros, de muchas especies de plantas. Luego del desarrollo del termómetro se hizo posible correlacionar estas etapas del desarrollo con el clima, especialmente con la temperatura y humedad. En 1918 Andrew Hopkins estableció la ley bioclimática, ampliada en 1938, donde se recomienda el uso de observaciones fenológicas en lugar de observaciones meteorológicas ya que las primeras integran los efectos del microclima y los factores edáficos en la vida de las plantas, de tal forma que otro instrumento no lo puede hacer (3, 10)

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad. Los cambios que constantemente ocurren en un ecosistema, producen fenómenos característicos en la naturaleza animada, que forman el objetivo de la información fenológica. Dependiendo de los alcances que se le quiera imponer, pero en términos comunes y muy simples, hay consenso en que es la manifestación visible del desarrollo, condicionado a sucesos meteorológicos (9, 23).

Su relación específica con los elementos climáticos no es totalmente comprendida pero, sin embargo, representa hechos observados en el crecimiento de

las plantas que muy bien pueden ser utilizados. También indica que el desarrollo de cualquier variedad de plantas es la resultante de una serie de factores: climático, fisiográfico, edáfico y bióticos. Para conocer las características ecológicas de un vegetal es conveniente dividir la vida de éste en varias etapas. Ello se consigue, en forma natural, por medio de las fases (24).

A pesar de la importancia que a todas luces tienen los estudios fenológicos, la investigación en este campo es escasa y mucha de la información disponible se ha obtenido mediante el empleo de métodos muy diversos lo que hace a veces difícil comparar los resultados. Se debe considerar que la información fenológica debe tener carácter cuantitativo y que, además, debe cubrir todo el periodo de manifestación de la característica, inicio, plenitud y declinación (14).

Las observaciones y los estudios fenológicos se han utilizado con fines más variados, pero un resumen de los principales objetivos puede presentarse en los siguientes términos:

1. Correlacionar los eventos fenológicos con factores ambientales.
2. Determinar la longitud de periodos de crecimiento de especies.
3. Desarrollar bancos de datos fenológicos regionales y nacionales para estudios detallados por especies.

4. Utilizar los datos fenológicos como indicadores climáticos y como guías en las prácticas agrícolas (9).

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climática pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico. Cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten a la vez, referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado. Dado que el producto final de un cultivo, no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de las diferentes etapas (3).

La importancia de la fenología ha sido destacada en numerosas publicaciones. La observación de los eventos fenológicos en diferentes sitios, con diferentes climas, proporcionan información útil en muchos aspectos. Destacando dentro de las principales:

1. Elaboración de planes de trabajo agrícolas, según la longitud de los periodos vegetativos. La información fenológica da una idea de

cuanto retraso debe esperar el agricultor, debido a la ocurrencia de un exceso de precipitaciones.

2. Establecimiento de calendarios para el control de plagas, enfermedades y malezas, de acuerdo con las épocas de mayor incidencia y sensibilidad de las pestes.
3. Zonificación agrícola natural de un país. Para obtener datos más detallados sobre el clima local de una región, no es suficiente la investigación climatológica que se calcula de acuerdo a un mes calendario; los límites naturales entre periodos vegetativos casi nunca corresponden al mes calendario. En la agricultura los valores climáticos utilizados se calculan de acuerdo a los periodos vegetativos naturales.
4. Determinación de los requerimientos bioclimáticos de las diferentes especies y variedades. Una observación fenológica precisa, asociada a datos climáticos representativos y de calidad permitirá deducir los requerimientos de horas de frío para especies de clima templado, la acumulación térmica o días necesarios para completar su ciclo vegetativo.

5. Determinación de modelos fenológicos los cuales pueden ser aplicados para definir regiones agrícolas potenciales a fin de introducir nuevos cultivos con fines de pronósticos operacionales.
  
6. Pronósticos de fechas de madurez, cosecha de frutas y hortalizas. Conociendo con anticipación las fechas, es posible preparar con la debida antelación los recursos humanos y materiales para procesar la producción. Para ello, es indispensable realizar los cálculos de sumas térmicas, utilizando la información correspondiente de una estación agrometeorológica cercana al cultivo para aquellas fases a utilizar lo que permite predecir en forma aproximada los eventos esperados para cada especie.
  
7. Introducción de nuevas especies y variedades. En aquellas localidades en que se pretende introducir nuevas alternativas de cultivo, es necesario conocer previamente el comportamiento fenológico de esas especies.
  
8. Prevención de contingencias climáticas a través de un adelanto o retraso en las siembras de variedades precoces o tardías, para evitar riesgos de helada en floración.

9. Para un mayor conocimiento y evaluación del valor económico de la tierra esto se comprueba fácilmente con la población de especies vegetales que se adaptan alrededor y dentro del predio a evaluar (9).

#### **A. Fenómenos periódicos de las plantas**

Durante el ciclo evolutivo de las plantas a partir del nacimiento hasta la muerte en las anuales o desde su brotación hasta la maduración del fruto o caída de las hojas en las perennes, el vegetal sufre transformaciones de volumen, peso, forma y estructura y por consiguiente sus exigencias con respecto a los elementos meteorológicos serán distintas según el ciclo en que se encuentre. Estas modificaciones no son graduables ni constantes, por lo que hay momentos denominados Fases de Crecimiento y Fases de Desarrollo. El crecimiento de la planta no es sino un incremento de tamaño, unido aunque no es de un modo necesario a un peso sólido a seco y del volumen como el alargamiento de un tallo. Resulta pues, que el crecimiento es en términos generales, un proceso cuantitativo relacionado con el aumento de masa del organismo, mientras que el desarrollo, es cualitativo y se refiere a los cambios experimentados por la planta (22).

1. **Periodo crítico.**- Es el intervalo del ciclo biológico durante el cual la planta presenta la mayor susceptibilidad a la acción de un factor. Por lo general, las exigencias meteorológicas de los vegetales no cambian

gradualmente durante su ciclo vegetativo, aunque es frecuente que varíen demasiado después de cada fase, para mantenerse semejantes hasta la fase siguiente. Dentro de ciertas etapas se presentan *periodos críticos*, que son el intervalo breve durante el que la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se reflejan en el rendimiento del cultivo. Los periodos críticos generalmente se presentan poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. Es muy importante tener presente que para los valores de los elementos afecten posesivamente a los rendimientos, deberán encontrarse dentro de cierto intervalo de utilidad para cada cultivo, fuera del cual los efectos serán negativos tanto por defecto como por exceso (de lluvias, de temperatura, etc.) (22, 23).

2. **Periodo de latencia.**- Es aquel durante el cual la planta demuestra mínima sensibilidad a un factor o factores determinados (22).

## **B. Periodos fenológicos de los cultivos**

### **B.1 Fase fenológica**

Aunque en realidad, el organismo presenta continuas variaciones y modificaciones, desde el nacimiento hasta la maduración de los frutos o

semillas, dichas variaciones no son graduales, ni continuas. Hay intervalos relativamente breves durante los cuales la planta está sujeta a profundas modificaciones, con la supresión de ciertos órganos y la formación de otros nuevos, que no actúan para conservarse después morfológica y fisiológicamente inalterables hasta que no actué la acción transformadora de otro intervalo (7).

La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase. La emergencia de las plantas pequeñas, el espigamiento del trigo, la floración del manzano, la brotación de la vid, la madurez del maíz, etc., son verdaderas fases fenológicas (23).

Las fases pueden ser: visibles o invisibles, y por lo mismo inapreciables. Son fases visibles el crecimiento, la brotación, fructificación, etc. Las fases invisibles son aquellas en las que no hay manifestación en el aspecto exterior ejemplo: maduración de los frutos de sandía. Los cultivos agrícolas sean anuales o perennes pasan por una serie de etapas de distintas características, duración e importancia relativas, para el rendimiento o la vida de las plantas, que configuran el llamado Proceso Fásico. El Proceso Fásico comprende necesarios cambios anatómicos y morfológicos que se van produciendo a medida que los individuos satisfacen necesidades y estímulos

meteorológicos. Es imprescindible que se cumpla todos estos cambios del ciclo vegetativo, caso contrario, el cultivo no es posible en el lugar, pues ese ambiente climático no satisface las necesidades mínimas de la especie, es decir, no integra su Bioclima. La anotación de la fecha en que se presenta una determinada fase se denomina Fenodata (22).

La Teoría del Desarrollo Fásico de las plantas, postulada por Lysenko (1935) establece que crecimiento y desarrollo de una planta no son fenómenos idénticos, que el proceso completo de desarrollo de una planta anual con semilla se compone de estados individuales o fases, que estas fases se presentan siempre según una secuencia determinada, de modo que una fase no puede iniciarse hasta que no se haya completado la precedente y que las distintas fases de desarrollo de la misma planta requieren diferentes condiciones ambientales para completarse (11).

Los elementos del clima, que en su acción sobre las plantas fueron clasificados como elementos bioclimáticos para el crecimiento y para el desarrollo cumplen en cada etapa la función de regular los procesos fisiológicos que en cada individuo producen el aumento de la masa vegetativa y la satisfacción de una serie de requerimientos. Logrados estos, el cultivo está en un estado de disposición y puede avanzar en el desarrollo biológico, si ese

ambiente, por medio de un estímulo, determina la aparición de una nueva fase. La Bioclimatología agrícola estudia esas acciones, explicando las anomalías fenológicas y fenométricas que se producen cuando los elementos bioclimáticos no satisfacen plenamente las necesidades de cada uno de los subperiodos de los cultivos (12).

### **B.1.1 Momentos fenológicos de las fases**

Son espacios de tiempo que requieren los vegetales para alcanzar la evolución de fases vegetativas. Así cada especie y variedad de ella, ejemplo cereales, tienen edades de macollamiento, de espigado, de maduración, etc. En cada fase determinamos:

**Primeros órganos.**- Presencia de primeros órganos visibles (flores, hojas, frutos maduros, hojas amarillas, caída de hojas, etc.) que se presentan aisladamente antes del comienzo definido de la fase respectiva.

**a. Comienzo de la fase.**- Presencia de primeros órganos en varios lugares de la copa de la planta o del cultivo, que se suceden con otros sin interrupción y en aumento, determinando así su comienzo.

- b. - **Plenitud de la fase.**- Momento en que se produce el fenómeno con la mayor intensidad.
- c. **Fin de la fase.**- Últimos órganos en actividad sin interrumpir la continuidad del proceso respectivo.
- d. **Últimos órganos.**- Aparición de órganos aislados, después de concluir el proceso definido de la fase (22).

## **B.2 Subperiodos o etapas de las plantas**

Una etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas. Si se compara las áreas donde se siembra diferentes especies y sus rendimientos medios, se observa que cada cultivo prospera con buenos rendimientos en regiones diferentes. Si en una localidad se realizan siembras experimentales de una especie durante todo el año, sucede que las mejores fechas de siembra son las adoptadas comúnmente por los agricultores, ya que el cultivo tiene en tal época la mínima cantidad de adversidades meteorológicas durante su desarrollo. Esto indica que el cultivo de una planta es posible solamente si durante su ciclo vegetativo tiene condiciones favorables de temperatura, lluvia, etc. (23).

### C. Observaciones fenológicas

Se considera a las plantas, como valiosos integradores de los elementos del clima que influyen en su hábitat y por ende, también se les considera como un importante complemento de los registros meteorológicos. En este sentido, las observaciones fenológicas no deben realizarse sobre cultivos sujetos a experimentos agrícolas, experiencias de riego, fertilizaciones, aplicaciones de productos hormonales, etc. Como una recomendación general respecto a las plantas a observar, se deben considerar aquellas que son sanas y vigorosas, seleccionando sitios donde los cultivos se desarrollen normalmente y tengan representatividad respecto a la acción de los agentes atmosféricos. Para efectuar las observaciones fenológicas existen muchas metodologías; la elección dependerá de los objetivos planeados, especies a observar e instituciones que las realicen (9).

Los campos para observaciones fenológicas deben tener una extensión de alrededor de una hectárea. Si el terreno es más grande debe limitarse la observación a un área aproximada de 10,000 m<sup>2</sup> (1 ha). Si no se encuentra un terreno de suficiente tamaño en las cercanías de la estación agrometeorológicas, las observaciones pueden realizarse en terrenos más pequeños (27).

Las observaciones fenológicas, es decir, las fechas de cada una de las fases de vegetación y de la época de la siembra y de la cosecha, forman parte integrante de los datos que en cada caso se necesitan cuando se procede a la determinación de los

factores naturales y agrotécnicos que han influido en el rendimiento de las plantas cultivadas. La fenología aplicada a la agricultura forma parte, por consiguiente, de la ecología agraria (4).

## **2.3 DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

### **A. Relación de temperatura con los cultivos agrícolas**

#### **1. Grados Calor Día**

El procedimiento se basa en que toda la planta comienza a crecer por encima de una temperatura mínima llamada punto crítico (PC). Los grados de temperatura que diariamente se registran por encima del punto crítico, se acumularán hasta completarse el ciclo vegetativo, una constante térmica. Por ejemplo, algunas variedades de maíz tienen una constante térmica de 2500 °C, desde la emergencia hasta la madurez, lo que se cubrirán en diferente cantidad de tiempo, según sean los diferentes climas. Fuera de ciertos límites de temperatura, la planta ya no ejerce sus funciones normalmente, y puede llegar al extremo de que muera. Los vegetales no tienen una alta temperatura corporal, lo que es característico de los animales superiores, la temperatura de la mayoría de las plantas es muy cercana a la ambiental; las plantas absorben o pierden calor conforme el ambiente se hace más cálido o más frío. Además de los valores medios de temperatura de una zona agrícola, se deben conocer las temperaturas máximas y mínimas, las oscilaciones diurnas y anuales, y

otros factores que actúan marcadamente sobre la planta, ya que son limitantes de la extensión geográfica de los cultivos (23).

## 2. Unidades de calor de emergencia a la madurez.

Después de la germinación y en forma gradual, la temperatura del aire se vuelve de gran importancia para las etapas vegetativa y generativa. Es muy importante considerar que el punto crítico es variable para diferentes cultivos, generalmente es una temperatura cercana a 6 ó 7 °C, a partir de la que entra en actividad (crecimiento) la planta, por lo que en primer lugar debe determinarse el punto crítico para el cultivo de interés, y posteriormente correlacionar las unidades calor con cada etapa del cultivo, con la forma de nudos, etc. Las unidades calor se han usado también para predecir las épocas de cosecha. En las zonas templadas, la intensidad de luz es frecuentemente el principal factor limitante para el crecimiento. En tal caso, una evaluación basada en la radiación global puede realizar mejor que las unidades calor. El método llamado residual es el que más se ha utilizado para estimar unidades calor, se calculan así:

$$U_c = (TM-PC)$$

Donde:

$U_c$  = Unidades calor para un día (grados calor día).

TM= Temperatura media = (T máx. + T mín.)/2

PC = Punto crítico.

Se consideran unidades calor cuando el resultado es positivo. Sin embargo la acumulación de unidades calor durante una etapa vegetativa es algo variable para lugares diferentes y en un mismo lugar para años diferentes y para distintas fechas de siembra. La duración del día astronómico o fotoperiodo es, en parte, responsable de la variación señalada y el método se puede mejorar introduciendo un factor de fotoperiodo, cuya unidad sea correspondiente a un día de 12 horas. Con esta modificación la fórmula para estimar unidades calor, quedaría (23):

$$\text{GCD} = \text{N}(\text{TM} - \text{PC}) / 12$$

Donde:

GCD= Unidades calor para un día (grados calor día).

N = Fotoperiodo

TM = (T máx. + T mín.)/2

PC = Punto crítico

### **3. Elementos climáticos que inducen los fenómenos periódicos de las plantas**

Los estudios fenológicos realizados hasta la fecha parecen indicar que la temperatura, la longitud del día y el régimen pluviométrico son los factores que tienen una acción preponderante sobre los fenómenos periódicos

de los vegetales. Es bien sabido que hasta ciertos límites, a los que sólo se llega excepcionalmente bajo condiciones naturales, cuanto más alta es la temperatura tanto más rápido es el crecimiento. Siendo la maduración del grano del fruto, un crecimiento del mismo ya formado, se produce mas rápidamente en mayor temperatura; pero temperaturas relativamente bajas conducen muchas veces a la producción de frutos grandes por que todos los glúcidos son utilizados por el crecimiento de los frutos y no para la formación de los órganos vegetales (7).

## **2.4 DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO**

### **A. Crecimiento versus desarrollo**

El desarrollo puede definirse como cambio ordenado o progreso, a menudo hacia un estado superior, más ordenado o más complejo. En tal forma el desarrollo puede tener lugar sin que haya crecimiento y el crecimiento sin desarrollo, pero a menudo los dos están combinados en un sólo proceso. A su vez, esto trae problemas en el análisis matemático del crecimiento, pues el progreso ordenado de este puede verse perturbado de modo imprevisible por fenómenos de desarrollo. El desarrollo implica cambios graduales o abruptos, otros procesos del desarrollo continúan en forma mas o menos lenta o gradualmente durante toda la vida de la planta o parte de ella. Se sabe que el crecimiento esta limitado por muchas reacciones. Además, no importa con que cuidado se sigan adicionando

todos los posibles reactantes, en los organismos hay limitaciones inherentes a su crecimiento que les impide llegar al tamaño final predicho por la ecuación. Entonces lo único que puede determinar con seguridad el verdadero papel del factor o factores en cuestión es un análisis matemático del crecimiento en términos de un modelo matemático que a menudo debe ser desarrollado para una situación particular (5).

Es un hecho que el tiempo atmosférico es uno de los factores del ecosistema que más influencia tiene, tanto en el desarrollo como el crecimiento, siendo más notable aun en el desarrollo, ya que el crecimiento puede ser favorecido o retardado por las características del suelo, disponibilidad de nutrientes, practicas culturales, etc. Ahora la duración de cada fase de desarrollo y del periodo de crecimiento y maduración de los frutos, están controladas genéticamente. Sin embargo, la acumulación de calor (grados día) puede modificarla en algunos días. De aquí que el conocimiento de la secuencia de eventos de desarrollo o eventos fenológicos, es de gran importancia en la interpretación del clima sobre la producción. Cada fase tiene requerimientos distintos y sensibilidades que le son propios frente a la temperatura, luminosidad y otras (9).

El crecimiento y desarrollo de las plantas e insectos puede ser caracterizado por el número de días entre eventos observables, tales como floración

y madurez de fruto, etc. La medición de evento puede ser mejorada si se expresa las unidades de desarrollo en términos de tiempo fisiológico en lugar de tiempo cronológico, por ejemplo en términos de acumulación de temperatura. Es así como surge el término de días grado o Grados Día (GD) que puede ser definido como días en termino de grado sobre una temperatura umbral. De manera que para completarse una etapa fenológica es necesario la acumulación del requerimiento térmico, RT; este se mide en grados días sobre la temperatura base (3).

## **B. Cinética del crecimiento**

Si se pudiera describir el crecimiento de un órgano u organismo por medio de una formula o de un modelo matemático, se tendría una explicación del patrón del crecimiento. Recientemente se han elaborado varios modelos matemáticos para el crecimiento de plantas cultivadas importantes, que aplican parámetros de ambiente a un modelo de crecimiento simple para partes individuales de la planta. Han resultado algunos modelos de crecimiento vegetal muy interesantes que relacionan el crecimiento actual con las capacidades fisiológicas o bioquímicas de las plantas en desarrollo. Estos modelos han sido muy usados en programas de mejoramiento por hibridación, para diseñar plantas mejor adaptadas a los factores ambientales particulares y para programar aplicaciones más eficientes de fertilizantes y de agua (5).

### C. - Curvas de crecimiento

Al seguir el crecimiento de una planta a través de su ciclo fenológico, midiendo periódicamente su altura o pesando su biomasa, se observa que la curva de crecimiento de la planta, así como de cualquiera de sus órganos, tiene una forma de letra S o sigmoide. La sigmoide de crecimiento de la planta completa, es la curva resultante de las sigmoides parciales del crecimiento de cada uno de los órganos del vegetal. Todos los seres vivos presentan una curva de crecimiento con las formas de S o sigmoide. Una forma sencilla de obtener las curvas de crecimientos es por medio de un ajuste matemático, que consiste en tomar la altura promedio del último día del mes, hasta el rendimiento del cultivo. Las series se forman con los meses desde uno hasta n, y con las alturas, desde cero hasta la altura final en cm. El modelo de ajuste más usado es el polinomial del tercer grado (23).

Matemáticamente, consideramos crecimiento al incremento finito del valor de un atributo. Esto hace que el aumento de peso, volumen o talla sea usualmente definido por ecuaciones sigmoidales o hiperbólicas para las que el valor final del atributo es función del valor inicial del mismo. El conjunto de condiciones que dan esta respuesta final va a estar modulado por la interacción entre los diferentes efectores (18).

#### **D. Curva de crecimiento normal y desviaciones**

La cinética del crecimiento de una planta sigue una curva sigmoidea, en la que se distinguen tres partes: a) un periodo temprano de corta duración en el que el crecimiento es lento, correspondiente al periodo vegetativo de la plántula; b) un periodo central de rápido crecimiento, que corresponde al periodo vegetativo de la planta y c) un periodo final en que el crecimiento va siendo cada vez menos acelerado, hasta hacerse nulo, y que corresponde a la floración y maduración del fruto hasta el final de la madurez (21).

Es importante observar la manera en que cambia la pendiente de la curva normal. Si en un principio el crecimiento es lento, y con el tiempo va aumentando constantemente hasta que alcanza el punto medio y entonces comienza a detenerse hasta que desaparece, se tiene una curva en forma de S. La forma de la curva de crecimiento depende de la especie. Los animales y plantas pasan, generalmente, por tres etapas principales de crecimiento. En primer lugar, se tiene una fase exponencial o logarítmica. En esta etapa mientras mayor sea el organismo, mayor será su crecimiento durante cada intervalo. Después viene la fase lineal, en la que los organismos crecen lo mismo en cada intervalo, independientemente de su tamaño. Esta fase es especialmente notable en plantas. La senectud es la última de las tres fases. En esta etapa, los organismos crecen menos cada vez, hasta que su crecimiento se detiene (17).

### **E. Desarrollo vegetal**

Desde la germinación de la semilla, las células vegetales se dividen y multiplican, alargándose después. Simultáneamente las células modifican la estructura de protoplasma, las células difieren una de otras, y la planta desarrolla tejidos y órganos. Por lo general, el crecimiento y la diferenciación transcurren al mismo tiempo, y a este proceso integral se le llama desarrollo. Cuando la semilla germina, el embrión se transforma en una plántula, que al emerger inicia el estado de desarrollo llamado vegetativo, durante el cual, la planta atraviesa por un proceso de rápido crecimiento. El estado vegetativo va desde la emergencia hasta que se inicia la formación de los botones florales. Después del estado vegetativo se presenta el estado reproductivo, que va desde la formación de los botones florales hasta la madurez fisiológica (23).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

##### A. Ubicación

El presente ensayo se llevó a cabo en dos etapas: La fase de almacigo en el Fundo N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS y la instalación definitiva en el fundo agrícola del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria CIPTALD de la UNAS en la carretera Tingo María - Aucayacu, en el departamento de Huánuco, Provincia de Leoncio Prado, Distrito de José Crespo y Castillo; cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud sur : 09° 17' 58''

Longitud oeste : 76° 07' 07''

Altitud : 610 m.s.n.m.

