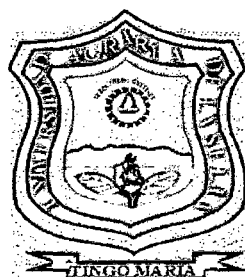


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“ESTUDIO FENOLOGICO Y DE RENDIMIENTO DE DOS  
CULTIVARES: PTU-405 Y PTM-331 DE PAPAYO  
(*Carica papaya L.*) EN TULUMAYO”**

**TESIS**

**Para Optar el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Mirtha Luz Facho Alfaro**

**PROMOCION 1 – 2000**

**“Unasinos hacia el desarrollo de un nuevo ecomilenio”**

**TINGO MARIA – PERU**

**2004**

## DEDICATORIA

**A mis amados padres:** Francisca E. Alfaro Navarro y Esgardo Facho Cumpa, con eterna gratitud por su abnegado sacrificio puesto en mi formación profesional. A ellos con todo Amor y cariño de siempre.

**A mis queridos hermanos:** Ana, Edgardo y Sonia por su comprensión y constante apoyo espiritual en mi vida universitaria.

**A mis tíos:** Jorge Alfaro, David Alfaro y Elizabeth Meza, por el apoyo que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme dado la profesión de mis grandes anhelos y hacer de ésta etapa de mi vida, inolvidable en el recuerdo.
- Al Centro Regional de Investigaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (CRI - IIAP - TM), por todo el apoyo en la ejecución del trabajo de tesis.
- Al Ing° Carlos Carbajal Toribio, patrocinador del presente trabajo de tesis, por sus sabias orientaciones y consejos, oportunos en la realización del experimento.
- A los miembros del Jurado de la presente Tesis: Ing° Luis García Carrión, Ing° Jaime Chávez Matías, Ing° Fernando Gonzáles Huiman, por sus sabias recomendaciones en el desarrollo de la misma
- A mis profesores por todas sus enseñanzas y sincera amistad que encontré en ellos.
- A mis familiares y amigos que en algún momento de mi vida universitaria me apoyaron para lograr mi objetivo.

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION .....	13
II. REVISION DE LITERATURA.....	15
2.1. Aspectos generales del papayo .....	15
2.1.1. Origen.....	15
2.1.2. Características del cultivo .....	15
2.1.3. Clima y suelo .....	16
2.2. Morfología general del papayo.....	18
2.2.1. La planta de papayo .....	18
2.2.2. Tipos de flores y frutos.....	20
2.2.3. Descriptores de la forma de papayo .....	23
2.3. La fenología y su importancia .....	25
2.3.1. Aplicaciones de la fenología .....	26
2.3.2. La fenología en la agricultura.....	27
2.3.3. Desarrollo fenológico del papayo.....	28
2.3.4. Observaciones fenológicas.....	30
2.3.5. Métodos para hacer las observaciones .....	33
2.3.6. Fases y etapas en el ciclo de los vegetales.....	33
2.4. Crecimiento frente al desarrollo .....	34
2.4.1. Exigencias meteorológicas de los vegetales .....	35
2.4.2. Unidades térmicas .....	36
2.4.3. Unidades de calor.....	37
2.4.4. Crecimiento grados día.....	38
2.4.5. Unidades calor para la germinación (U <sub>c</sub> G).....	38
2.4.6. Unidades de calor de emergencia a madurez .....	39

2.4.7.	Punto crítico.....	40
2.4.8.	Curvas de crecimiento .....	41
2.4.9.	Geneología de los cultivares PTU-405 y PTM-331.....	42
III.	MATERIALES Y METODOS.....	42
3.1.	Ubicación del campo experimental .....	42
3.2.	Análisis de suelo .....	42
3.3.	Historia de campo .....	43
3.4.	Condiciones climáticas.....	44
3.5.	Componentes en estudio .....	46
3.6.	Tratamientos en estudio.....	46
3.7.	Diseño experimental .....	46
3.8.	Esquema del análisis de variancia.....	47
3.9.	Detalles del campo experimental .....	47
3.9.1.	Bloques.....	47
3.9.2.	Parcelas.....	48
3.9.3.	Hileras.....	48
3.9.4.	Dimensiones de campo .....	48
3.10.	Ejecución del experimento .....	49
3.10.1.	Vivero.....	49
3.10.2.	Campo definitivo .....	51
3.11.	Observaciones registradas .....	57
3.11.1.	Etapa vegetativa .....	57
3.11.2.	Etapa reproductiva.....	59
3.11.3.	Fase de maduración .....	60
3.12.	Observaciones evaluadas.....	61
3.12.1.	Altura de planta.....	61