##### B. Zona de vida

El área de estudio presentó una zona de vida de bosque muy húmedo pre montano tropical (bmh – PT) con vegetación heterogénea, principalmente de bosques secundarios. El promedio máximo de precipitación total por año es de 4,376 mm. y el promedio mínimo, de 2,193 mm. (16).

### **C. Historia de campo**

El terreno del experimento presentó la siguiente secuencia de cultivos:

1995 – Cultivo de Maíz

1996 – Cocona

1997 – Cocona

1998 – Papaya

1999 – Papaya

2000 – Purma baja (Enero – Julio)

2000 – Instalación del experimento (Agosto)

2001 – Fin del experimento (Marzo)

### **D. Análisis físico – químico del suelo e interpretación**

El respectivo análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María), los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 1.

Según el análisis se considera un suelo de clase textural Fco. - arcillo - limoso, de reacción ligeramente ácida, con un contenido medio de materia orgánica, nitrógeno y fósforo. El potasio muestra una disponibilidad baja y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de nivel medio.

**CUADRO 1.** Análisis físico – químico del suelo experimental

Parámetro	Valor	Método empleado
<b>Análisis físico</b>		
Arena (%)	17.8	Hidrómetro
Arcilla (%)	53.70	Hidrómetro
Limo (%)	28.50	Hidrómetro
Clase textural	Fco – Arc – Lim	Triángulo textural
<b>Análisis químico</b>		
pH (1:1) en agua	6.2	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.32	Walkey y Black
Nitrógeno total (%)	0.1	% M.O. x 0.045
Fósforo (ppm P)	10.10	Olsen modificado
K <sub>2</sub> O disponible (kg/ha)	198	Ácido sulfúrico 6 N
Ca (cmol kg/ha)	12.10	NH <sub>4</sub> OAC, pH = 7
Mg (cmol kg/ha)	1.8	NH <sub>4</sub> OAC, pH = 7
K (cmol kg/ha)	1.0	NH <sub>4</sub> OAC, pH = 7
Na (cmol kg/ha)	0.10	NH <sub>4</sub> OAC, pH = 7
CIC cmol kg/ha)	15.00	NH <sub>4</sub> OAC, pH = 7

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva– Tingo María.

### **E. Registros meteorológicos e interpretación**

Los datos meteorológicos mensuales correspondientes a la zona experimental durante los periodos vegetativo y reproductivo del cultivo (Mayo del 2000 – Marzo del 2001), fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI de la Estaciones Meteorológicas “José Abelardo Quiñónez Gonzales” – Tingo María y la Estación Meteorológica “El Milagro” – Tulumayo, debido a que la etapa de almácigo se realizó en el Fundo N° 1 de la UNAS, Tingo María y la etapa de campo definitivo se realizó en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria, Tulumayo; tomándose los datos absolutos y medios de cada estación; y cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.

Durante el experimento (Mayo 2000 – Marzo 2001), la temperatura máxima varió desde 31.5 (Junio – Julio 2000) hasta 34.4 (Octubre – Noviembre 2000), la temperatura mínima varió desde 15.7 (Agosto 2000) hasta 18.3 (Febrero 2001), la temperatura media varió desde 23.7 (Junio 2000) hasta 26.3 (Noviembre 2000), la precipitación acumulativa de cada mes varió desde 72.6 (Septiembre 2000) hasta 380.3 (Enero 2001) y con una HR fluctuante entre 78 (Setiembre 2000) y 92% (Febrero 2001).

**CUADRO 2.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento, Mayo 2000 – Marzo 2001

Año	Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm. acum./mes)	H. R. (%)
		T° Máxima	T° Mínima	T° Media		
2000	Mayo <sup>1</sup>	32.5	16.4	24.65	118.9	89
2000	Junio <sup>1</sup>	31.5	16.4	23.95	276.9	87
2000	Julio <sup>1</sup>	31.5	15.9	23.7	119.3	84
2000	Agosto <sup>1-2</sup>	33.5	15.7	24.6	137.6	86
2000	Septiembre <sup>2</sup>	33.5	17	25.25	72.6	78
2000	Octubre <sup>2</sup>	34.4	17	25.7	137.7	82
2000	Noviembre <sup>2</sup>	34.4	18.2	26.3	94.6	82
2000	Diciembre <sup>2</sup>	34.2	17.8	26	300.3	88
2001	Enero <sup>2</sup>	32.4	18	25.2	380.3	82
2001	Febrero <sup>2</sup>	32	18.3	25.15	280.2	92
2001	Marzo <sup>2</sup>	32.2	18	25.1	235.5	89

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2000 – 2001

<sup>1</sup>Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñónez Gonzales” -Tingo María

<sup>2</sup>Estación Meteorológica “El Milagro” –Tulumayo

### 3.2. COMPONENTES EN ESTUDIO

Los componentes a estudiarse fueron seleccionados de acuerdo a los mejores rendimientos previamente evaluados en campo.

Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal.)

Ecotipos:            N<sub>4</sub>            T<sub>4</sub>

#### Procedencia

**N<sub>4</sub>**: Su procedencia es el departamento de San Martín (Rioja – Naranjillo), el cual fue obtenido por medio de colecciones y caracterización conjuntamente con otros ecotipos de la localidad, mediante el Convenio UNAS – PEAH 1992, por el Colector; Ing<sup>o</sup> Luis García Carrión.

**T<sub>4</sub>**: Fue colectado en la localidad Tingo María mediante el Convenio UNAS – PEAH 1992, por el Ing<sup>o</sup> Luis García Carrión.

### 3.3 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Las características cuantitativas y cualitativas de cada ecotipo se detallan en el cuadro siguiente.

**CUADRO 3.** Características cualitativas y cuantitativas de frutos de dos ecotipos de cocona

Característica	Ecotipo	
	N4	T4
Procedencia	Naranjillo - Rioja	Tingo María - L. Prado
Tamaño	Intermedio	Intermedio
Forma	Cilindro alargado	Oblato
Uniformidad en maduración	Media	Buena
Color extremo fruto maduro	Pigmentado	Pigmentado
Intensidad de color de pulpa	Intermedio	Intermedio
Fasciación del fruto	Liso	Liso
Longitud del fruto (cm)	5.7	7.0
Sección transversal (cm)	6.6	5.0
Grosor de pulpa (cm)	1.3	0.6
Rendimiento (Ton / ha)	34.17	37.44

Fuente: Gómez (1999), Carbajal (1996).

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hizo uso de los siguientes parámetros estadísticos: media, coeficiente de correlación simple y regresión. Además se realizaron los análisis de los datos meteorológicos obtenidos de las Estaciones "El Milagro" y "José Abelardo

Quiñónez” ubicados en el caserío de Santa Lucía y Tingo María, respectivamente; para los datos de Pp, T° y H° R, tomando la Heliografía de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María; debido a que la estación “El Milagro” no posee Heliógrafo . Esto debido a que la fase de almácigo fue en los campos del Fundo Agrícola N°1 de la UNAS y la fase de campo definitivo en los terrenos del CIPTALD – Tulumayo.

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

#### **Bloques**

Número de bloques	3
Largo de bloques	18 m
Ancho de bloques	9 m
Área de cada bloque	162 m <sup>2</sup>
Área total de bloques	486 m <sup>2</sup>

#### **Parcelas**

Número de parcelas	6
Largo de cada parcela	9 m
Ancho de cada parcela	8 m
Área de cada parcela	72 m <sup>2</sup>

Área total de parcelas / bloques	144 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas / experimento	432 m <sup>2</sup>
Ancho de parcela neta	4 m
Largo de parcela neta	6 m
Área total de cada parcela neta	24 m

### **Hileras**

Número de hileras / parcela	4
Distancia entre hileras	2 m
Distancia entre golpes	1.5 m
Número de golpes / hilera	6
Número de golpes / parcela	24

### **Dimensiones de campo**

Largo	35 m
Ancho	22 m
Distancia de calles entre bloques	2 m
Distancia de calles entre parcelas	2 m
Área total del experimento	770 m <sup>2</sup>

### 3.6 DETERMINACIÓN DE LAS OBSERVACIONES REGISTRADAS

Durante la ejecución del experimento se registraron las siguientes observaciones:

- a. **Fecha de siembra.** Se registró la fecha de siembra en camas almacigueras, siendo el 19 de mayo del 2000 para los dos ecotipos estudiados.
- b. **Fecha de emergencia.** Se anotó el periodo transcurrido entre la siembra y la emergencia de las plántulas, ocurriendo el 24-05-00 para el ecotipo N4 y el 26-05-00 para el ecotipo T4.
- c. **Porcentaje de emergencia.** Se registró el número de plantas emergidas en almácigos, siendo el 98% para los ecotipos en estudio.
- d. **Altura antes del trasplante y número de hojas.** Se registró la fecha de aparición de las primeras hojas lobulares, siendo para el N4 el 30 de Junio del 2000 y para el T4 el 07 de julio del mismo año, la altura de planta antes del trasplante fue de 18.02 cm para el ecotipo N4 con 3 hojas y 22.5 cm para el T4 con 4 hojas.

- e. **Fecha de ramificación.** Se registró la fecha de la primera ramificación y altura correspondiente de cada ecotipo, siendo el 10 de Setiembre del 2000 para el ecotipo N4 y el 02 de Setiembre del mismo año para el ecotipo T4.
  
- f. **Fecha de transplante.** Se registró la fecha de transplante luego que las plantas tuvieron en promedio 4 hojas; siendo esta el 4 de Agosto del 2000.
  
- g. **Inicio de floración.** Se registró la fecha de aparición del primer botón floral en ambos ecotipos, siendo coincidentemente el 10 de agosto del 2000.
  
- h. **Apertura de flores.** Se registró la fecha de la apertura de flores, considerada como fase fenológica de Floración, siendo el 23 de Setiembre del 2000 para el N4 y el 13 de Setiembre para el T4.
  
- i. **Altura de planta.** Se midió la altura de la planta desde el ras del suelo hasta la punta del ápice de la última hoja, durante la germinación, transplante y desarrollo de la planta en el campo definitivo.

- j. Máxima floración.** Se contó el número de flores por racimo floral en su máxima floración; tomando una rama representativa previamente seleccionada y cada 7 días desde la aparición de la primera flor, registrándose los valores cuantitativos de acuerdo al cuadro 4. Cálculo de porcentaje de estados observados; adaptado de Izarra (1998).
- k. Cuajado de frutos.** Se contó el número de frutos cuajados por cada racimo floral, siendo las fechas de su inicio el 05 de octubre del 2000 para el ecotipo N4 y el 23 de Setiembre para el ecotipo T4.
- l. Maduración.** Se registró la fecha de maduración de frutos, efectuando un mínimo de 03 pruebas, siendo el 5 de noviembre del 2000 para ambos ecotipos.
- m. Cosecha.** Se anotó la fecha de cosecha de los frutos.
- n. Variación de temperatura.** Se registraron las variaciones de temperaturas máximas y mínimas cada 07 días.
- ñ. Pluviosidad.** Se registró las frecuencias e intensidad de la precipitación pluvial cada 07 días.

- o. Horas de sol.** Se evaluó las horas de sol cada 07 días durante todo el periodo vegetativo de las plantas.
- p. Otras observaciones.** Además de las observaciones registradas se tomaron datos de altura y grosor de tallo, distancia entre nudos y número de nudos, formación de verticilios florales, área foliar y caída de hojas.

### **3.7. METODOLOGÍA**

Para la evaluación de las fases encontradas se registraron las diferencias de crecimiento y desarrollo de las plantas evaluadas y para mayor detalle se procedió a la toma de vistas fotográficas incluidas en el anexo. En el cuadro 4 se presenta la cuantificación del porcentaje de las fases observadas (una modificación al cuadro mostrado por IZARRA (1988)) para la cocona, considerando el número de plantas totales de cada ecotipo del experimento (24 plantas).

Debido a la ausencia de trabajos de evaluación cuantitativa de la fenología, se tomó como ejemplo la metodología emitida por Torres (1995). Se registraron observaciones de altura de planta cada 30 días hasta la cosecha del cultivo y fechas de las fases encontradas, a fin de proceder a la cuantificación de las formulas polinómicas de crecimiento y desarrollo fenológico.

**CUADRO 4.** Cálculo de porcentaje de estados observados en cultivos anuales

<b>Nº plantas presentando una fase</b>	<b>Porcentaje en una fase</b>	<b>Descripción</b>
0	0	
1	4.17	
2	8.33	Inicio: Si sumadas las plantas que presentan una fase determinada en cada uno de los puntos seleccionados nos dan un valor de 2, observamos que este valor en la tabla corresponde al 8.33%
3	12.50	
4	16.67	
5	20.83	
6	25.00	
7	29.17	
8	33.33	
9	37.50	
10	41.67	
11	45.83	
12	50.00	
13	54.17	
14	58.33	
15	62.50	
16	66.67	
17	70.83	
18	75.00	Plena: Cuando el número de plantas que presenta una fase determinada ha alcanzado el valor de 18 que corresponde a plena fase con un 75%.
19	79.17	
20	83.33	
21	87.50	
22	91.67	
23	95.83	Fin: Cuando el número de plantas ha alcanzado este valor o lo ha superado
24	100	

Modificado de IZARRA (1988).

Para registrar la curva de crecimiento, se empleó la siguiente fórmula:

$$Y = A_0 + A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3$$

Donde:

$$A_0 = \bar{Y}$$

$$A_1 = \frac{\sum yP_1}{\sum (P_1)^2} \quad P_1 = 2X - 11$$

$$A_2 = \frac{\sum yP_2}{\sum (P_2)^2} \quad P_2 = 0.5X^2 - 5.5X + 11$$

$$A_3 = \frac{\sum yP_3}{\sum (P_3)^2} \quad P_3 = 1.67X^3 - 27.5X^2 + 126.83X - 143$$

Donde:

Y : Ecuación polinomial

$A_0, A_1, A_2, A_3$  : Coeficientes de regresión

$P_1, P_2, P_3$  : Ecuaciones polinomiales de primer, segundo y tercer grado.

### **3.8 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **A. Almácigo**

##### **a. Preparación de la cama almaciguera y el sustrato**

En el área de viveros del Fundo Agrícola N° 1 de la UNAS se usó una cama de 10 m<sup>2</sup>, primeramente realizando la limpieza de malezas y rastros. Luego se procedió a la desinfección con agua caliente del sustrato constituido por 02 partes de tierra agrícola y 01 de humus de lombriz con 24 horas de anticipación para el llenado de las bolsas.

##### **b. Llenado de bolsas almacigueras**

Pasado el tiempo prudencial y con el sustrato a temperatura ambiente; se procedió al llenado de 200 bolsas de polietileno de 02 kilos de capacidad cada uno (100 de cada ecotipo), los mismos que al disponerlas en las camas, se separaron con estacas de bambú cada 02 filas de bolsas. Es preciso indicar que se “levantó” la cama con cascarilla de arroz a razón de 10 cm. a fin de evitar inundaciones por las lluvias.

##### **c. Desinfección y siembra de semillas**

La semilla proveniente del CRI – IIAP Tingo María, de los ecotipos en estudio fueron debidamente desinfectadas con Tiofanate metil (Homai) al 2%, tiñendo todas en su totalidad. La siembra se realizó a razón de 3 - 4

semillas por bolsa almaciguera y regando inmediatamente con regadera manual. Es necesario indicar que se instaló techo plástico de protección de la lluvia para evitar el salpicado de semillas de las bolsas de almácigo hasta que las plántulas tengan el primer par de hojas.

**d. Riegos**

Los riegos eran periódicos durante esta etapa a fin de acelerar y uniformizar la germinación de las semillas, realizando cada 3 días con la ayuda de una regadera manual.

**e. Control de malezas**

Durante el almacigado se realizaron desyerbos manuales quincenales según el requerimiento del área, los mismos que fueron mínimos debido a que las bolsas estaban bajo techo plástico.

**f. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se llevo a cabo para el control de "Grillos cortadores" luego de la germinación, con una aplicación de Carbaryl (Sevin) al 5% y con dos aplicaciones de Endosulfan (Thiodan) al 1‰ para el control del gusano corneganchos una semana antes del transplante.

## **B. Campo definitivo**

### **a. Preparación del terreno**

Primero se realizó la limpieza manual de malezas, luego se procedió al arado con tractor agrícola con discos a 30 cm de profundidad, para luego hacer pasar la rastra.

### **b. Demarcación del campo**

Se realizó la demarcación del campo de acuerdo al croquis que se presenta en el anexo. Para estas labores se utilizaron estacas de bambú, wincha y cordel; seguidamente se procedió a colocar los letreros de cada tratamiento.

### **c. Muestreo de suelo**

El muestreo de suelo se realizó antes de ser arado el terreno, las muestras fueron extraídas en forma zig – zag con ayuda del muestreador de suelo de 0 a 20 cm de profundidad obteniéndose un total de 05 muestras, las que fueron secadas y mullidas; luego se pesó 1 Kg. de muestra la que se llevo al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis.

**d. Transplante**

Se realizó el 04 de agosto del 2000, cuando las plántulas tenían de 18 a 22 cm de altura y coincidiendo con la aparición de la primera hoja verdadera, transplantándose a un distanciamiento de 2 x 1.5 m a una profundidad de 30 cm y con 1 plántula por golpe. Para esta labor se utilizó cordeles y wincha de 50 m para el distanciamiento entre golpes y estacas.

**e. Deshierbos manuales**

Durante la ejecución del experimento se realizaron 6 deshierbos manuales, el primero a los 45 días del transplante, el segundo a los 75 días, el tercero a los 120 días, el cuarto a los 165 días, el quinto a los 205 y el sexto desyerbo a los 240 días del transplante.

**f. Control fitosanitario**

A los 32 días del transplante se notaron los primeros signos del ataque del hongo *Alternaria solani*, fumigándose a los 39 días con el fungicida Clorotanil (Bravo 500) a razón de 3 cuch. / mochila de 15 litros, dichas aplicaciones se llevaron a cabo cada 15 días hasta la primera cosecha debido a la mayor incidencia del patógeno en mención; para luego ser cambiado por el producto Mancozeb (Dithane) aplicado a razón de 33 gr. / mochila de 15 litros hasta la cuarta cosecha ; a los 212 días del transplante.

**g. Aporque**

Esta práctica agrícola, se realizó a los 56 días del transplante para ambos ecotipos, la misma que consistió en recoger la tierra alrededor de cada planta hacia el tallo con la ayuda de un azadón.

**h. Podas**

A los 112 días después del transplante se inició con las podas sanitarias de hojas enfermas con signos del ataque de hongo *Alternaria solani* las mismas que se realizaban cada 15 días con el apoyo de una tijera de podar y quemando las hojas enfermas.

**i. Cosechas**

Durante la ejecución del experimento se realizaron un total de cuatro cosechas, la primera a los 145 días después del transplante, la segunda a los 165 días, la tercera a los 190 días y la cuarta a los 212 días del transplante. Dicha actividad se realizó con el apoyo de una tijera de podar, bolsas plásticas y costales de rafia, paralizándose por que el estado sanitario de la plantación ya era deficiente por motivo del avance progresivo de la enfermedad causada por el hongo *Alternaria solani*.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 DE LOS ESTADOS Y LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS**

El desarrollo de los ecotipos estudiados presentó variaciones en los intervalos de tiempo de los distintos estados detallados en las Figuras 1, 2 y 3 encontrándose los siguientes:

#### **4.1.1 Emergencia.**

Ocurre cuando la raíz principal crece hacia abajo y el cotiledón se elonga. En ambos ecotipos ocurrió entre los 05 – 07 días de la siembra y con un promedio de 6 días; esto debido al uso de semilla fresca, además de los riegos oportunos. Es preciso considerar que la emergencia fue al 100% en todas las bolsas almacigueras.

#### **4.1.2 Primera hoja verdadera**

Esta hoja representa a la típica hoja de Cocona (con puntas) en proceso de crecimiento, debido que las anteriores a esta, son lobulares. La denominada primera hoja verdadera, en el ecotipo T<sub>4</sub> apareció en la tercera hoja después de las cotiledonares entre los 49 – 54 días, con un promedio de 52 días y en el ecotipo N<sub>4</sub> aparece en la cuarta hoja después de las mismas entre los 42 – 48 días de la siembra y con un promedio de 45 días.

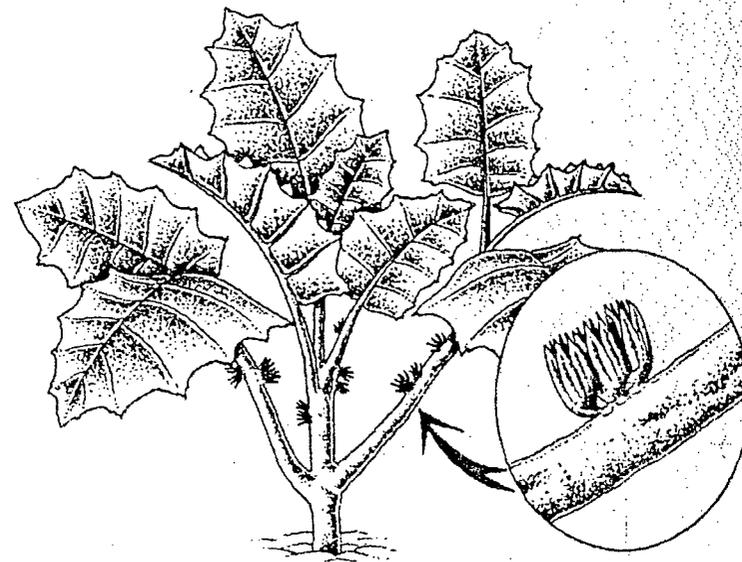
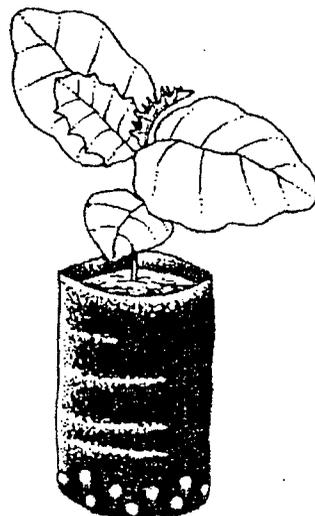
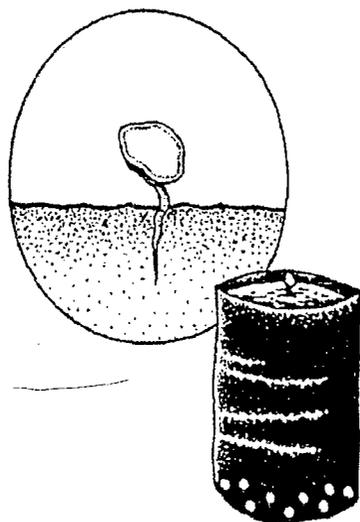
Simultáneamente se inició el crecimiento de las raíces fuera de la bolsa almaciguera, las hojas cotiledonares empezaron a caer y al mismo tiempo se empezaron a emitir yemas foliares de los puntos de inserción de las hojas caídas. Al realizarse cortes en el tallo en esta fenofase, se observó el inicio de la formación de tejidos de sostén, propios de las plantas semileñosas.

#### **4.1.3 Botonamiento**

Este estado es referido a la aparición de los primeros botones florales, los mismos que al inicio son casi imperceptibles ocurriendo, tanto para el ecotipo T<sub>4</sub> y para el ecotipo N<sub>4</sub>, entre los 83 – 100 días después de la siembra y con un promedio de 92 días; esto nos indica que las plantas ya han recibido los estímulos necesarios para la emisión de botones florales.

#### **4.1.4 Ramificación**

Este estado se caracteriza por que el tallo principal se bifurca y empiezan a emitirse ramas laterales, que a la vez emiten ramas secundarias. Ocurriendo entre los 106 – 107 días para el ecotipo T<sub>4</sub>, con un promedio de 106 días y un rango entre 114 – 115 días para el ecotipo N<sub>4</sub> y con un promedio de 114 días. Esto debido a que la planta se dispone para la fructificación con el soporte de los frutos.



		<b>Emergencia</b>	<b>Primera hoja verdadera</b>	<b>Botonamiento</b>
N4	Rango:	5 - 7 días	42 - 48 días	83 - 100 días
	Promedio:	6 días	45 días	92 días
T4	Rango:	5 - 7 días	49 - 54 días	83 - 100 días
	Promedio:	6 días	52 días	92 días

**FIGURA 1.** Estados fenológicos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal.) emergencia - primera hoja verdadera - botonamiento.

#### **4.1.5 Floración**

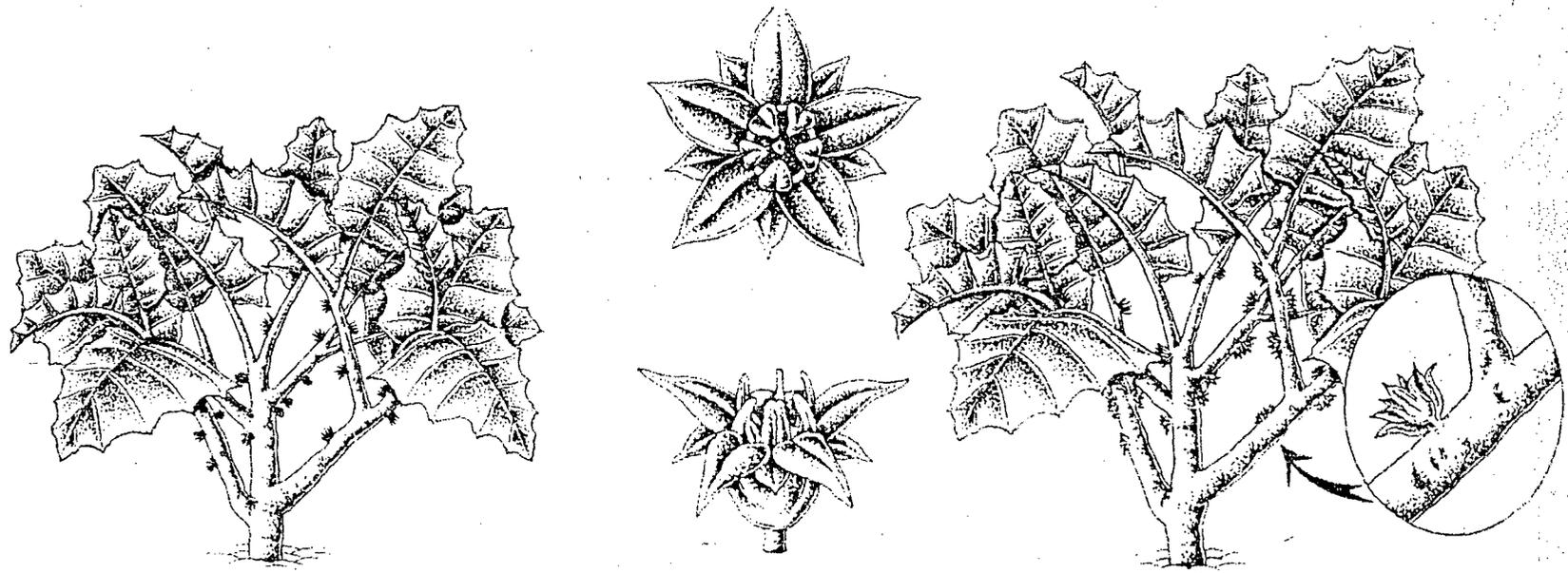
Estado caracterizado por la apertura de flores, las mismas que se encuentran insertadas en las ramas secundarias y tallos de la planta, ocurriendo entre los 117 – 127 días para el ecotipo T<sub>4</sub> y con un promedio de 122 días y entre los 127 – 139 días para el ecotipo N<sub>4</sub> con un promedio de 133 días. Esto debido a que las altas temperaturas aceleran la apertura de las flores.

#### **4.1.6 Fructificación**

En este estado aparecen los primeros frutos provistos de aristas y de abundante vello, los mismos que aparecieron entre los 127 – 163 días para el ecotipo T<sub>4</sub> con un promedio de 145 días y entre los 143 – 157 días para el ecotipo N<sub>4</sub>, con un promedio de 150 días; notándose diferencias marcadas en las formas de los frutos, considerando las características cualitativas de cada ecotipo.

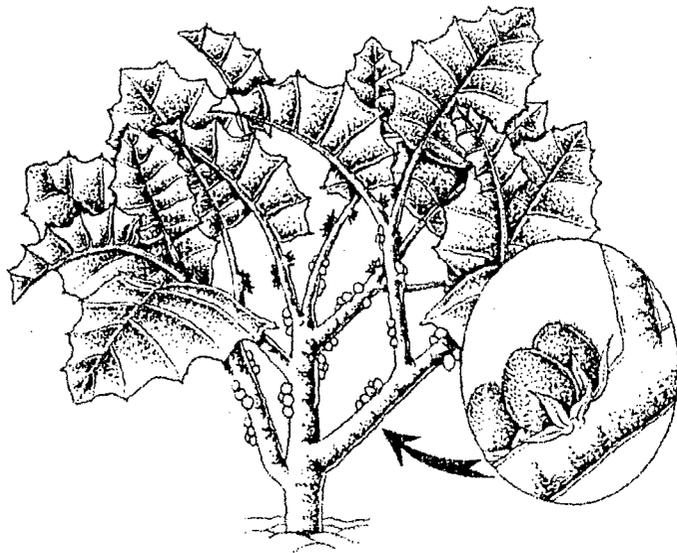
#### **4.1.7 Maduración**

Este estado se caracteriza por la aparición de manchas amarillas o tonalidades anaranjadas en los frutos, indicando el inicio de esta fase de desarrollo; sucediendo entre los 170 – 203 días para el ecotipo T<sub>4</sub> con un promedio de 187 días; y un rango de 170 – 219 con un promedio de 195 días para el ecotipo N<sub>4</sub>.



		<b>Ramificación</b>	<b>Floración</b>
<b>N4</b>	<b>Rango:</b>	114 – 115 días	127 – 139 días
	<b>Promedio:</b>	114 días	133 días
<b>T4</b>	<b>Rangos:</b>	106 – 107 días	117 – 127 días
	<b>Promedios:</b>	106 días	122 días

**FIGURA 2.** Estados fenológicos de ramificación – floración.



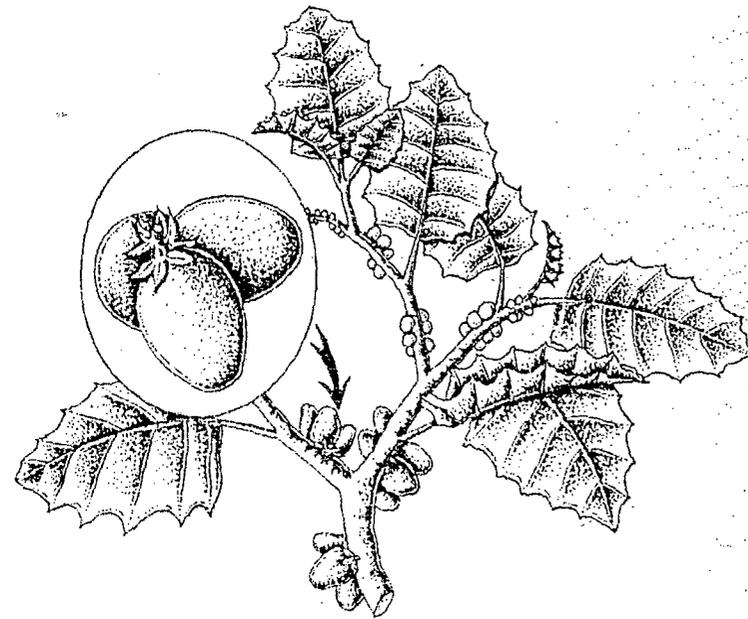
**Fructificación**

**N4** Rango: 143 – 157 días

**Promedio:** 150 días

**T4** Rango: 127 – 163 días

**Promedio:** 145 días



**Maduración**

170 – 219 días

**195 días**

170 – 203 días

**187 días**

**FIGURA 3.** Estados fenológicos de fructificación – maduración.

Los aspectos fenológicos de la cocona, se pueden describir en términos de cambios morfológicos y ecofisiológicos por lo que la planta manifestó los diferentes estados fenológicos. Se puede notar que presentan siete estados bien diferenciados; sin embargo esto no excluye a estados “invisibles” como el cambio de las estructuras de los tejidos de sostén desde el periodo herbáceo hasta el semileñoso, donde la planta se dispone en forma natural para su instalación al terreno definitivo y recepcionar los estímulos externos (climáticos, suelo y producidos por el manejo del cultivo) que llevará a un normal proceso fásico.

El transplante se realizó cuando las plantas tenían entre 18 y 22 cm. de altura y 77 días desde la siembra, según lo recomendado por ADRIAZOLA (1991) y FLORES (1997), con indicadores de transplante hasta de 25 cm. de altura de planta y transcurridos hasta los 2 meses de la siembra. Respecto a estos valores recomendados se puede manifestar que para el presente experimento fueron inexactos, debido que durante esta actividad las plantas presentaban indicadores tardíos de urgencia en el transplante, como el engrosamiento del tallo, caída de hojas primarias (“lobulares”) para la emisión de nuevas hojas, emisión de raíces fuera de la bolsa almaciguera, la rápida elongación del tallo con el exceso de sombra entre las plantas vecinas, lo que conllevó al transplante donde los requerimientos de luminosidad, humedad y temperatura fueron las adecuadas; lo que hace suponer que al término de la diferenciación de la primera hoja típica

(verdadera) es la época para el trasplante. Se puede definir además que este estado es el más crítico hallado en la evaluación, puesto que en ésta, se dan los primeros y sustanciales cambios morfológicos de la planta.

Los diferentes estados fenológicos encontrados manifiestan que los parámetros climáticos han suplido las necesidades fisiológicas de la planta a través del proceso fásico. Respecto al estado del Botonamiento se observó que a los 5 – 7 días del trasplante se notaron los primeros botones florales esto debido a la época de trasplante (agosto) donde los días soleados eran continuos y los valores del fotoperiodo para la zona también se incrementaron desde 11.78 hasta 12.62 unidades lo que conllevó al incremento y aceleración de la floración, debido a que las plantas requieren un fotoperiodo largo para asegurar la transformación de sus meristemos, y proseguir con su desarrollo; lo cual corrobora lo indicado por ELIAS (1996).

Del mismo modo el estado de ramificación se registró cuando se noto la bifurcación del tallo y el incremento de la biomasa horizontal de la planta; esto ocurrió debido a que las plantas tienen que fortalecer sus ramas donde soportaran el peso de los frutos y la abundante biomasa foliar y que la planta ya ha satisfecho su requerimiento climático para pasar a este estado. Para el registro de los estados de botonamiento, floración, fructificación y maduración se hizo uso del Cuadro 5

modificado de IZARRA (1988) calculando el porcentaje de estados observados según el total de plantas de las parcelas netas y catalogando cada fase en estados de inicio, plena y fin. Asimismo se registró las fechas de aparición de cada fase, evaluando continuamente los cambios fisiológicos del botón floral señalado con cinta de color.

**CUADRO 5.** Requerimiento acumulativo de grados calor día y heliofanía.

ESTADO OBSERVADO	T <sub>4</sub>			N <sub>4</sub>		
	Días	GCD	Heliof. Acum.	Días	GCD	Heliof. Acum.
	promedio de la siembra	Acum. *PC = 15°C		promedio de la siembra	Acum. *PC = 15°C	
<b>Emergencia</b>	6	63.89	37.60	6	63.89	37.60
<b>1ra. Hoja Verd.</b>	52	482.00	292.20	45	422.40	257.90
<b>Botonamiento</b>	92	831.73	533.90	92	831.73	533.90
<b>Ramificación</b>	106	976.98	641.80	114	1,060.67	681.90
<b>Floración</b>	122	1,145.74	727.40	133	1,260.31	794.20
<b>Fructificación</b>	145	1,386.72	868.40	150	1,439.87	911.50
<b>Maduración</b>	187	1,871.71	1,129.7	195	1,957.09	1163.3

\*PC = Punto crítico

En los Cuadros 17 y 18 del Anexo se muestran los resultados de la determinación de los estados y fases de floración, indicando las fechas de aparición

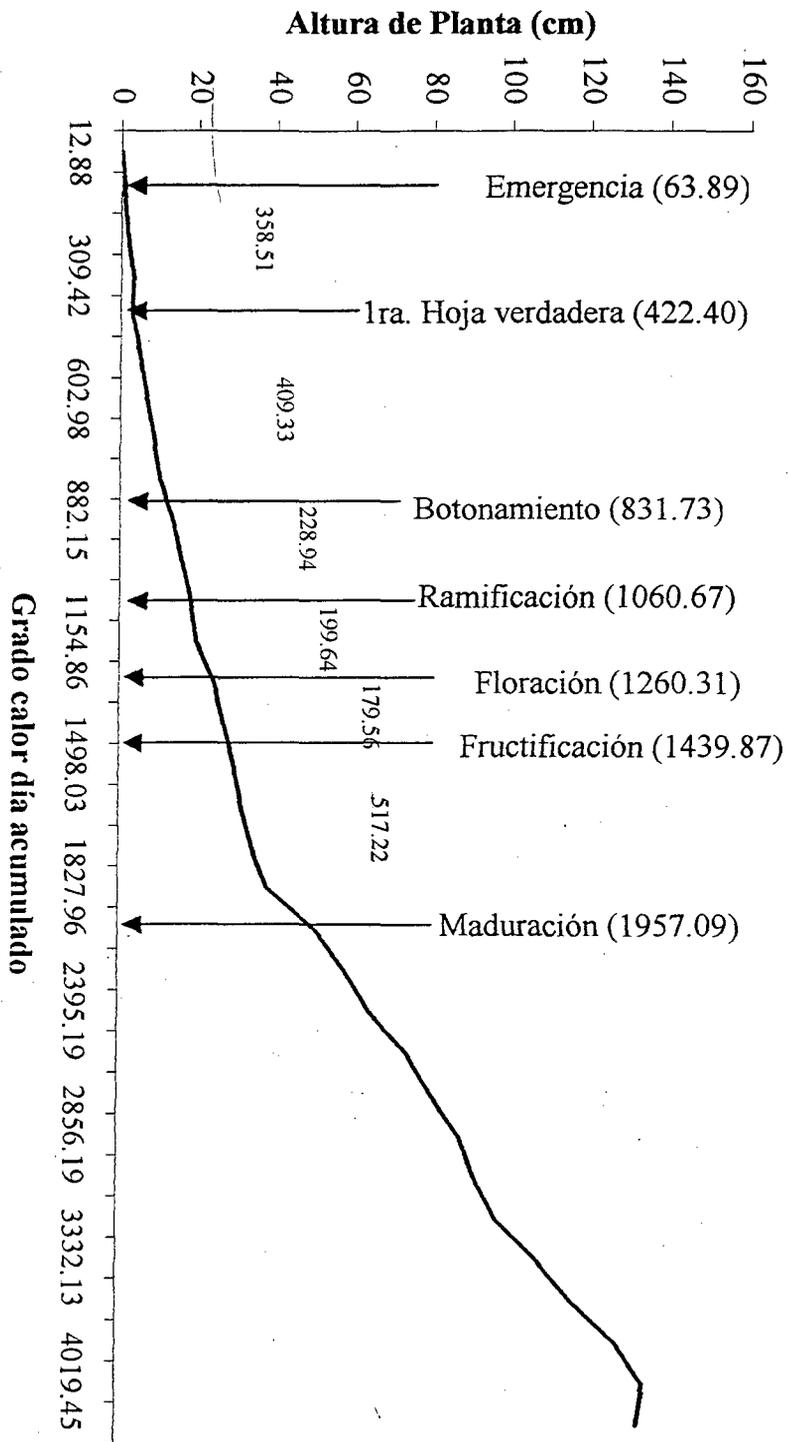
y los porcentajes de los estadios notándose la evolución continua desde el botonamiento hasta la maduración y ligeras diferencias entre los días de aparición de cada fase; esto muy posiblemente ligado a factores genéticos que al interrelacionar con los factores ambientales reflejaron como respuesta visible la fase encontrada en cada ecotipo.

Respecto a los grados calor día y heliofanía acumulada se puede mencionar que el punto crítico considerado fue 15°C debido a que es el mas adecuado y aproximado a la realidad ambiental de la zona del experimento; no habiendo marcadas diferencias entre los días de la aparición de los estados y los requerimientos fenológicos de estos parámetros e incluso coincidiendo los mismos en los estados emergencia y botonamiento. Debe considerarse que a 06 días en promedio de la instalación del cultivo aparecieron los primeros botones florales, debido a que el transplante se realizó en el mes de agosto (época del inicio del verano), acelerando el proceso fásico. Respecto a los síntomas de la enfermedad provocada por el hongo *Alternaria solani*; atacando las hojas de los dos ecotipos, se puede mencionar que se estuvo controlando con dosis bajas de funguicidas cúpricos, pero el ataque se acentuó al comienzo de la época de las lluvias, presentándose las condiciones ambientales favorables para una mayor y rápida propagación del inóculo.

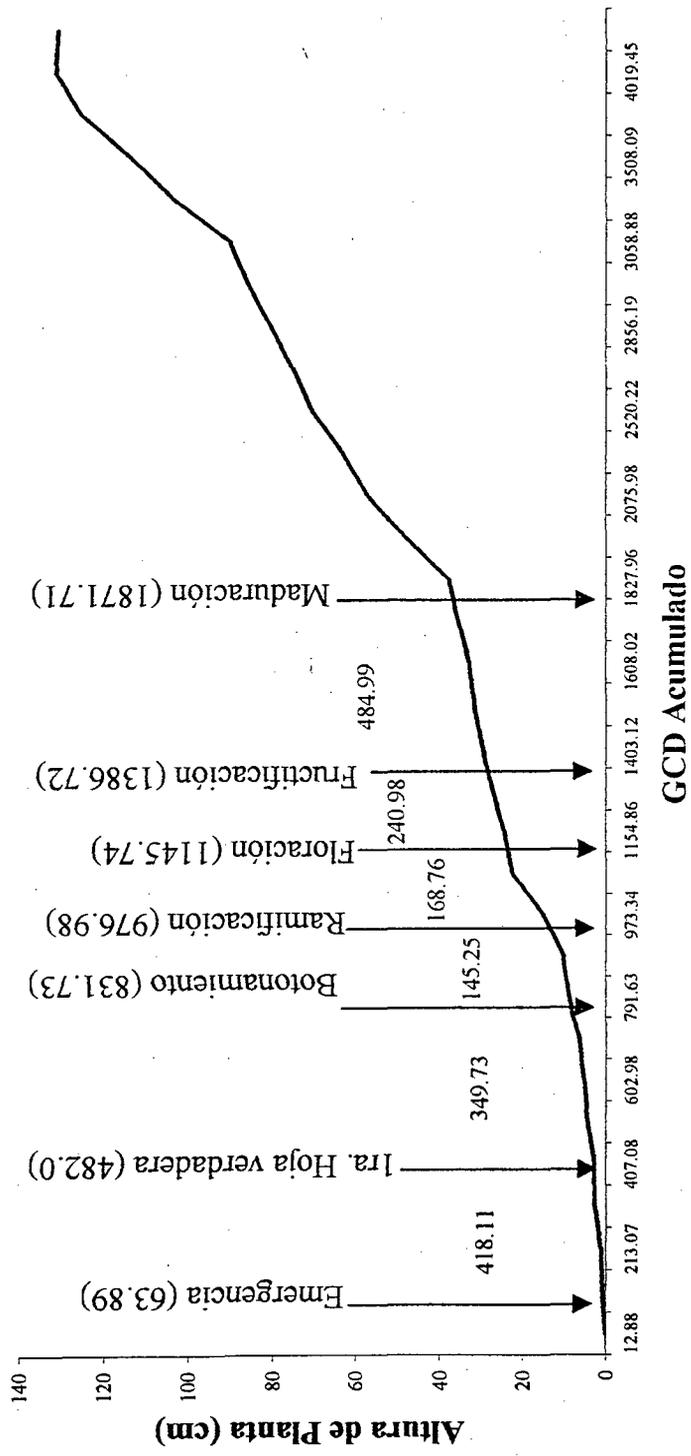
En las figuras 4 y 5 se muestra la diferencia de grados calor día acumulados en los distintos estados encontrados durante el crecimiento expresado en altura de planta, esto se puede interpretar en el incremento entre las etapas Primera Hoja Verdadera – Botonamiento y Fructificación - Maduración; debido al incremento del número de hojas en el campo definitivo lo que a la vez hace que se incremente la actividad fotosintética de la biomasa foliar; y a la necesidad de incremento de azúcares y/o sólidos solubles en los frutos a fin de llegar a una satisfactoria madurez fisiológica y comercial.

Además se puede apreciar que esta necesidad varía en los diferentes ecotipos, siendo de 409.33 GCD en el N4 y 349.73 GCD en el T4, esto muy posible asociado a factores genéticos, considerando la procedencia de los ecotipos estudiados.

Del mismo modo es preciso indicar que el ecotipo T4 completa su normal desarrollo dentro de los 1871.71 grados calor día acumulados; y el ecotipo N4 con 1957.09 grados calor día acumulados; involucrando los siete estados diferenciables; esto manifiesta la necesidad de cumplir con cierto requerimiento térmico para los cambios de las distintas fases.



**FIGURA 4.** Diferencia de grados calor día entre estados fenológicos de cocóna – ecotipo N4

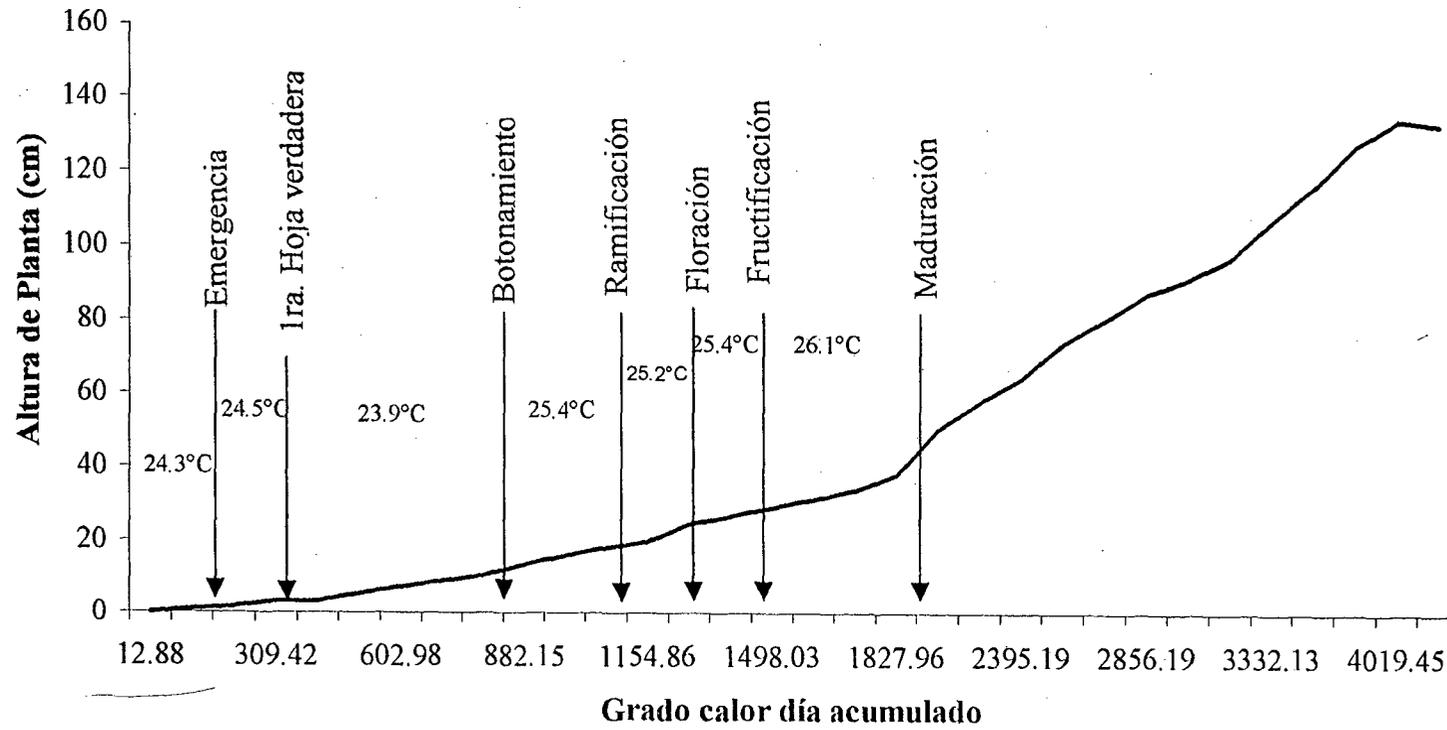


**FIGURA 5.** Diferencia de grados calor día entre estados fenológicos de cocona – ecotipo T4

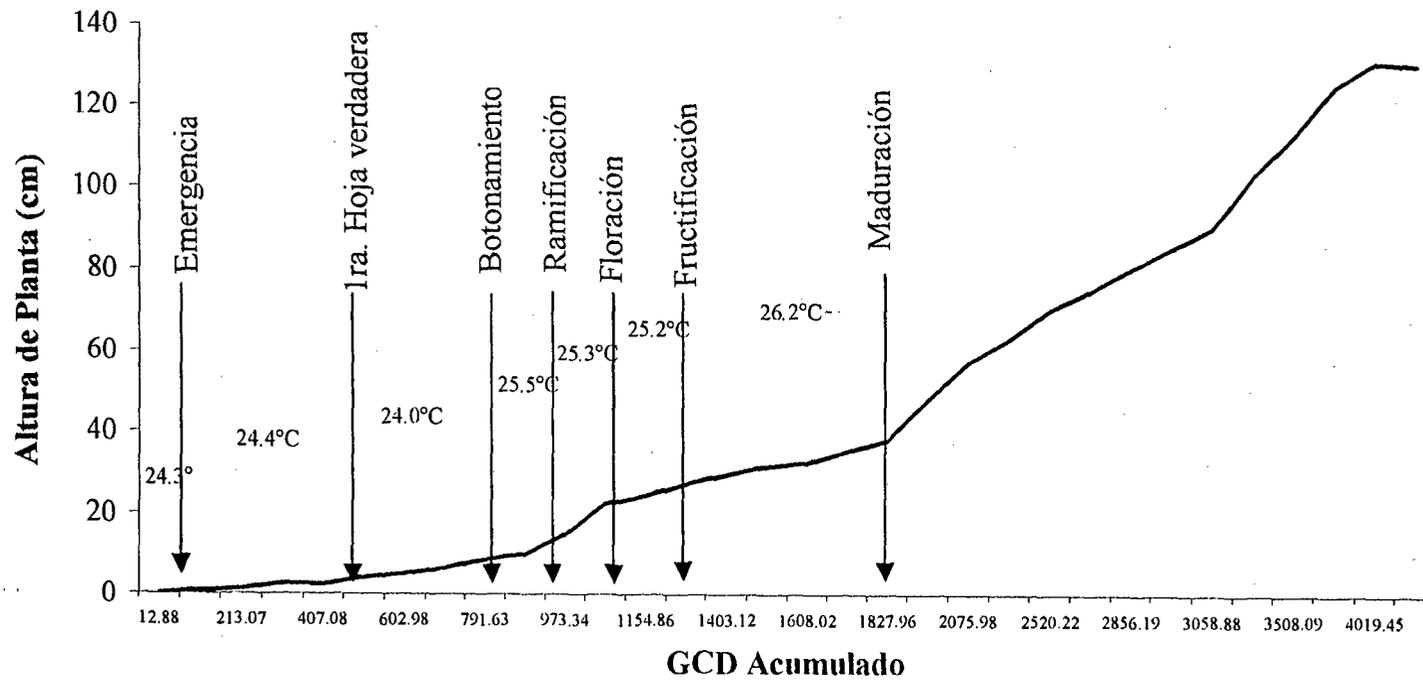
En las figuras 6 y 7 se muestran las temperaturas medias de ocurrencia entre los periodos de cada estado fenológico para cada ecotipo, indicando que las temperaturas medias mínimas fueron 23.9°C y 24°C; y las temperaturas medias máximas fueron 26.1°C y 26.2°C para los ecotipos N4 y T4 respectivamente.

De todo esto se puede discutir que las temperaturas medias máximas se presentaron entre los estados fenológicos de fructificación – maduración, con el incremento de la temperatura desde la iniciación floral (botonamiento) debido a la necesidad de temperaturas mayores para procesos fisiológicos propios de la maduración como la formación de azúcares y sólidos solubles. Debe considerarse que las temperaturas medianamente altas acortan el ciclo y adelantan la maduración utilizando los sustratos acumulados durante su desarrollo y que los meristemos apicales o axilares, como consecuencia de estímulos externos (temperatura, fotoperiodo, etc.) o internos (fitohormonas), sufre modificaciones que lo conducen irreversiblemente a ser una yema de flor; según lo mencionado por COLETO (1995).

Del mismo modo las temperaturas medias mínimas suceden entre los estados fenológicos primera hoja verdadera – botonamiento para ambos ecotipos; esto explica que para el crecimiento e incremento de biomasa el cultivo de cocona no requiere de elevadas temperaturas durante este periodo.



**FIGURA 6.** Temperaturas promedio de ocurrencia de estados fenológicos de cocona – ecotipo N4



**FIGURA 7.** Temperaturas promedio de ocurrencia de estados fenológicos de cocona – ecotipo T4

Respecto a los rangos de los parámetros meteorológicos evaluados, se puede apreciar que los requerimientos de las fases fenológicas de ambos ecotipos, son similares debido a los orígenes de cada ecotipo. El ecotipo N<sub>4</sub> proviene de una zona climática con escaso régimen pluviométrico (Naranjillo, Tarapoto) se acondiciona muy bien en la zona de Tulumayo, siendo justa la necesidad de poseer un suelo húmedo debido a que como es característica de las solanáceas la mayor cantidad de raíces se encuentre en la parte superior de la capa arable para la absorción de agua y nutrientes.

En los Cuadros 6 y 7 se muestran los rangos climáticos de cada estado fenológico, indicando que las temperaturas mínimas y máximas absolutas para ambos ecotipos son 15.7°C y 34.4°C. Esto supera en gran manera a lo mencionado por FLORES (1997), VILLACHICA (1996) y WÁTON (1985) quienes reportan rangos entre 16°C - 22°C, 18°C - 30°C y 18° - 27°C respectivamente. Esto muy posiblemente ligado a factores genéticos y por la adaptación a ciertos parámetros climáticos. Respecto a la humedad relativa, los datos obtenidos superan ligeramente la consulta bibliográfica señalando que se encuentra entre 70 y 90%, pues el rango encontrado varía entre 71 y 94%.

**CUADRO 6.** Rangos climáticos de cada estado evaluado - ecotipo T<sub>4</sub>

Estado Fenológico Observado	Días Promedio al estado	Rangos de Temperaturas Absolutas (°C)		Rangos de Precipitación Pluvial (mm)		Rangos de H. Relativa (%)		Rangos de Heliofanía (Horas y Décimas)	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Emergencia	6	32.5	16.8	20.30	0.6	94	82	9.9	1.2
Ira. Hoja Verd.	52	32.5	16.4	49.50	0.4	94	80	9.7	0.9
Botonamiento	92	31.5	15.9	28.10	0.1	94	79	10.1	0.2
Ramificación	106	31.5	15.7	96.60	0.2	91	80	9.4	3.0
Floración	122	33.5	16.8	1.20	0.1	87	71	10.5	4.1
Fructificación	145	33.5	18.2	21.20	0.7	92	77	9.7	0.4
Maduración	187	34.4	17.0	35.40	0.1	94	74	9.5	0.6

**CUADRO 7.** Rangos climáticos de cada estado evaluado - ecotipo N<sub>4</sub>

Estado Fenológico Observado	Días Promedio al estado	Rangos de Temperaturas Absolutas (°C)		Rangos de Precipitación Pluvial (mm)		Rangos de H. Relativa (%)		Rangos de Heliofanía (Horas y Décimas)	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Emergencia	6	32.5	16.8	20.3	0.6	94	82	9.9	1.2
Ira. Hoja Verd.	45	32.5	16.4	40.9	0.4	94	80	9.7	0.9
Botonamiento	92	31.5	15.9	49.5	0.1	94	79	10.1	0.2
Ramificación	114	32.0	15.7	96.6	0.1	91	71	10.5	3.0
Floración	133	33.5	16.8	16.3	0.1	90	78	9.7	2.3
Fructificación	150	33.2	17.6	21.2	0.1	94	74	9.2	0.4
Maduración	195	34.4	17.0	35.4	0.2	92	75	10	0.6

En el Cuadro 8 se muestra la temperatura media de ocurrencia de los estados para los dos ecotipos en estudio, se nota un ligero incremento en la etapa Botonamiento – Ramificación; que es el inicio de la floración, cumpliéndose de esta manera el proceso fásico, el mismo que coincide con la constancia de la temperatura en 25 °C y el incremento de la fotoperiodicidad como acelerador de la floración y desarrollo confirmando lo indicado por JENSEN y SALISBURY (1988) y tal lo sucedido con ambos ecotipos a los seis (06) días del trasplante en promedio; que con las altas temperaturas las plantas florecen mas temprano, confirmando lo enunciado por CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA AGRONÓMICA (1960).

**CUADRO 8.** Temperatura media y fotoperiodo mensual de los estados fenológicos de cocona en Tulumayo.

Etapa	T4		N4	
	Fotoperiodo	Temperatura (°C)	Fotoperiodo	Temperatura (°C)
Siembra – Emergencia	11.75	24.3	11.75	24.3
Emergencia – 1ra. Hoja Verd.	11.63	24.4	11.58	24.5
1ra Hoja Verd. – Botonam.	11.78	24.0	11.78	23.9
Botonam. – Ramificación.	12.33	25.5	12.33	25.4
Ramificación – Floración	12.33	25.3	12.33	25.2
Floración – Fructificación	12.33	25.2	12.23	25.4
Fructificación – Maduración	12.48	26.2	12.48	26.1

En el Cuadro 9 se detallan los rendimientos promedio durante las épocas de cosecha de los dos ecotipos en estudio y los días después de la siembra; se debe señalar que sólo se realizaron cuatro cosechas debido a que para posteriores evaluaciones el estado sanitario de la plantación era malo debido al ataque de enfermedades.

**CUADRO 9.** Rendimiento promedio de los ecotipos en cada cosecha

Cosechas	Fecha	Días desde la siembra	Rendimiento (TM /Ha)	
			T4	N4
1	26/12/00	221	2.34	2.63
2	15/01/01	241	2.68	4.32
3	09/02/01	266	2.39	3.93
4	03/03/01	288	6.11	4.09
<b>TOTAL</b>			<b>13.52</b>	<b>14.98</b>

Al respecto se puede indicar que la primera cosecha se inició a los 7 meses desde la siembra (221 días), lo cual confirma lo mencionado por OCHSE (1965). Los rendimientos fueron muy bajos, tomando en consideración ensayos anteriores realizados por GÓMEZ (1999) encontrando hasta 37.45 Ton /ha. para el ecotipo N4 y 34.17 Ton /ha, para el ecotipo T4, para un total de 9 cosechas; con abonamientos de 150-120-100. Esto debido a varios factores asociados como son el

efecto de las lluvias en las enfermedades de la planta, el manejo de la enfermedad (podas sanitarias y bajo uso de pesticidas) y al no uso de fertilizantes inorgánicos. Esto es también atribuible a que estos aspectos son considerados de manejo del cultivo, los mismos que son del estado como se lleve a la plantación e influenciado por factores climáticos.

#### **4.2 DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO FENOLÓGICO**

En las figuras 8 y 9 se detallan las curvas de crecimiento y estados fenológicos de ecotipos en estudio durante el tiempo de evaluación expresando el crecimiento en altura de planta; se debe señalar que se realizaron evaluaciones hasta el máximo incremento del crecimiento de altura de planta debido a que el estado sanitario de la plantación era malo debido al ataque de enfermedades.

Las figuras muestran el comportamiento de las curvas de crecimiento y desarrollo fenológico de los diferentes ecotipos en estudio bajo las condiciones de Tulumayo. Las líneas muestran la relación de dependencia en las variables tiempo (meses) y la altura de planta con dos inflexiones y cada ecuación polinomial apropiada. Las mismas que fueron ajustados a través del uso de polinomios ortogonales debido a que las curvas poseen grados mayores. Asimismo se muestran las formulas polinomiales de tercer grado calculadas, que representan al modelo de

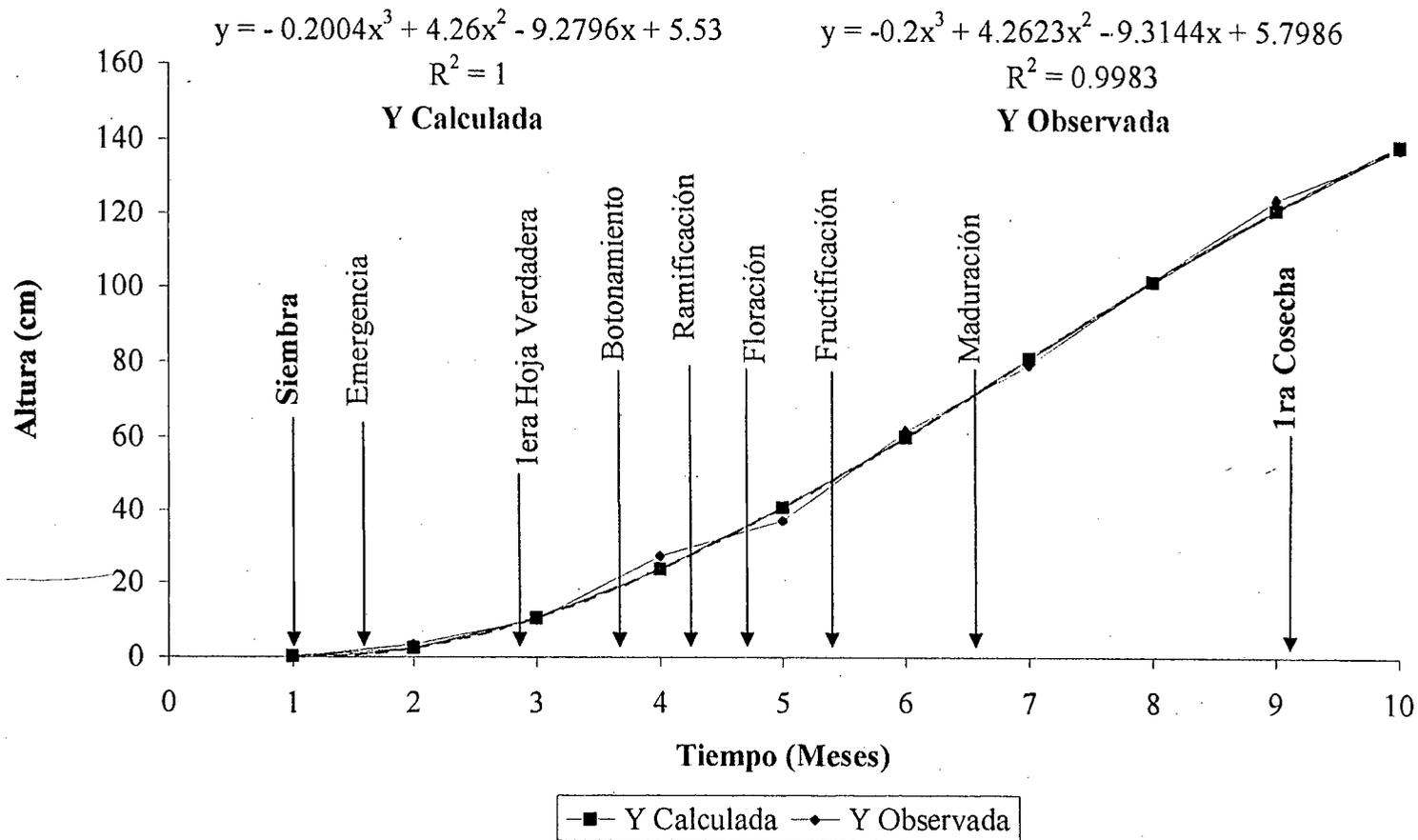
desarrollo con un coeficiente de determinación igual a la unidad ( $R^2=1$ ) y las Y observadas que representan al crecimiento de la plantación ejecutada siendo un  $R^2 = 0.9983$  para el ecotipo T4 y un  $R^2= 0.9979$  para el ecotipo N4. Las Y calculadas representan curvas de crecimiento sigmoïdal (en forma de S presentando el tamaño acumulado en función del tiempo, estas están idealizadas, habiéndose suprimido las perturbaciones causadas por la variación ambiental y los eventos del desarrollo; con lo cual se confirma lo relatado por BIDWELL (1976).

Respecto a las Curvas de crecimiento y desarrollo fenológico, se puede observar que no existen diferencias marcadas para ninguno de los ecotipos en estudio, lo cual se demuestra en los valores de las Y calculadas y las Y observadas, indicando que las condiciones ambientales fueron adecuadas y normales para el crecimiento y desarrollo de los estados fenológicos de la cocona; lo cual confirma lo mencionado por JENSEN y SALISBURY (1988); considerando estos modelos como curvas ideales de crecimiento con la observación del desarrollo.

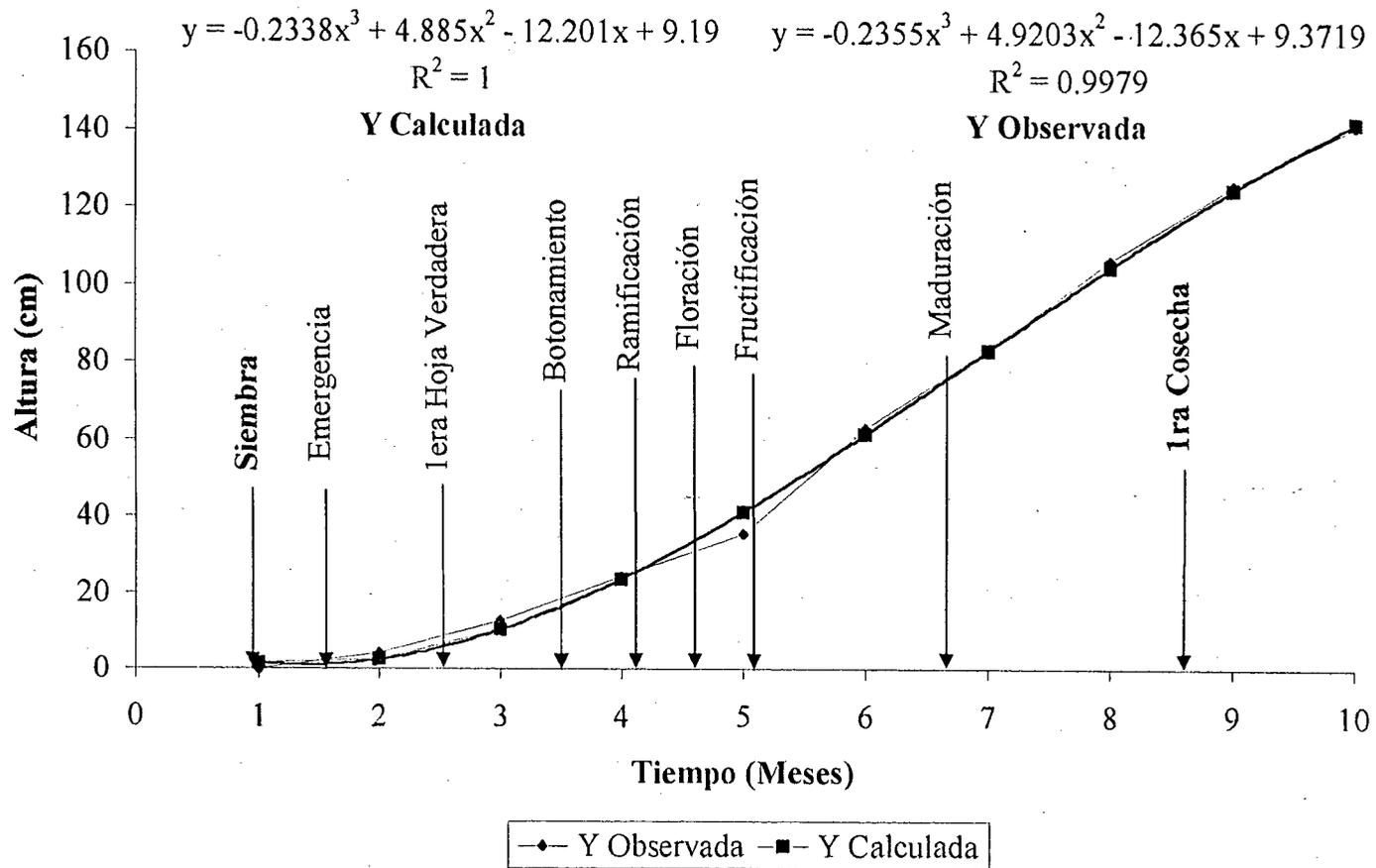
El valor de  $R^2$  para la Y observada nos indica que las condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo de cocona en la zona de Tulumayo, fueron adecuadas durante esta época, por eso la cercanía a la unidad en el modelo ideal de la Y calculada. Los coeficientes de correlación de la Y observada cercanos a la unidad manifiestan la alta influencia del factor genotipo y la diferencia con el coeficiente de correlación de la Y calculada se debe a factores manejables (prácticas

agrícolas adecuadas) y la influencia de los factores climáticos. Además se debe mencionar la alta relación de la altura de planta con los meses acumulativos según los  $R^2$  muy altos obtenidos con ambos ecotipos, sin embargo el ajuste matemático permite evaluar a la vez la tendencia del crecimiento y la formula polinomial para la zona y en una determinada época del año.

La evolución del desarrollo fenológico de la cocona sigue un patrón sigmoideal que se inicia en forma lineal lentamente hasta los 49 días en promedio cuando ocurre la aparición de la primera hoja verdadera, luego se va incrementando en forma exponencial hasta los 148 días en promedio; cuando se inicia la fructificación y después empieza a disminuir durante la maduración del fruto hasta los 293 días en promedio para los dos ecotipos estudiados. Esto debido a que el periodo de rápido crecimiento coincide con el cese de la división y el inicio de engrosamiento celular acumulando agua y fotosintatos en las células del fruto, lo que origina aumento de volumen y peso hasta el tamaño natural según el ecotipo, afirmando lo reportado por COLETO (1995).



**FIGURA 8.** Curva de crecimiento y estados fenológicos de cocona ecotipo T4



**FIGURA 9.** Curva de crecimiento y estados fenológicos de cocona ecotipo N4

## V. CONCLUSIONES

1. Los estados fenológicos en el cultivo de cocona, fueron; emergencia, 1ra. hoja verdadera, botonamiento, ramificación, floración, fructificación y maduración; con rangos de 5 – 7, 42 – 48, 83- 100, 114 – 115, 127 – 139, 143 – 157 y 170 – 219 días desde la primera hasta el último estado observado para el ecotipo N4 y 5 – 49 – 54, 83- 100, 106 – 107, 117 – 127, 127 – 163 y 170 – 203 días para el ecotipo T4 respectivamente.
2. Se hallaron variaciones en los requerimientos de grados calor día por cada estado fenológico, siendo entre 63.89, 482.00 – 422.40, 831.73, 976.98 – 1060.67, 1145.74 – 1260.31, 1386.72 – 1439.87 y 1871.71- 1957.09 para los ecotipos T4 y N4 respectivamente.
3. Se hallaron rangos climáticos similares en cada estado fenológico y ecotipo en estudio, siendo estos entre 15.7°C y 34.4°C de temperatura mínimas y máximas absolutas, precipitación pluvial entre 0.1 y 96.6 mm acumulados cada 7 días, 71% a 94% de humedad relativa y variaciones entre 10.5 y 0.2 horas y décimas de heliofanía acumulada cada 7 días.

4. Se obtuvieron modelos de curvas sigmoideas de crecimiento y desarrollo fenológico, las mismas que detallaron el comportamiento esperado de los dos ecotipos y mostraron coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de 0.9983 de los datos observados para el ecotipo T4 y 0.9979 para el ecotipo N4, indicando que esta influencia se debe al factor genotipo dentro de condiciones normales de desarrollo y en menor influencia a otros factores como manejo del cultivo, suelo, etc.
  
5. El momento óptimo para el transplante de los ecotipos estudiados fue cuando la diferenciación de la primera hoja verdadera se muestra en su totalidad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Ejecutar similares ensayos en diferentes épocas, zonas y ecotipos y donde se incluya la medición de la radiación solar y el índice de área foliar.
2. Se recomienda la ejecución de ensayos de campo para determinar el requerimiento de agua por el cultivo de cocona a fin de conocer detalladamente los requerimientos de humedad del suelo y riegos necesarios.
3. Realizar posteriores evaluaciones donde se verifique la influencia de los parámetros meteorológicos considerando mejores condiciones preventivas de manejo agronómico.
4. Usar escalas de colores en futuras evaluaciones de la maduración de los frutos y evaluar la fenología de plantas de cocona en estado silvestre a fin de encontrar bioindicadores en el estado natural de las plantas.

## VII. RESUMEN

El ensayo se ejecutó en los terrenos del CIPTALD - Tulumayo iniciándose en mayo del año 2000 y concluyendo en marzo del año 2001 con el objetivo de determinar y evaluar los estados fenológicos de dos ecotipos de cocona y elaborar diagramas de estados de crecimiento y desarrollo fenológico.

Los componentes estuvieron representados por 02 ecotipos de cocona (N4 y T4), cuya semilla fue proveniente del CRI IIAP Tingo María y cuya procedencia era Rioja (San Martín) y Tingo María (Huánuco) respectivamente, se evaluaron medidas cuantitativas de planta, se anotaron las fechas de aparición de las distintas fenofases y se tomó registros meteorológicos durante el periodo de ejecución del experimento.

Se encontraron siete (07) estados fenológicos siendo los siguientes: emergencia, 1ra hoja verdadera, botonamiento, ramificación, floración, fructificación y maduración; con promedios de ocurrencia entre 6, 45 - 52, 92, 114 - 106, 133 - 122, 150 - 145 y 195 - 187 días para los ecotipos N<sub>4</sub> y T<sub>4</sub> respectivamente. Se obtuvieron modelos de curvas de crecimiento y desarrollo fenológico mostrando coeficientes de determinación de 0.9983 (N4) y 0.9979 (T4).

Se hallaron requerimientos de grados calor día por cada fase fenológica, siendo entre 63.89 y 1,957.09 para los ecotipos en estudio. La variación del crecimiento y las fases de desarrollo se debió a la procedencia genética de los ecotipos y la influencia de los factores ambientales aceleraron el inicio de la floración en los ecotipos estudiados y el crecimiento de los mismos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA D. J. 1991. Frutales nativos. Convenio UNAS FA - PEAH. Tingo María, Perú. Pp. 14 - 18.
2. AMBICHO S. W. 2001. Rendimiento y fenología del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en las cuatro fases de la luna”, Tesis Ing° Agrónomo UNAS, Perú, 68 p.
3. AZKUE M. 2002. La fenología como herramienta en la agroclimatología, (En línea) Centro de Investigaciones Agropecuarias, 01-01-2002, <http://w.w.w.ceniap.gov.ve/publ-e/fenologia/fenologia.htm>
4. AZZI G. 1959. Ecología agraria. SALVAT. Barcelona, España. Pp. 20 – 21.
5. BIDWELL R. G. S. 1976. Fisiología vegetal. AGT. México. 784 p.
6. CARBAJAL LL. C. 1996. Caracterización botánico – agronómica ex - situ de 8 ecotipos de cocona (*Solanum topiro* HBK) en Tingo María, Tesis Ing° Agrónomo, UNAS, Perú, 120p.
7. CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGRONÓMICA 1960. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. 114 p.
8. COLETO R. J. 1995. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales, 2da edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 140 p.
9. CURIHUINCA B. J. 1993. Manual de observaciones fenológicas. Dirección Meteorológica de Chile, Santiago de Chile. 63 p.

10. DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. 1,990. Boletín Agrometeorológico Mensual VI R. PNUD Santiago de Chile. 16p.
11. ELIAS C. F. 1,996. Agrometeorología. Mundiprensa. Madrid. España. Pp. 174 -219.
12. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA TULUMAYO, 1,985. Resúmenes de Agrometeorología. Departamento de Publicaciones. Tingo María, Perú. 63 p.
13. FLORES P. S. 1,997. Cultivo de frutales nativos amazónicos. Secretaría pro tempore – tratado de cooperación amazónica - N° 51. Lima, Perú. Pp. 71-76.
14. FOURNIER L. A. 1,974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba 24 (4). Pp. 422-423.
15. GÓMEZ A. R. 1,999. Comparativo de rendimiento de ocho cultivares de cocona (*Solanum topiro* HBK) en Tulumayo, Tesis Ing° Agrónomo UNAS, Perú, 68 p.
16. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES 1,995. Mapa ecológico del Perú. Lima, Perú. 184 p.
17. JENSEN y SALISBURY. 1,988. Botánica. 2da edición, Mc Graw Hill. México. 762 p.

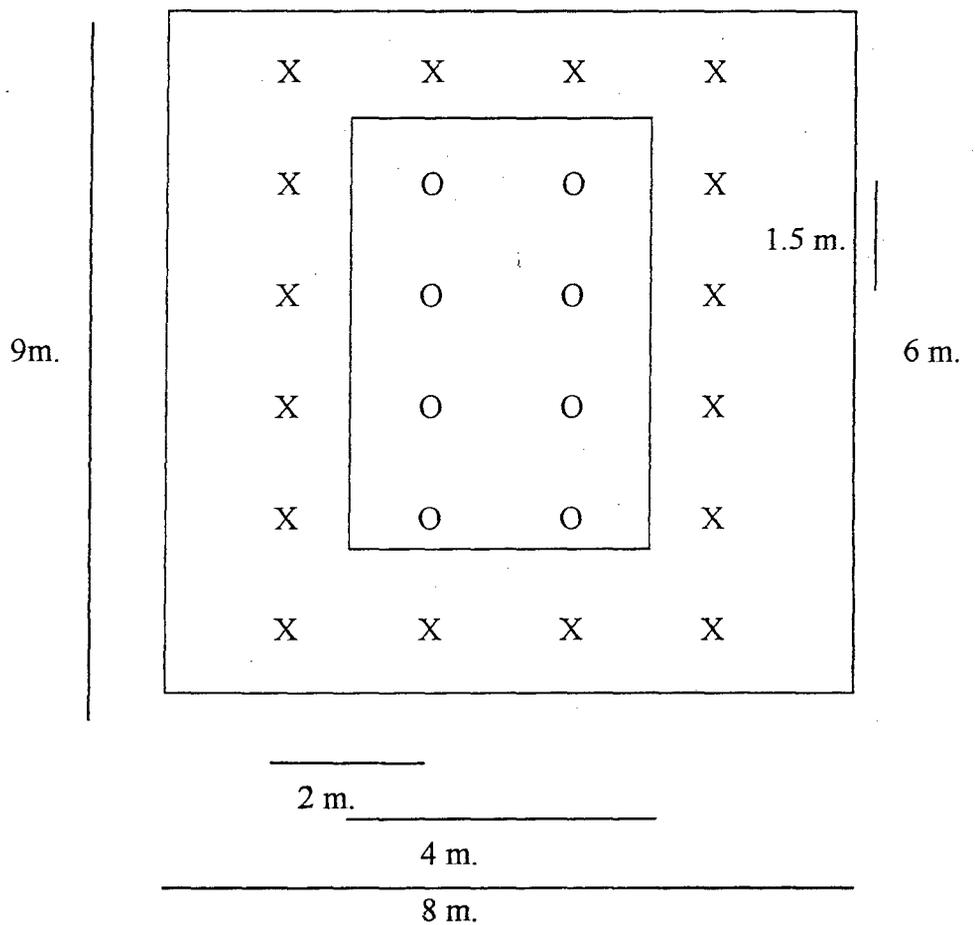
18. LEGAZ G. M. 1,990. 123 Problemas de fisiología vegetal, Editorial Síntesis S. A, Madrid, España. 176 p.
19. LEÓN J. 1,987. Botánica de los cultivos tropicales. 2da. edición. IICA. San José, Costa Rica. 171 p.
20. OCHSE J. J. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. LIMUSA. México DF. Pp 816 - 818.
21. ROJAS G. M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Mc Graw Hill. LIMUSA. México. 250 p.
22. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, 1976. Manual técnico agrofenológico, Lima, Perú. 76 p.
23. TORRES R. E. 1995. Agrometeorología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. TRILLAS. México. 154 p.
24. VALDIVIA P. J. 1977. Meteorología general. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Pp. 135-136.
25. VILLACHICA L. H. 1995. Frutales y hortalizas promisorias de la amazonía. Secretaria pro tempore – tratado de cooperación amazónica - N° 44. Lima, Perú. Pp. 97-102.
26. WATSON C. E. 1985. Cultivos tropicales adaptados a la selva peruana particularmente en el alto Huallaga, Editorial Fondo del Banco Agrario, Lima, Perú. 295 p.

27. YZARRA T. W. 1998. Manual de observaciones -fenológicas, 3ra. Edición  
Lima, Perú. 90 p.

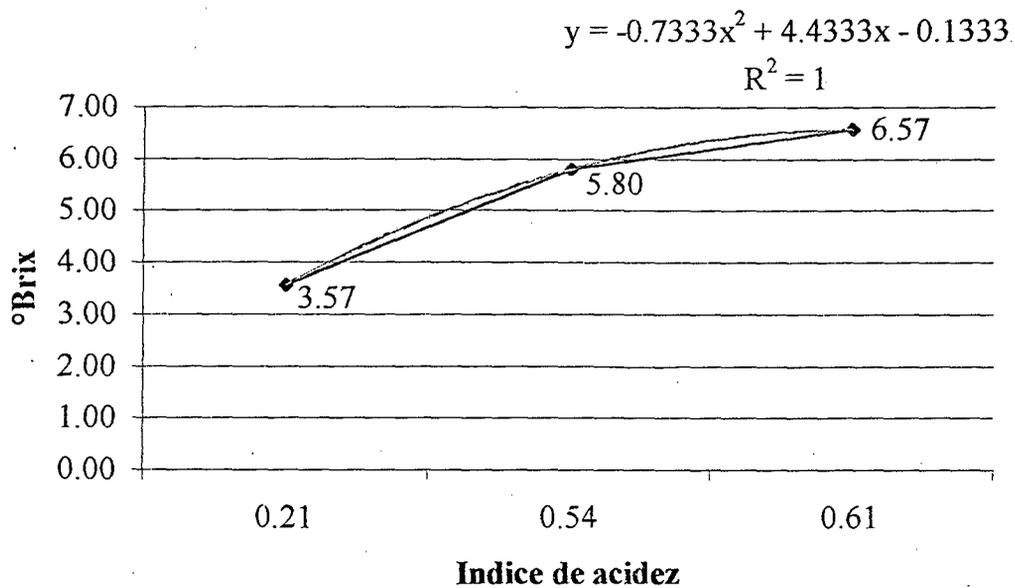
## **IX. ANEXO**

I	T4	N4
II	N4	T4
III	T4	N4

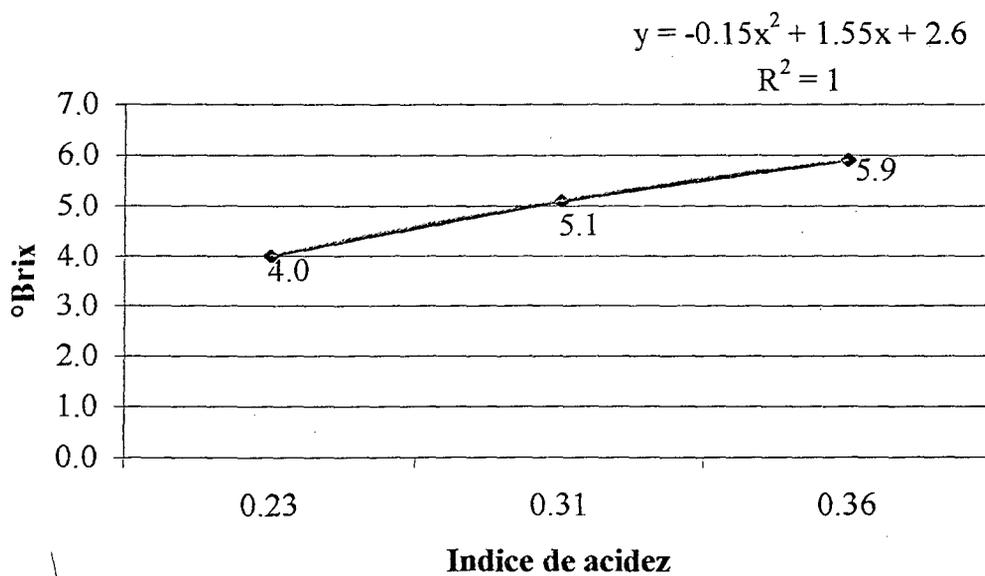
**Figura 10.** Disposición de las parcelas en el experimento



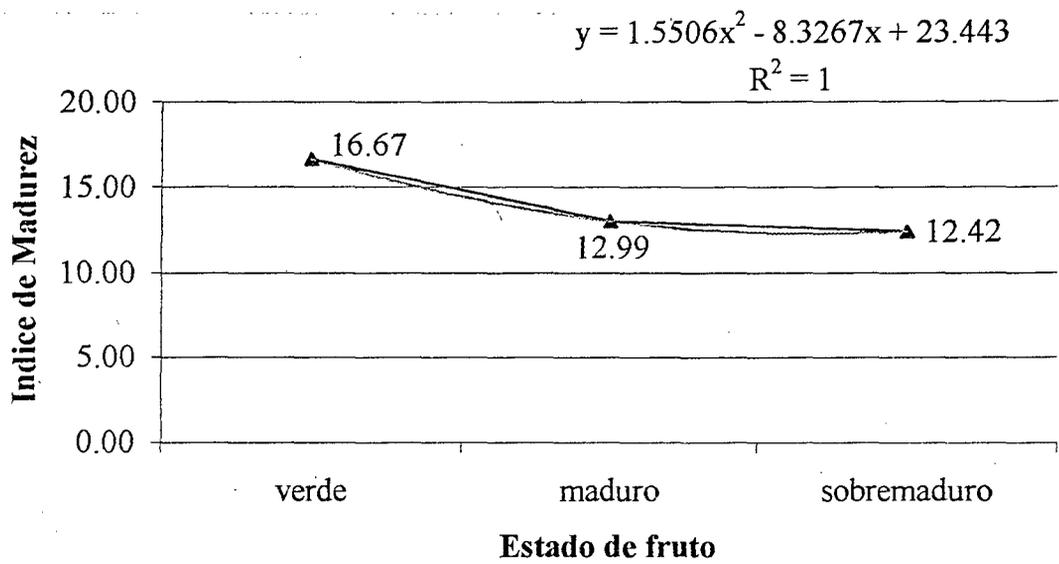
**Figura 11.** Detalle de la parcela experimental



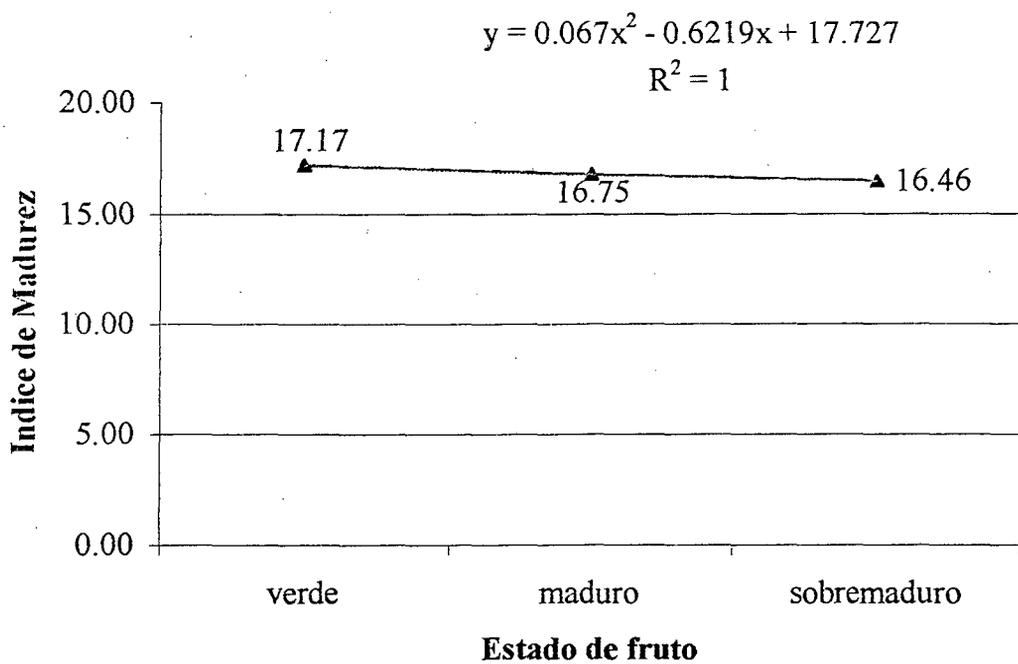
**FIGURA 12.** Relación de grados Brix e índice de madurez en ecotipo N4



**FIGURA 13.** Relación de grados Brix e índice de madurez en ecotipo T4



**FIGURA 14.** Variación del índice de madurez en estados de fruto ecotipo N4



**FIGURA 15.** Variación del índice de madurez en estados de fruto ecotipo T4

**Cuadro 11.** Altura de planta para cálculo de curva de crecimiento de cocona  
ecotipo N4

<b>Fecha</b>	<b>X (meses)</b>	<b>Y (cm)</b>
19 - May - 00	1	0.00
19 - Jun - 00	2	4.23
19 - Jul - 00	3	12.52
19 - Ago - 00	4	24.16
19 - Set - 00	5	35.46
19 - Oct - 00	6	62.86
19 - Nov - 00	7	83.10
19 - Dic - 00	8	106.36
19 - Ene - 01	9	125.79
19 - Feb - 01	10	141.19

**Cuadro 12.** Altura de planta para cálculo de curva de crecimiento de cocona  
ecotipo T4

<b>Fecha</b>	<b>X (meses)</b>	<b>Y (cm)</b>
19 - May - 00	1	0.00
19 - Jun - 00	2	3.36
19 - Jul - 00	3	9.98
19 - Ago - 00	4	27.32
19 - Set - 00	5	37.03
19 - Oct - 00	6	61.50
19 - Nov - 00	7	79.22
19 - Dic - 00	8	101.90
19 - Ene - 01	9	123.85
19 - Feb - 01	10	137.55

**CUADRO 13.** Polinomios ortogonales para el cálculo de coeficientes de regresión de 1ro, 2do y 3er. Grado para valores unitarios de X. Ecotipo N4

X	Y	P1	P2	P3	YP1	YP2	YP3	
1	0.0	-9	6	-42	0.0000	0.0000	0.0000	
2	4.2	-7	2	14	-29.6079	8.4594	59.2158	
3	12.5	-5	-1	35	-62.6000	-12.5200	438.2000	
4	24.2	-3	-3	31	-72.4800	-72.4800	748.9600	
5	35.5	-1	-4	12	-35.4600	-141.8400	425.5200	
6	62.9	1	-4	-12	62.8600	-251.4400	-754.3200	
7	83.1	3	-3	-31	249.3000	-249.3000	-2576.1000	
8	106.4	5	-1	-35	531.8000	-106.3600	-3722.6000	
9	125.8	7	2	-14	880.5300	251.5800	-1761.0600	
10	141.2	9	6	42	1270.7100	847.1400	5929.9800	
suma	55	595.67	0	0	0	2795.0000	273.0000	-1212.0000

media 5.5 59.57

Suma (P')<sup>2</sup>

330 132 8580

$$P_1 = 2x - 11$$

$$P_2 = 0.5x^2 - 5.5x + 11$$

$$P_3 = 1.67x^3 - 27.5x^2 + 126.83x - 143$$

$$A_1 = 8.47$$

$$A_2 = 2.07$$

$$A_3 = -0.14$$

$$Y = 59.57 + 8.47P_1 + 2.07P_2 - 0.14P_3$$

$$Y = 59.57 + 16.94x - 93.17 + 1.035x^2 - 11.385x + 22.77 - 0.2338x^3 + 3.85x^2 - 17.7562x + 20.02$$

$$Y = 9.19 - 12.2012x + 4.885x^2 - 0.2338x^3$$

**CUADRO 14.** Polinomios ortogonales para el cálculo de coeficientes de regresión de 1ro, 2do y 3er. Grado

para valores unitarios de X. Ecotipo T4

X	Y	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	YP <sub>1</sub>	YP <sub>2</sub>	YP <sub>3</sub>
1	0.0	-9	6	-42	0	0	0
2	3.4	-7	2	14	-24	7	47
3	10.0	-5	-1	35	-50	-10	349
4	27.3	-3	-3	31	-82	-82	847
5	37.0	-1	-4	12	-37	-148	444
6	61.5	1	-4	-12	62	-246	-738
7	79.2	3	-3	-31	238	-238	-2456
8	101.9	5	-1	-35	510	-102	-3567
9	123.9	7	2	-14	867	248	-1734
10	137.6	9	6	42	1238	825	5777
<b>Suma</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2721</b>	<b>254</b>	<b>-1030</b>

**media**

5.5      58

**Suma (P')<sup>2</sup>**

330      132      8580

$P_1 = 2X - 11$

$P_2 = 0.5X^2 - 5.5X + 11$

$P_3 = 1.67X^3 - 27.5X^2 + 126.83X - 143$

$A_1 = 8.25$

$A_2 = 1.92$

$A_3 = -0.12$

$Y = 58 + 8.25P_1 + 1.92P_2 - 0.12P_3$

$Y = 58 + 16.5x - 90.75 + 0.96x^2 - 10.56x + 21.12 - 0.2004X^3 + 3.3X^2 - 15.2196X + 17.16$

$Y = 5.53 - 9.2796x + 4.26x^2 - 0.2004X^3$

**CUADRO 15.** Serie ajustada para la representación de curva de crecimiento ecotipo N4

<b>X</b>	<b>Yo</b>	<b>Yc</b>
	<b>Observada</b>	<b>Calculada</b>
1	0.00	1.640
2	4.23	2.457
3	12.52	10.240
4	24.16	23.580
5	35.46	41.080
6	62.86	61.340
7	83.10	82.950
8	106.40	104.500
9	125.80	124.600
10	141.20	141.900

**CUADRO 16.** Serie ajustada para la representación de curva de crecimiento ecotipo T4

<b>X</b>	<b>Yo</b>	<b>Yc</b>
	<b>Observada</b>	<b>Calculada</b>
1	0.00	0.3100
2	3.36	2.4076
3	9.98	10.6204
4	27.32	23.7460
5	37.03	40.5820
6	61.50	59.9260
7	79.22	80.5756
8	101.90	101.3284
9	123.85	120.9820
10	137.55	138.3340

**CUADRO 17.** Determinación de los estados y fases de floración – ecotipo N4

Evaluación	Fecha	Días	Estados en la fecha	Nº plantas en el estado	%	Fase	
1	10/08/00	83	A	2	8.33	<b>Inicio Botón floral</b>	
				22	91.67	sin botón floral	
2	19/08/00	92	A	6	25.00		
				18	75.00		
3	27/08/00	100	A	24	100.00	<b>Fin de botón floral</b>	
4	02/09/00	106	A	24	100.00		
5	09/09/00	113	A	24	100.00		
6	13/09/00	117	A	24	100.00		
7	15/09/00	119	A	23	95.83		
				B	1	4.17	
8	23/09/00	127	A	6	25.00		
				B	16	66.67	<b>Inicio de flor abierta</b>
				C	2	8.33	
9	05/10/00	139	A	1	4.17		
				B	9	37.50	
10	09/10/00	143	C	14	58.33	<b>Inicio de fruto verde</b>	
				A	1	4.17	
11		152	B	5	20.83		
				C	18	75.00	<b>Plena de fruto verde</b>
12	18/10/00	157	C	24	100.00	<b>Fin de fruto verde</b>	
				23/10/00	C	24	100.00
13	29/10/00	163	C	24	100.00		
14	05/11/00	170	C	15	62.50		
				D	9	37.50	<b>Inicio de fruto maduro</b>
15	25/11/00	190	C	7	29.17		
				D	17	70.83	
16	03/12/00	198	C	5	20.83		
				D	19	79.17	<b>Pleno de fruto maduro</b>
17	08/12/00	203	C	2	8.33		
				D	22	91.67	
18	24/12/00	219	D	24	100.00	<b>Fin de fruto maduro</b>	

A = Botonamiento B = Floración C = Fructificación D = Maduración

**CUADRO 18.** Determinación de los estados y fases de floración – ecotipo T4

Evaluación	Fecha	Días	Estados en la fecha	Nº plantas en el estado	%	Fase
1	10/08/00	83	A	2	8.33	<b>Inicio Botón floral</b> sin botón floral
				22	91.67	
2	19/08/00	92	A	12	50.00	
				12	50.00	
3	27/08/00	100	A	24	100.00	<b>Fin de botón floral</b>
4	02/09/00	106	A	24	100.00	
5	09/09/00	113	A	24	100.00	
6	13/09/00	117	A	20	83.33	
				4	16.67	
7	15/09/00	119	A	18	75.00	
				6	25.00	
8	23/09/00	127	A	5	20.83	
				7	29.17	
				12	50.00	
9	05/10/00	139	B	4	16.67	<b>Inicio de fruto verde</b>
				20	83.33	
10	09/10/00	143	B	1	4.17	<b>Pleno de fruto verde</b>
				23	95.83	
11	18/10/00	152	B	1	4.17	
				23	95.83	
12	23/10/00	157	B	1	4.17	
				23	95.83	
13	29/10/00	163	C	24	100.00	<b>Fin de fruto verde</b>
14	05/11/00	170	C	14	58.33	
				10	41.67	
15	25/11/00	190	C	8	33.33	<b>Inicio de fruto maduro</b>
				16	66.67	
16	03/12/00	198	C	2	8.33	
				22	91.67	
17	08/12/00	203	C	1	4.17	<b>Pleno de fruto maduro</b>
				23	95.83	
18	24/12/00	219	D	24	100.00	<b>Fin de fruto maduro</b>

A = Botonamiento B = Floración C = Fructificación D = Maduración

**CUADRO 19.** Datos meteorológicos Mayo 2000\*

Día	Temperatura (°C)		T°	HR	Pp	Evaporación	Heliofanía
	Máxima	Mínima	media	%	(mm)	Tanque (mm)	Horas y decimos
1	32.0	19.2	25.6	86	0.60	3.1	6.6
2	32.5	20.8	26.65	83	20.30	2.7	9.9
3	32.0	19.2	25.60	82			7.1
4	30.8	16.8	23.80	89	3.10	2.2	5.6
5	31.5	20.8	26.15	84	0.90	2.5	8.3
6	27.0	21.8	24.40	94	4.60	1.0	1.2
7	30.5	20.0	25.25	80	1.80	2.8	9.0
8	25.5	20.6	23.05	89		2.8	1.4
9	31.5	19.8	25.65	84	3.00	1.8	7.2
10	31.6	20.4	26.00	83		3.0	7.0
11	32.0	18.1	25.05	82		2.8	9.2
12	31.2	17.9	24.55	86	13.90	2.0	7.2
13	31.5	21.2	26.35	84	4.20	2.1	7.3
14	30.5	19.2	24.85	85	0.60	3.2	6.8
15	31.0	19.9	25.45	85		3.0	8.7
16	31.2	20.6	25.90	84	1.00	2.6	5.7
17	31.0	18.8	24.90	86	2.70	3.7	7.1
18	26.5	19.7	23.10	94	2.20	1.0	1.1
19	28.5	20.0	24.25	89	1.40	1.0	4.3
20	29.0	19.6	24.30	82	2.20	1.8	4.8
21	29.0	20.0	24.50	84	1.70	1.7	2.7
22	28.5	19.9	24.20	85	2.20	2.4	0.9
23	31.0	19.2	25.10	84		2.9	6.9
24	31.5	17.4	24.45	82		3.5	9.0
25	32.0	19.4	25.70	81		3.3	8.3
26	32.5	19.2	25.85	83		2.7	9.5
27	32.0	19.8	25.90	82		3.6	9.7
28	31.8	19.6	25.70	83		3.2	7.4
29	32.5	20.5	26.50	83	4.00	2.8	8.8
30	32.0	16.4	24.20	91	7.60	2.0	6.1
31	31.2	18.3	24.75	83	40.9	2.7	8.7
	<b>951.3</b>	<b>604.1</b>		<b>84.90</b>	<b>118.9</b>		<b>6.56</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*Est. Met. "José A. Quiñónez Gonzales" -Tingo María

**CUADRO 20.** Datos meteorológicos Junio 2000\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	29.0	20.8	24.90	83	39.50	1.7	6.0
2	30.0	19.4	24.70	87	5.10	1.2	7.1
3	30.5	20.3	25.40	82	1.00	3.9	6.4
4	31.5	16.4	23.95	87	16.20	3.5	6.3
5	29.5	19.9	24.70	87	2.70	2.0	5.4
6	29.0	17.2	23.10	90	0.40	1.8	4.7
7	30.0	19.7	24.85	84	1.80	2.8	3.0
8	30.5	21.1	25.80	89	4.00	0.6	5.5
9	28.5	20.6	24.55	85		1.8	3.8
10	29.5	19.9	24.70	83		2.6	8.7
11	30.5	20.7	25.60	85	1.50	2.3	7.5
12	31.5	20.4	25.95	87	0.70	2.7	8.1
13	31.0	19.8	25.40	84	2.50	3.3	7.8
14	31.2	19.6	25.40	90	15.30	3.1	7.6
15	31.0	20.4	25.70	88	10.80	2.1	5.6
16	29.5	21.4	25.45	81	24.50	2.2	3.5
17	28.0	19.9	23.95	88	25.00	1.9	2.1
18	29.5	16.6	23.05	88	2.30	2.7	5.1
19	29.3	20.0	24.65	87	1.00	1.6	4.0
20	30.2	19.8	25.00	84	19.80	1.7	7.6
21	29.5	20.2	24.85	86	49.50	1.3	4.9
22	30.0	20.4	25.20	84	4.10	3.2	7.3
23	30.5	19.7	25.10	87	0.80	2.0	6.5
24	30.0	19.9	24.95	85		2.5	6.1
25	31.0	19.7	25.35	83		2.2	8.9
26	30.5	19.2	24.85	84		3.0	8.4
27	30.0	18.6	24.30	85		2.1	7.7
28	31.0	19.2	25.10	83		3.4	6.8
29	31.5	20.6	26.05	86	20.30	2.8	8.2
30	31.5	19.7	25.60	84	28.10	0.7	8.0
	<b>905.2</b>	<b>591.1</b>		<b>85.53</b>	<b>276.9</b>		<b>6.29</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*Est. Met. "José A. Quiñónez Gonzales" -Tingo María

**CUADRO 21.** Datos meteorológicos Julio 2000\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	30.5	20.4	25.45	84		2.0	7.9
2	30.5	20.0	25.25	83		1.7	3.0
3	29.5	16.4	22.95	90	0.5	2.5	3.7
4	26.5	19.8	23.15	90	9.7	0.9	0.9
5	28.0	17.8	22.90	79		2.0	5.2
6	30.0	18.0	24.00	79	9.3	3.1	9.6
7	30.4	19.4	24.90	86	5.4	2.4	7.2
8	29.0	18.7	23.85	85	0.2	2.3	3.6
9	28.5	19.5	24.00	87	12.9	1.7	2.4
10	30.0	19.8	24.90	87	0.8	3.0	3.6
11	30.0	16.9	23.45	88	0.2	3.0	8.3
12	30.5	17.7	24.10	88	4.5	1.6	2.4
13	28.5	21.1	24.80	82	0.6	2.6	5.1
14	28.5	19.5	24.00	82		3.3	8.1
15	29.5	19.7	24.60	86		2.5	10.1
16	30.5	19.2	24.85	81	1.3	2.1	7.0
17	29.5	19.5	24.50	84	0.1	3.1	6.7
18	28.0	19.2	23.60	85	0.5	2.8	6.4
19	28.0	18.2	23.10	88	2.0	1.3	3.5
20	28.5	18.4	23.45	89	13.1	1.6	0.2
21	28.2	19.8	24.00	86	1.3	2.4	4.3
22	29.2	19.4	24.30	86	26.1	1.5	6.0
23	29.5	19.8	24.65	87	9.2	4.0	5.9
24	22.5	19.6	21.05	94	19.5	3.0	
25	28.5	17.1	22.80	84	1.7	3.9	9.2
26	29.5	18.6	24.05	83	0.3	2.2	8.7
27	30.5	18.2	24.35	83	0.1	3.3	7.8
28	31.0	18.1	24.55	80		2.9	0.8
29	31.0	16.2	23.60	81		3.4	10.0
30	31.5	16.1	23.80	82		4.3	9.6
31	30.5	15.9	23.20	83		2.8	8.9
	<b>906.3</b>	<b>578</b>		<b>84.90</b>	<b>119.3</b>		<b>5.87</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*Est. Met. "José A. Quiñónez Gonzales" -Tingo María

**CUADRO 22.** Datos meteorológicos Agosto 2000\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	29.0	15.7	22.35	86			5.6
2	30.0	18.0	24.00	80	1.4		6.4
3	31.0	18.2	24.60	83	30.3		9.4
4**	30.0	19.4	24.70	91	0.9		3.0
5	28.5	18.8	23.65	84			6.6
6	31.0	17.7	24.35	84			7.0
7	31.5	18.4	24.95	84	0.7		8.7
8	28.8	19.5	24.15	84	4.5		4.2
9	28.7	19.6	24.15	86	0.2		3.9
10	30.5	19.0	24.75	85	96.6		5.7
11	27.0	18.8	22.90	90	0.3		3.3
12	29.0	18.8	23.90	86			4.2
13	29.5	19.2	24.35	85			6.3
14	31.0	18.8	24.90	84			8.3
15	32.0	19.6	25.80	78			9.3
16	31.5	17.6	24.55	81			9.2
17	32.0	18.3	25.15	80	0.8		10.5
18	31.5	17.4	24.45	71	0.1		8.1
19	31.0	19.3	25.15	82			5.1
20	30.0	18.2	24.10	87			4.8
21	31.0	19.4	25.20	83			7.3
22	31.0	17.2	24.10	85			9.0
23	30.5	17.0	23.75	86	0.3		6.4
24	31.5	20.4	25.95	81			8.7
25	32.0	20.2	26.10	80	1.2		8.0
26	31.8	20.2	26.00	82	0.1		6.3
27	33.5	19.6	26.55	78	0.2		9.4
28	32.2	20.1	26.15	79			7.3
29	33.0	19.6	26.30	82			9.6
30	31.5	16.8	24.15	81			4.1
31	33.0	18.6	25.80	82			8.0
	<b>954.5</b>	<b>579.4</b>		<b>82.90</b>	<b>137.6</b>		<b>6.89</b>

Fuente: SENAMHI 2000 \*Est. Met. "JQG" - Tingo María

\*\*Est. Met. "Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 23.** Datos meteorológicos Septiembre 2000\*\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	33.0	19.7	26.35	78		3.5	9.7
2	33.5	19.3	26.40	79	0.8	3.8	9.3
3	32.6	19.1	25.85	81		3.5	7.7
4	29.0	20.8	24.90	82		2.3	3.3
5	31.0	17.0	24.00	78	1.8	2.3	5.0
6	31.5	20.4	25.95	81		1.7	5.6
7	31.0	20.8	25.90	84		3.3	5.7
8	29.0	19.0	24.00	86		1.8	2.3
9	33.0	19.9	26.45	80	16.3	2.9	5.2
10	30.0	18.8	24.40	90	0.7	3.3	5.3
11	32.0	20.3	26.15	82		3.3	7.3
12	33.0	20.2	26.60	83		5.0	8.1
13	31.5	20.2	25.85	82	1.3	3.8	6.9
14	31.5	20.0	25.75	83	3.1	4.0	6.8
15	30.0	21.1	25.55	83	T	4.0	5.4
16	26.0	19.5	22.75	92	12.2	2.4	0.4
17	30.0	20.4	25.20	86	21.2	1.5	3.9
18	31.6	18.3	24.95	81		4.9	6.7
19	32.5	20.1	26.30	83	1.1	5.5	8.0
20	32.0	18.2	25.10	77		3.9	9.2
21	33.2	20.3	26.75	80		4.6	6.7
22	32.6	17.7	25.15	80	1.6	5.0	8.3
23	29.5	17.6	23.55	88	0.1	2.2	4.5
24	31.5	21.2	26.35	81		6.2	6.1
25	26.5	20.8	23.65	94	5.1	1.4	1.6
26	29.5	19.0	24.25	74		3.9	5.2
27	29.5	18.8	24.15	78		4.6	5.1
28	33.5	20.3	26.90	75	1.7	1.7	9.0
29	28.5	20.2	24.35	88	3.3	2.4	3.1
30	33.0	18.1	25.55	80	2.3	3.9	8.4
	<b>931</b>	<b>587.1</b>		<b>82.30</b>	<b>72.6</b>		<b>5.99</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 24.** Datos meteorológicos Octubre 2000\*\*

Día	Temperatura (°C)		T°	HR	Pp	Evaporación	Heliofanía
	Máxima	Mínima	Media	%	(mm)	Tanque (mm)	Horas y decimos
1	32.0	18.2	25.10	82		5.4	7.8
2	33.0	19.2	26.10	77		5.8	9.3
3	31.5	19.2	25.35	81		5.6	5.3
4	33.0	21.8	27.40	87	0.2	3.4	6.5
5	33.5	18.4	25.95	75	2.6	2.4	6.9
6	32.5	18.3	25.40	78	8.2	2.4	7.9
7	27.6	18.2	22.90	88	0.2	2.5	1.8
8	31.5	17.9	24.70	82		5.4	5.5
9	30.8	18.0	24.40	78	9.4	3.6	5.0
10	31.0	19.6	25.30	85	0.6	4.0	4.2
11	30.5	21.1	25.80	85		3.4	5.6
12	32.0	18.3	25.15	78	15.2	4.4	9.0
13	33.0	21.0	27.00	79		5.3	7.3
14	32.0	17.2	24.60	80	3.1	4.2	9.2
15	33.0	17.0	25.00	87	0.7	3.0	9.5
16	32.0	18.8	25.40	81	0.4	4.0	8.1
17	32.5	20.0	26.25	82		4.1	6.5
18	32.0	18.5	25.25	83	8.2	3.4	6.4
19	30.3	20.6	25.45	84	0.3	2.7	3.0
20	31.5	19.9	25.70	82	0.2	2.6	4.1
21	32.7	20.3	26.50	80	5.4	4.0	6.5
22	33.7	19.5	26.60	76	0.5	5.0	7.3
23	32.7	20.8	26.75	80	12.1	6.1	6.7
24	29.5	20.8	25.15	89	23.2	1.6	4.4
25	28.6	20.0	24.30	86	35.4	1.5	2.6
26	29.3	19.8	24.55	86	7.6	3.6	0.6
27	31.2	19.8	25.50	83		4.4	5.1
28	32.7	18.4	25.55	80	0.5	4.6	7.9
29	32.7	22.1	27.40	92	1.4	1.6	
30	33.0	19.0	26.00	83		4.0	6.5
31	34.4	20.8	27.60	79	2.3	5.4	9.1
	<b>985.7</b>	<b>602.5</b>		<b>82.19</b>	<b>137.7</b>		<b>6.19</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 25.** Datos meteorológicos Noviembre 2000\*\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	33.7	22.1	27.90	82	1.1	4.9	7.7
2	33.5	22.0	27.75	81		4.4	8.0
3	33.6	21.4	27.50	83		3.4	4.1
4	32.8	21.4	27.10	82	0.9	5.3	7.9
5	33.8	20.3	27.05	82	2.2	4.0	9.2
6	33.2	20.1	26.65	79		4.6	9.4
7	33.3	20.9	27.10	77		4.3	9.7
8	33.0	20.6	26.80	78		5.4	8.3
9	33.3	19.7	26.50	76		6.1	10.0
10	34.0	20.6	27.30	80		5.8	6.4
11	33.9	22.0	27.95	89		3.1	4.5
12	34.0	20.4	27.20	80		5.0	7.2
13	31.0	20.2	25.60	88		3.0	4.4
14	32.7	21.0	26.85	80		4.3	9.3
15	31.5	22.2	26.85	80	14.6	3.4	2.9
16	28.4	20.7	24.55	93	4.3	3.8	0.3
17	30.0	21.4	25.70	87	0.2	2.3	2.6
18	31.8	18.2	25.00	80		5.0	9.1
19	34.3	20.0	27.15	77		5.0	9.4
20	34.4	20.0	27.20	75	5.1	5.5	9.7
21	27.8	22.2	25.00	90	0.8	2.6	0.2
22	27.5	21.0	24.25	90	28.3	2.0	1.2
23	26.7	21.0	23.85	91	2.6	2.8	0.9
24	31.0	20.5	25.75	83	14.4	3.6	5.7
25	30.2	21.4	25.80	87	8.6	5.3	3.2
26	32.5	19.4	25.95	81		3.2	6.9
27	31.0	19.2	25.10	87	4.1	4.3	3.2
28	29.8	21.2	25.50	87	0.2	3.5	2.8
29	33.1	20.4	26.75	80	4.8	5.6	7.4
30	25.6	21.2	23.40	86	2.4	2.7	3.5
	<b>951.4</b>	<b>622.7</b>		<b>83.03</b>	<b>94.6</b>		<b>5.84</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 26.** Datos meteorológicos Diciembre 2000\*\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	29.0	19.1	24.05	88	12.7	3.1	2.9
2	27.5	18.8	23.15	89	1.3	4.0	4.6
3	32.7	19.6	26.15	81		4.3	6.8
4	31.2	21.1	26.15	80	5.4	4.4	4.4
5	31.1	21.0	26.05	94	19.0	2.4	2.2
6	28.0	19.6	23.80	87	4.0	2.7	2.7
7	26.5	19.8	23.15	90	2.7	2.8	
8	28.6	20.9	24.75	89	4.1	3.2	1.3
9	26.2	21.0	23.60	90	7.1	3.5	2.5
10	31.2	20.2	25.70	87	0.2	3.6	5.1
11	34.2	21.6	27.90	80		4.4	8.9
12	34.0	21.8	27.90	82		4.2	8.7
13	33.0	22.6	27.80	80	1.2	3.8	5.2
14	32.0	22.6	27.30	81		3.3	7.8
15	33.6	22.0	27.80	81	12.3	3.4	7.1
16	31.5	21.9	26.70	84	3.3	3.6	4.4
17	31.0	22.4	26.70	87	30.6	2.6	2.6
18	31.9	20.4	26.15	85	2.2	3.4	7.2
19	33.0	20.0	26.50	80	1.0	3.7	9.2
20	29.5	21.2	25.35	83	0.2	3.6	3.9
21	32.5	17.8	25.15	81	0.4	3.9	6.5
22	32.5	19.4	25.95	84	40.0	3.2	7.3
23	29.0	20.0	24.50	87	0.5	2.7	3.8
24	31.3	20.0	25.65	84		3.1	5.4
25	33.0	19.9	26.45	79	58.1	4.5	8.6
26	31.3	21.8	26.55	83	32.4	2.5	4.5
27	28.6	21.0	24.80	88	1.3	3.3	3.3
28	27.7	20.7	24.20	89	8.5	3.1	1.0
29	29.4	21.0	25.20	87	17.6	3.2	4.1
30	27.8	20.6	24.20	86	23.1	0.8	2.6
31	26.5	21.1	23.80	89	11.1	3.3	1.2
	<b>945.3</b>	<b>640.9</b>		<b>85.00</b>	<b>300.3</b>		<b>4.86</b>

Fuente: SENAMHI 2000

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 27.** Datos meteorológicos Enero 2001\*\*

Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	29.8	20.5	25.15	82	1.9	3.1	5.4
2	29.4	21.4	25.40	84	10.4	1.0	6.6
3	31.0	20.6	25.80	83	0.1	3.2	5.4
4	31.0	21.2	26.10	85	0.3	3.3	6.6
5	28.5	21.8	25.15	89	22.5	2.3	1.9
6	26.5	20.0	23.25	90	4.9	2.3	2.0
7	31.2	19.3	25.25	83	0.4	3.2	8.6
8	23.8	21.3	22.55	95	5.7	1.0	
9	27.8	20.5	24.15	99	17.3	2.4	2.2
10	22.8	21.2	22.00	95	31.7	0.8	1.7
11	25.7	20.0	22.85	93	7.0	2.7	
12	29.3	20.0	24.65	80	0.1	2.8	5.2
13	32.4	19.8	26.10	79	12.2	2.9	6.7
14	30.6	21.8	26.20	79	6.5	3.7	4.6
15	28.5	21.0	24.75	85	1.7	3.6	3.6
16	29.9	21.0	25.45	87	20.9	3.0	5.1
17	29.8	20.4	25.10	84	54.0	2.9	5.1
18	28.0	20.8	24.40	89	67.8	1.7	3.7
19	27.3	20.2	23.75	90	8.8	2.4	4.1
20	22.8	19.9	21.35	94	10.4	1.8	
21	30.6	19.1	24.85	82	2.6	3.4	7.0
22	24.0	21.3	22.65	94	26.8	2.5	
23	29.1	20.8	24.95	90	16.4	3.9	3.6
24	24.0	20.8	22.40	93	19.0	1.5	2.0
25	30.2	18.0	24.10	91	0.5	3.6	4.9
26	31.4	19.5	25.45	81	0.3	3.9	6.6
27	30.2	19.4	24.80	85	0.4	3.5	1.3
28	31.3	20.0	25.65	80	1.5	3.3	5.7
29	29.6	21.0	25.30	85	27.0	2.9	2.9
30	27.4	20.6	24.00	86	1.1	2.4	1.7
31	31.5	21.3	26.40	85	0.1	3.7	4.9
	<b>885.4</b>	<b>634.5</b>		<b>87.00</b>	<b>380.3</b>		<b>4.41</b>

Fuente: SENAMHI 2001

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" -Tulumayo

**CUADRO 28.** Datos meteorológicos Febrero 2001\*\*

Día	Temperatura (°C)		T° Media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	26.5	20.9	23.70	92	2.4	2.2	
2	29.4	19.9	24.65	84	17.4	2.6	5.0
3	30.1	20.3	25.20	85	28.4	3.2	4.7
4	27.1	20.6	23.85	96	17.6	2.5	1.7
5	29.3	19.8	24.55	87	5.2	2.6	5.5
6	26.7	20.5	23.60	93	24.0	2.2	
7	29.4	20.0	24.70	85	0.2	3.0	4.1
8	30.2	20.3	25.25	87	0.5	2.3	2.4
9	30.7	18.8	24.75	83		2.6	5.4
10	30.7	18.6	24.65	82		3.0	4.0
11	31.0	19.8	25.40	84	2.3	3.7	6.6
12	31.0	21.7	26.35	92	11.4	3.1	3.8
13	27.3	20.5	23.90	91	5.6	3.3	1.1
14	30.0	20.1	25.05	84	0.1	3.3	3.7
15	29.4	18.3	23.85	82	2.4	3.5	7.0
16	31.0	19.0	25.00	82	8.9	3.2	5.8
17	30.2	19.8	25.00	86	33.7	3.4	7.3
18	25.5	19.8	22.65	93	16.6	0.8	
19	27.3	19.6	23.45	88	1.8	3.2	2.6
20	32.0	19.9	25.95	83	42.4	3.3	6.7
21	30.2	21.3	25.75	87	0.5	3.1	3.9
22	26.4	21.6	24.00	92	2.4	2.9	2.7
23	26.2	20.8	23.50	92	12.3	0.8	
24	30.6	19.2	24.90	80	14.6	3.0	9.0
25	27.3	21.0	24.15	93	22.4	2.7	3.0
26	30.7	21.2	25.95	84	1.0	3.7	4.6
27	28.3	21.6	24.95	89	4.4	2.6	2.2
28	27.4	21.6	24.50	89	1.7	2.7	0.7
	<b>811.9</b>	<b>566.5</b>		<b>87.32</b>	<b>280.2</b>		<b>4.31</b>

Fuente: SENAMHI 2001

\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" - Tulumayo

**CUADRO 29.** Datos meteorológicos Marzo 2001\*\*

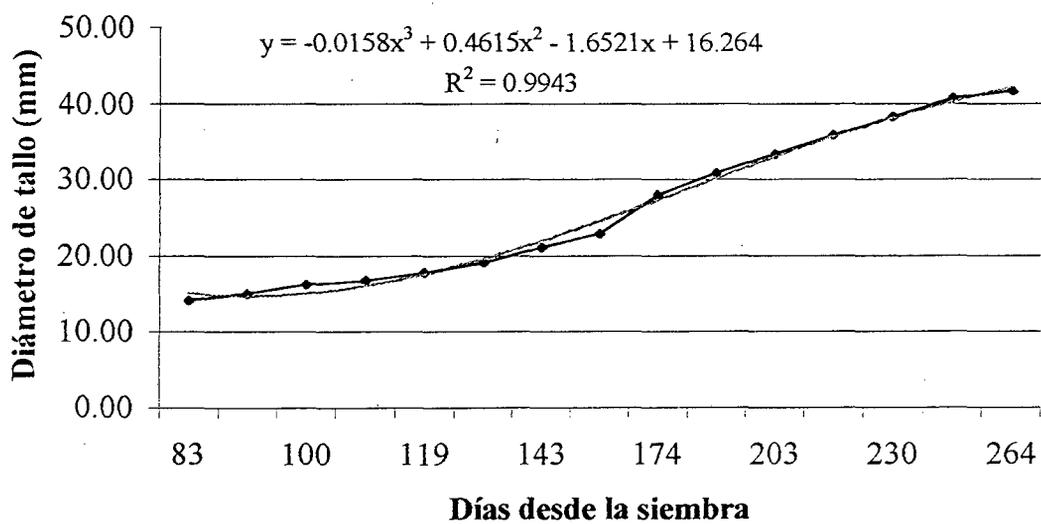
Día	Temperatura (°C)		T° media	HR %	Pp (mm)	Evaporación Tanque (mm)	Heliofanía Horas y decimos
	Máxima	Mínima					
1	29.0	21.2	25.10	89	9.8	3.0	1.8
2	25.5	21.0	23.25	92	2.4	2.6	
3	28.5	19.8	24.15	87	5.7	2.4	1.2
4	29.8	20.0	24.90	93	1.4	2.3	0.4
5	31.5	20.4	25.95	83	1.0	3.4	8.3
6	31.3	20.2	25.75	82	1.4	2.5	2.5
7	27.4	20.0	23.70	88	8.5	2.4	
8	31.0	18.4	24.70	81	29.2	2.4	3.2
9	24.4	19.4	21.90	92	7.2	2.3	
10	28.9	18.1	23.50	82	8.1	2.5	1.9
11	31.0	18.9	24.95	83	15.6	4.1	5.6
12	31.6	19.0	25.30	81	0.5	3.9	5.5
13	32.2	18.0	25.10	81		4.0	6.7
14	25.9	20.7	23.30	90	16.2	2.9	
15	29.0	20.5	24.75	84	2.2	3.3	4.9
16	28.1	20.9	24.50	90	4.8	3.0	2.8
17	30.5	20.3	25.40	85	16.0	3.9	4.6
18	29.1	21.6	25.35	85	3.0	2.5	4.0
19	30.2	21.4	25.80	82	1.0	3.1	5.7
20	26.6	20.8	23.70	94	1.6	0.9	2.6
21	26.9	20.4	23.65	94	15.1	2.6	3.4
22	31.5	19.4	25.45	83	10.7	3.7	6.4
23	31.1	20.6	25.85	81	1.5	3.3	7.2
24	30.0	21.3	25.65	87	34.6	3.5	5.0
25	26.8	22.2	24.50	91	4.4	1.5	
26	28.8	21.2	25.00	87	1.3	3.4	4.1
27	30.5	20.8	25.65	83	10.8	3.6	5.3
28	30.6	20.8	25.70	84	17.0	3.9	8.0
29	26.2	20.6	23.40	93	3.0	2.4	2.6
30	30.5	19.0	24.75	86	1.3	3.2	3.1
31	31.2	19.0	25.10	82	0.2	3.6	6.7
	<b>905.6</b>	<b>625.9</b>		<b>86.29</b>	<b>235.5</b>		<b>4.37</b>

Fuente: SENAMHI 2001

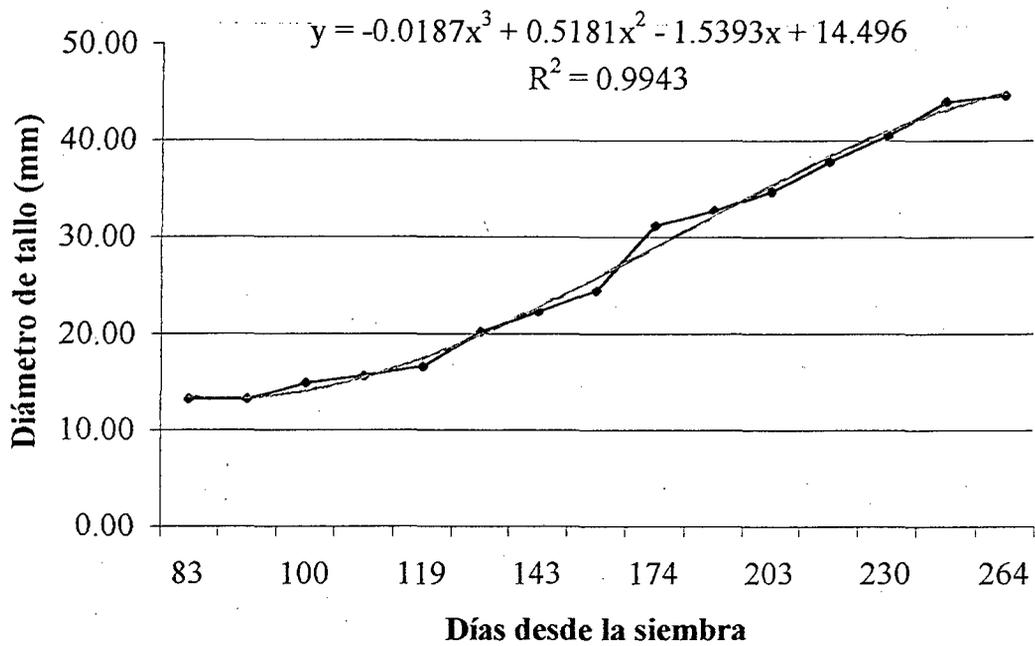
\*\* Estación Meteorológica "El Milagro" - Tulumayo

**CUADRO 30.** Número y variaciones de las cosechas en los ecotipos estudiados

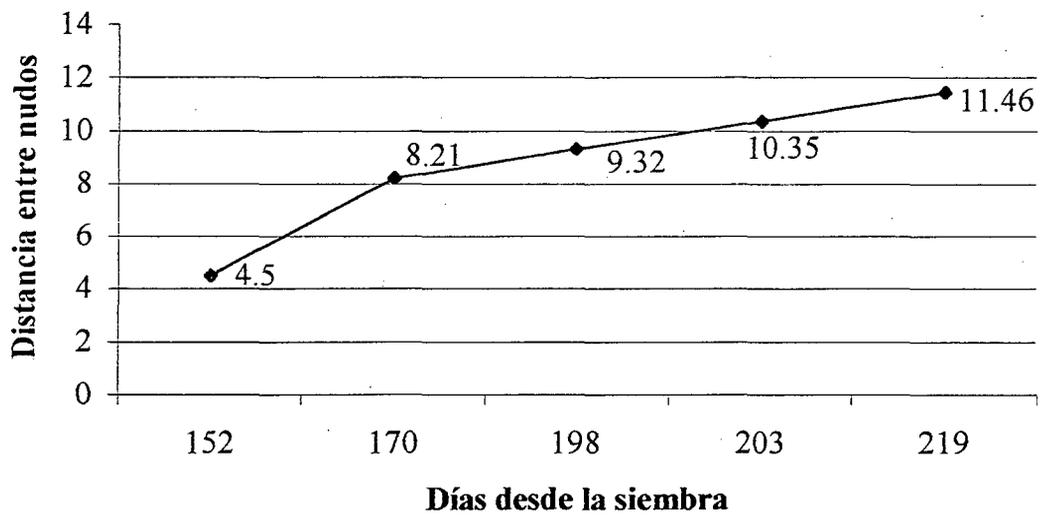
FECHA	Intervalo de Cosechas	Nº Cosechas	ECOTIPOS	
			T4 Ton/ha	N4 Ton/ha
26/12/00	221	1	2.34	2.63
15/01/01	241	2	2.68	4.32
09/02/01	266	3	2.39	3.93
03/03/01	288	4	6.11	4.09
<b>Total</b>			<b>13.52</b>	<b>14.98</b>



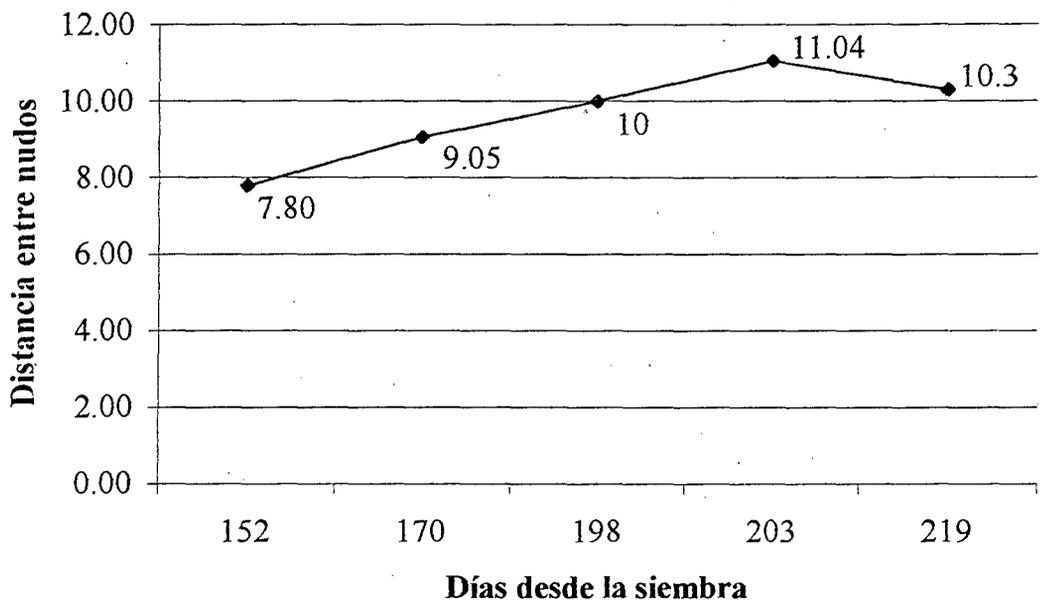
**FIGURA 16.** Relación de días desde la siembra y el diámetro de tallo en el ecotipo T4



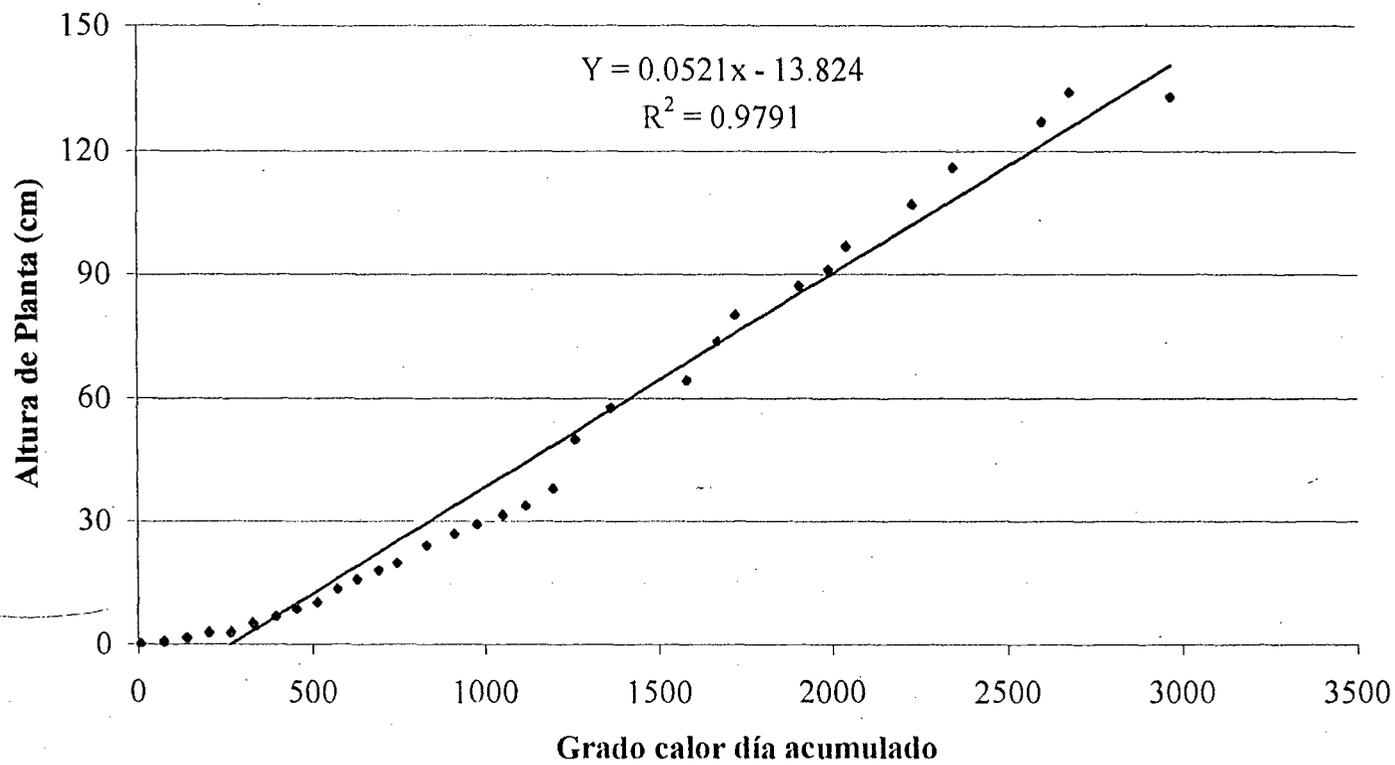
**FIGURA 17.** Relación de días desde la siembra y el diámetro de tallo en N4



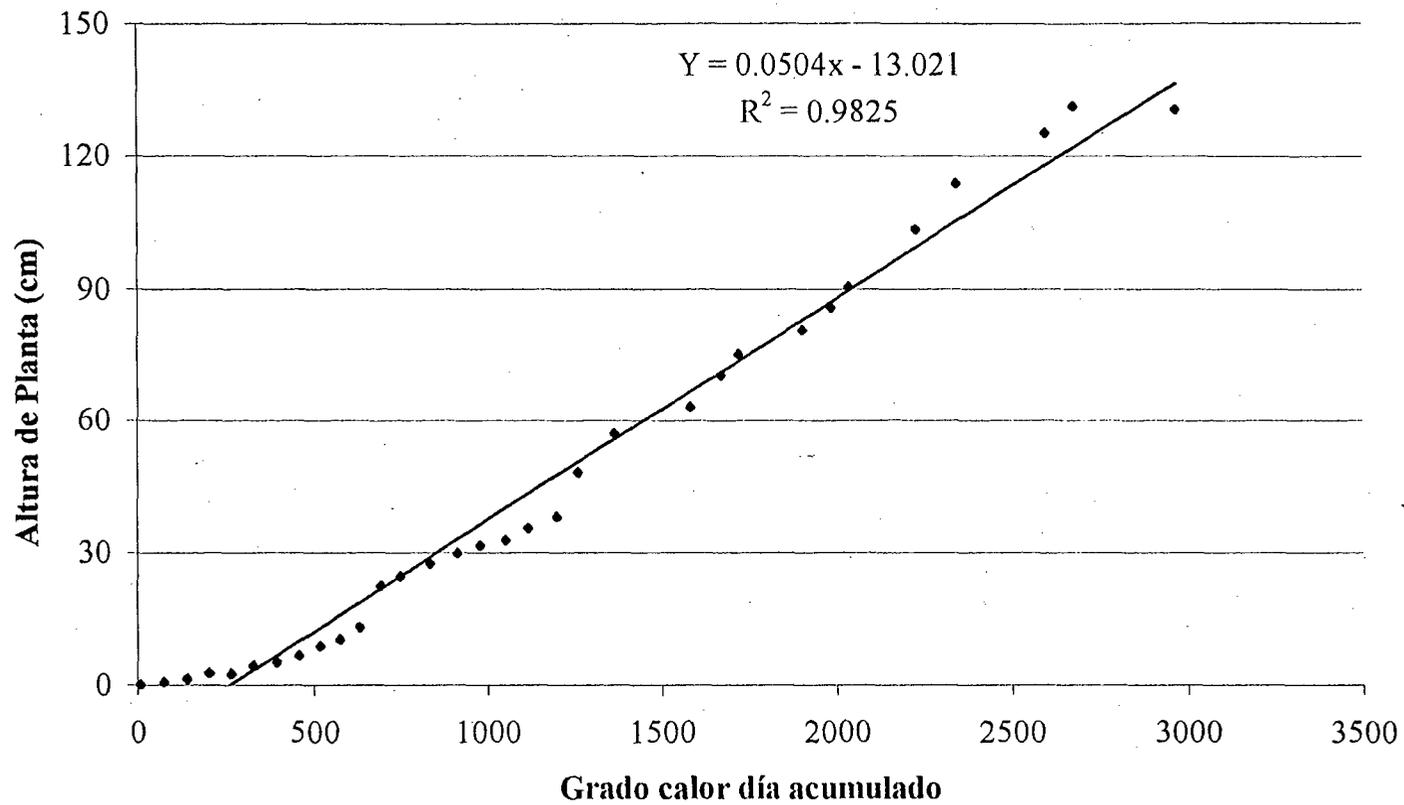
**FIGURA 18.** Distancia entre nudos por rama representativa en N4



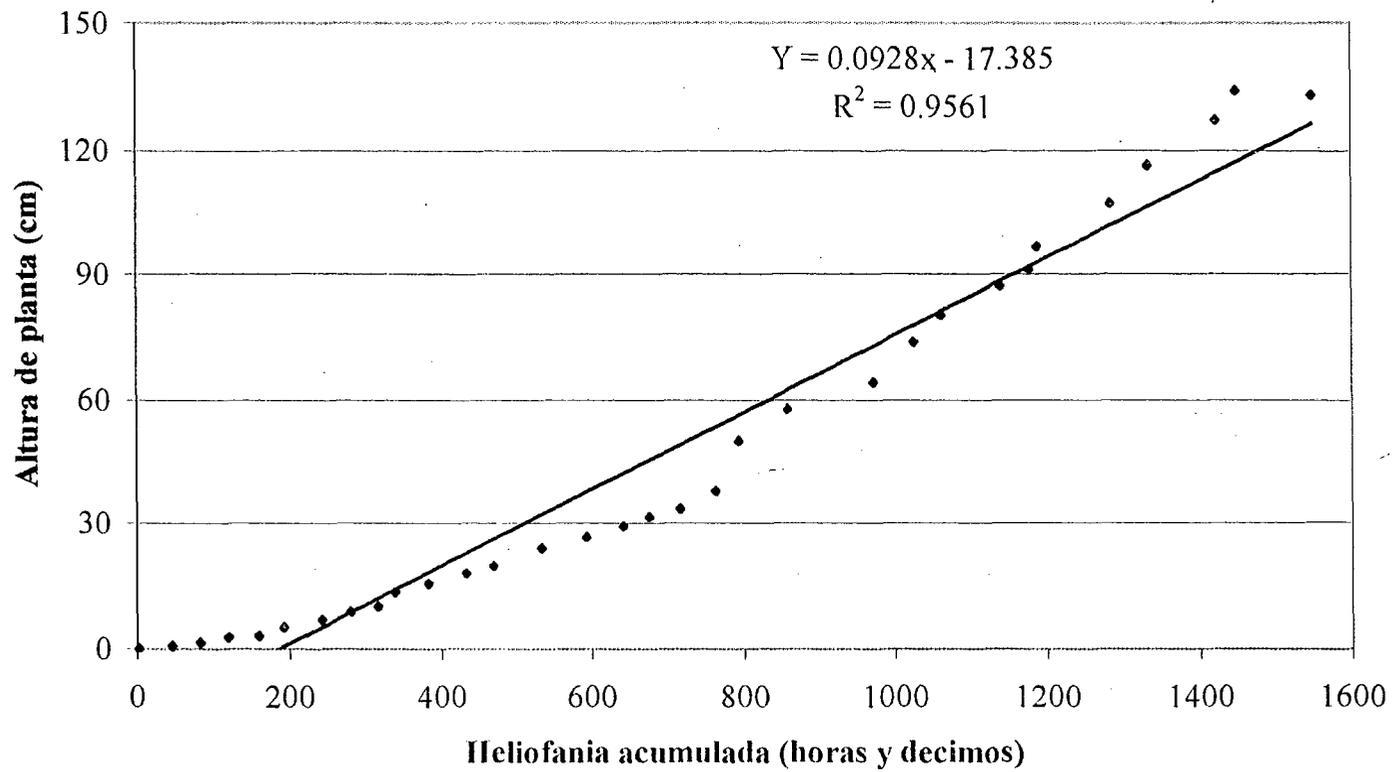
**FIGURA 19.** Distancia entre nudos por rama representativa en T4



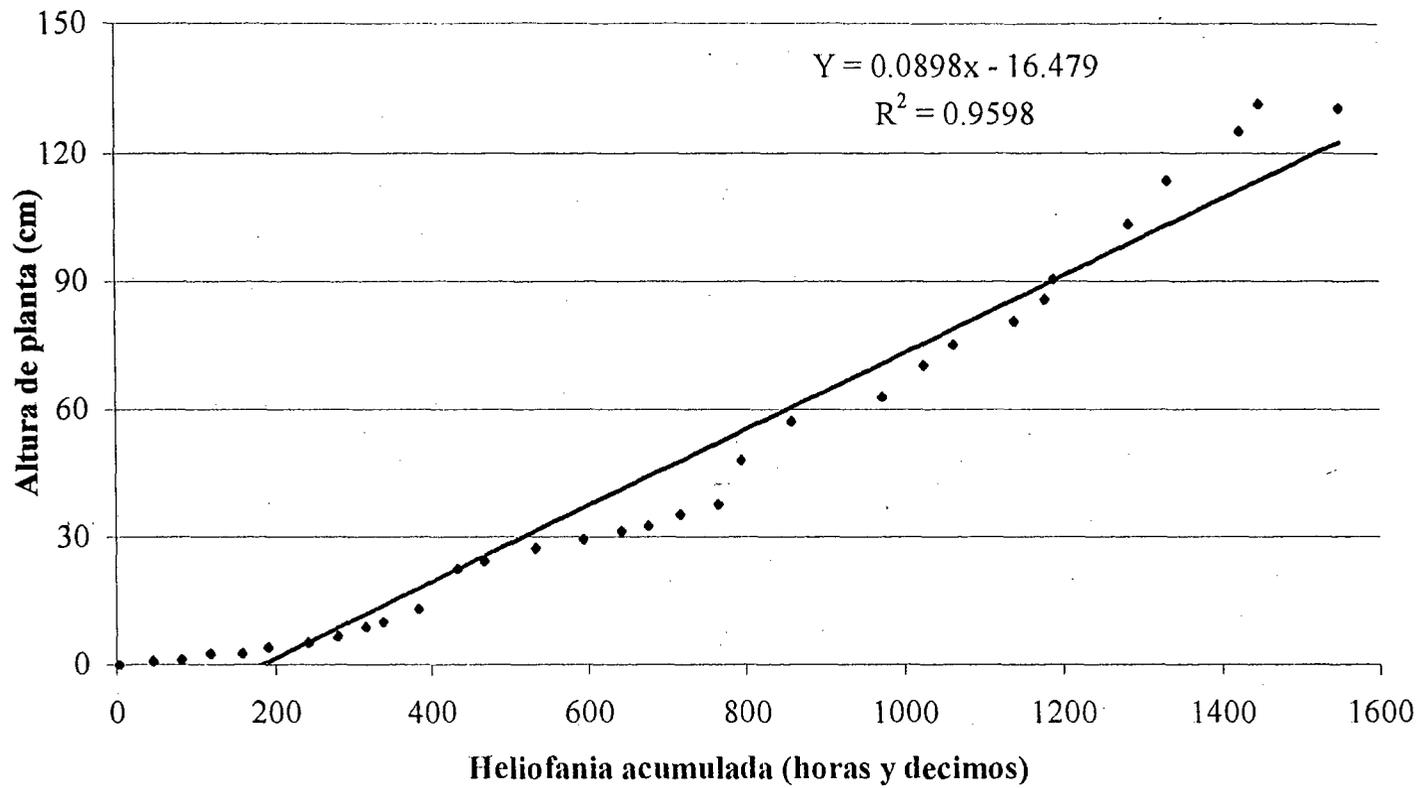
**FIGURA 20.** Influencia del grado calor día acumulado en la altura de planta de cocona ecotipo N4



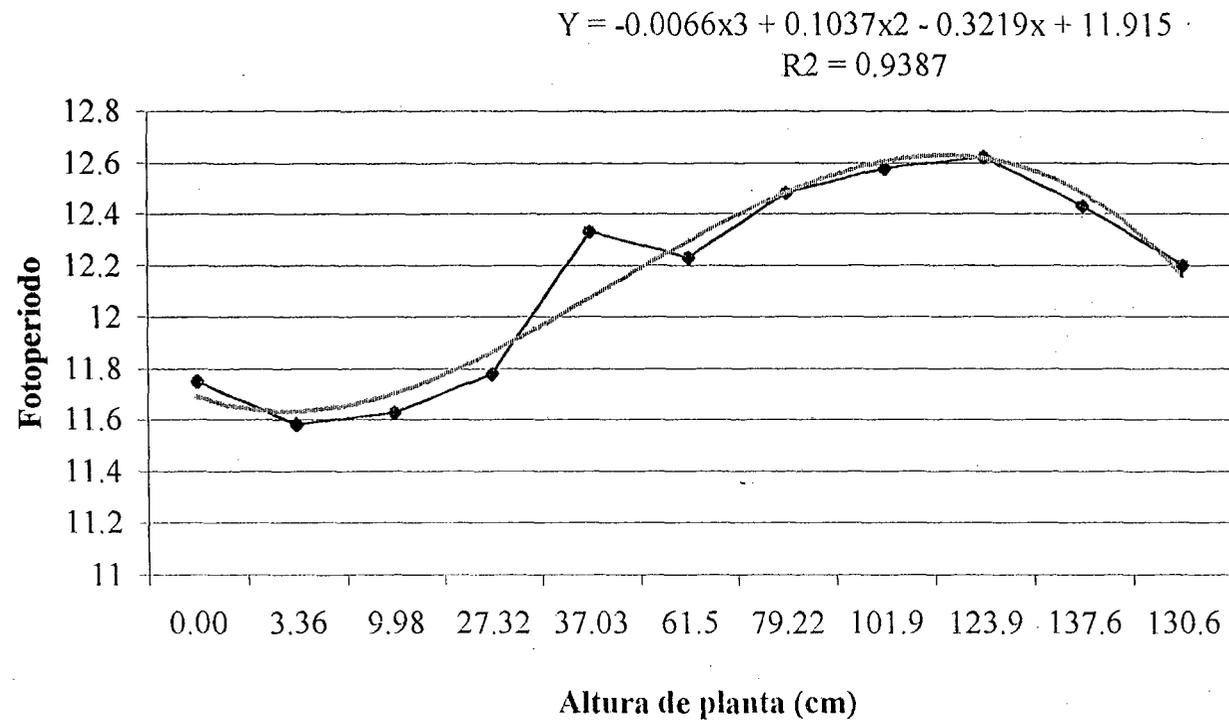
**FIGURA 21.** Influencia del grado calor día acumulado en la altura de planta de cocona ecotipo T4



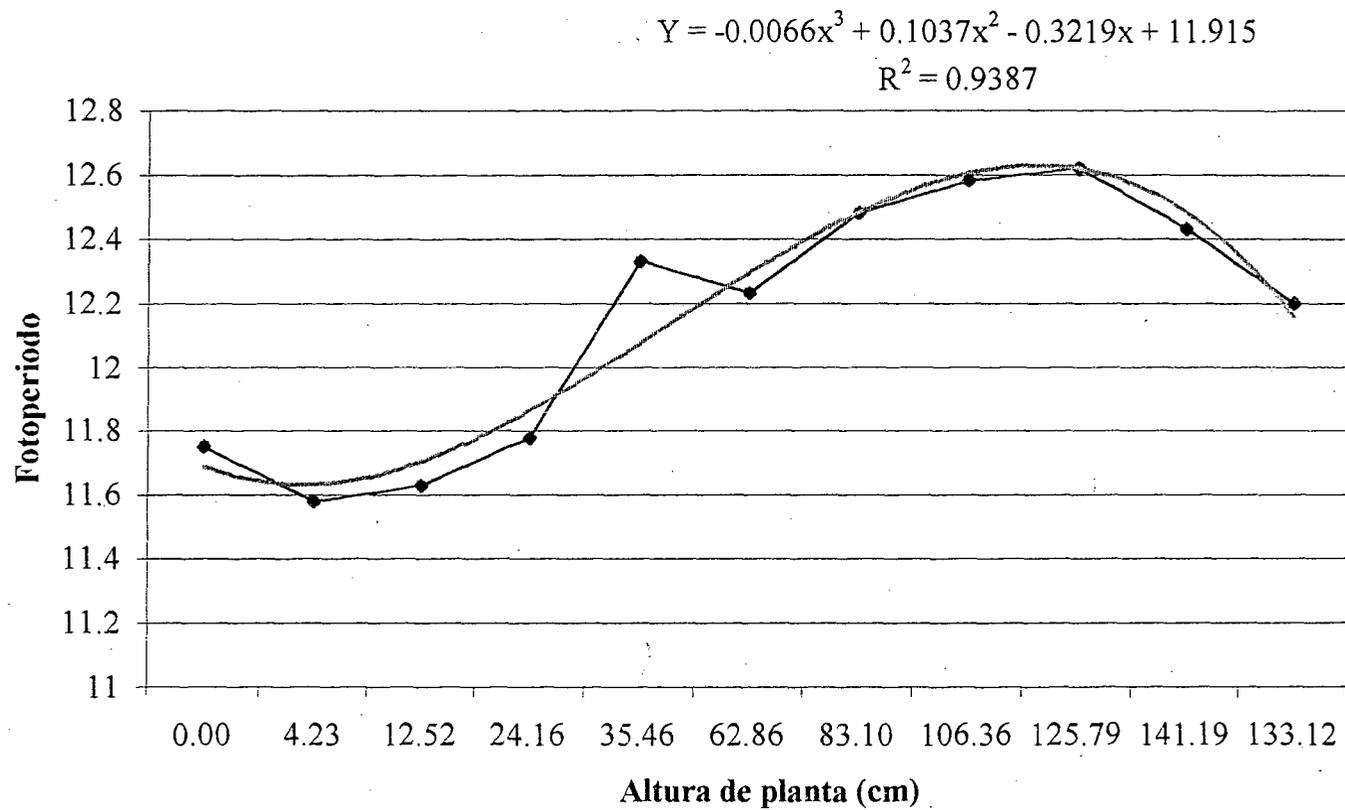
**FIGURA 22.** Influencia de la heliofanía acumulada en la altura de planta de cocona ecotipo N4



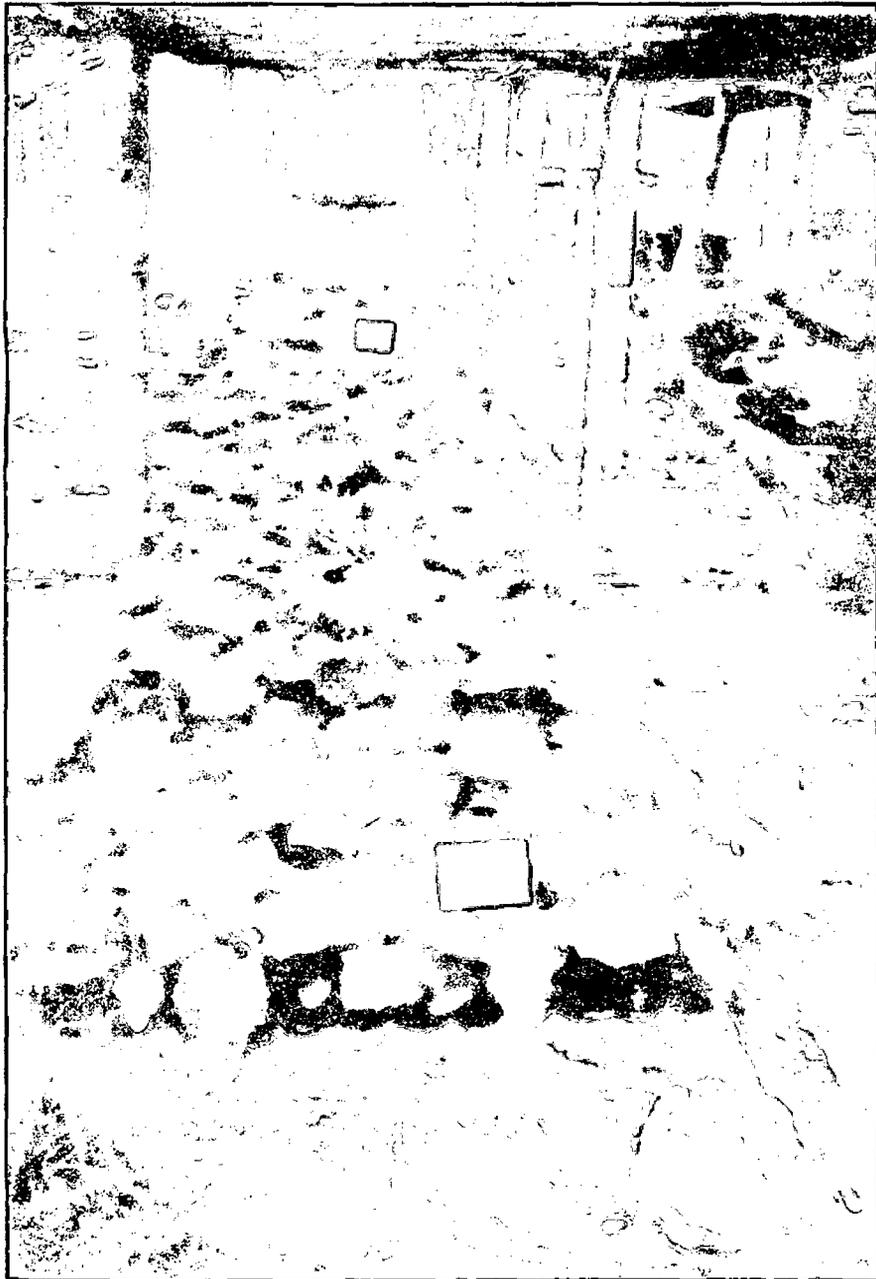
**FIGURA 23.** Influencia de la heliofanía acumulada en la altura de planta de cocona ecotipo T4



**FIGURA 24.** Influencia del fotoperiodo en la altura de planta del ecotipo T4



**FIGURA 25.** Influencia del fotoperiodo en la altura de planta del ecotipo N4



**FIGURA 26.** Vista parcial del vivero instalado en el Fundo N° 01 de la UNAS



**FIGURA 27.** Bolsa almaciguera con plántulas de cocona en fase de emergencia



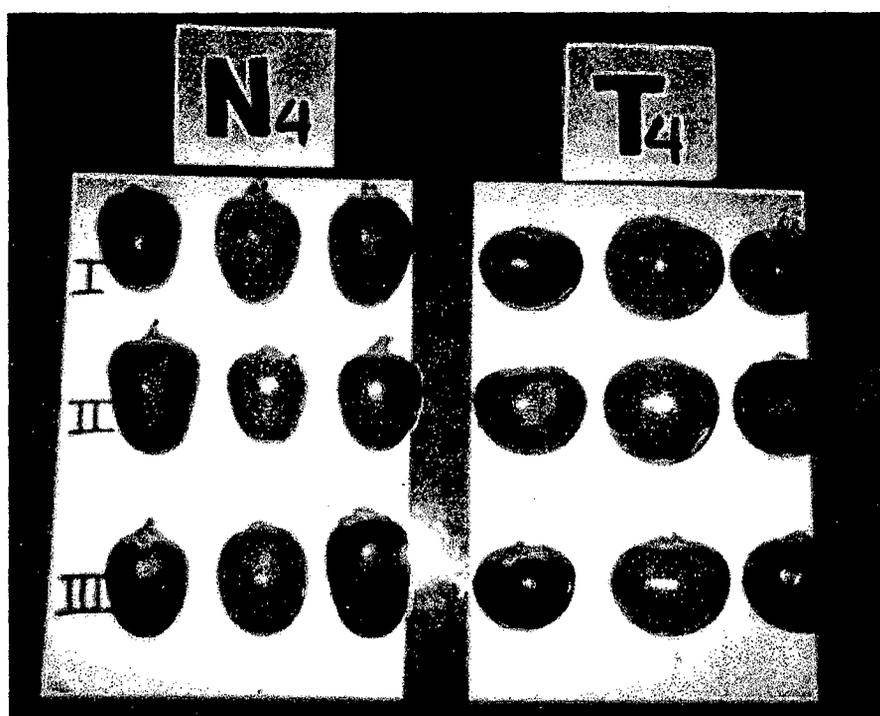
**FIGURA 28.** Plántulas de cocona con aparición de las primeras hojas



**FIGURA 29.** Emisión de raíces indicando urgencias del transplante



**FIGURA 30.** Deflexión de hoja presentándose en días muy calurosos



**FIGURA 31.** Frutos de cocona en diferentes estados de fructificación