3.12.2.	Número de hojas.....	61
3.12.3.	Diámetro de tallo.....	61
3.12.4.	Distanciamiento entre nudos .....	62
3.12.5.	Número de entrenudos .....	62
3.12.6.	Sexo y tipo de flor .....	62
3.12.7.	Altura de inicio de floración.....	62
3.12.8.	Altura de inicio de fructificación.....	62
3.12.9.	Número de frutos por hectárea y peso promedio del fruto del papayo .....	63
3.12.10.	Rendimiento de la cosecha.....	63
3.12.11.	Forma de pedúnculo.....	64
3.12.12.	Forma del fruto.....	64
3.12.13.	Forma de cavidad .....	65
3.12.14.	Textura de la cáscara .....	66
3.12.15.	Ondulaciones del fruto .....	66
3.12.16.	Grosor de la pulpa .....	66
IV.	RESULTADOS.....	67
4.1.	Características de la planta.....	67
4.1.1.	Altura de la planta, diámetro de tallo y número de hojas .....	67
4.1.2.	Distanciamiento y número de entrenudos.....	77
4.1.3.	Altura de inicio de floración y fructificación. ....	79
4.1.4.	Presencia de flores. ....	80
4.2.	Etapas vegetativas.....	80
4.2.1.	Etapa 0: Emergencia .....	80

4.2.2.	Etapa 1: Plántula.....	80
4.3.	Etapas reproductivas .....	81
4.3.1.	Etapa 2: Floración.....	81
4.3.2.	Etapa 3: Fructificación .....	81
4.3.3.	Etapa 4: Desarrollo del Fruto .....	81
4.3.4.	Etapa 5: Maduración.....	82
4.4.	Características bioclimáticas de cada fase en dos cultivares de papayo .....	84
4.5.	Variables de rendimiento .....	87
4.5.1.	Crecimiento del botón floral y fruto .....	87
4.5.2.	Rendimiento, número de frutos/ha y peso promedio del fruto.....	91
4.6.	Características biométricas del fruto.....	93
V.	DISCUSION .....	94
5.1.	De las características de planta.....	94
5.2.	Etapas vegetativas y reproductivas.....	95
5.3.	Características bioclimáticas de cada fase en dos cultivares de papayo. ....	95
5.4.	Variables de rendimiento .....	96
5.5.	Características biométricas del fruto.....	96
VI.	CONCLUSIONES .....	97
VII.	RECOMENDACIONES .....	98
VIII.	RESUMEN .....	99
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	101
X.	ANEXO .....	103

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Resultados de análisis físico - químico del suelo.....	43
2. Datos meteorológicos promedios mensuales registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (agosto 2000 - octubre 2001). ....	45
3. Determinación de tratamientos en estudio.....	46
4. Esquema del análisis de variancia.....	47
5. Cantidad de fertilizantes y fecha de aplicación.....	56
6. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en las fases de floración y fructificación.....	67
7. Secuencia de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, en dos cultivares de papayo, según las unidades calor (GCD) presente en los días acumulados, desde la siembra hasta los 9 meses y medio de edad en la fase de fructificación.....	68
8. Incremento diario de la altura de planta en dos cultivares de papayo. ...	70
9. Incremento diario del diámetro de tallo en dos cultivares de papayo.....	74
10. Análisis de variancia para el distanciamiento y número de entrenudos en la fase de floración y fructificación, a 135 y 225 días de edad.....	78
11. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número y distanciamiento de entrenudos en el área de crecimiento y fructificación, a 135 y 225 días de edad.....	78
12. Análisis de variancia para la altura de inicio de floración y fructificación, a los 135 y 225 días de edad.....	79



13. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de inicio de floración y fructificación, a los 135 y 225 días de edad.....	79
14. Parámetros bioclimáticos acumulados para cada fase fenológica, de dos cultivares de papayo.....	85
15. Secuencia de las formas de crecimiento del botón floral hasta obtener su máximo tamaño en fruto.....	87
16. Crecimiento de la longitud del botón floral, desde su aparición hasta su máximo tamaño antes de la apertura de los pétalos.....	88
17. Evaluación del crecimiento del fruto hasta obtener su máximo desarrollo en dos cultivares de papayo.....	90
18. Análisis de variancia para el rendimiento (t/ha/año), número de frutos/ha y peso promedio del fruto de papayo (kg).....	92
19. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento, número de frutos y peso promedio del fruto del papayo.....	92
20. Características biométricas del fruto.....	93
21. Tabla de fotoperiodo en Tingo María.....	104
22. Análisis de variancia para la presencia de flores del tipo I (femenina), tipo IV (hermafroditas) y tipo V (macho), en parcelas netas de dos cultivares de papaya.....	105
23. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de flores del tipo I (femenina), IV (hermafrodita) y V (machos) por hectarea en dos cultivares de papayo.....	105

24. Análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en las fases de floración y fructificación, a los cuatro meses y siete meses de edad, en dos cultivares de papayo .....	106
---	-----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Peso seco total y peso seco de flores y frutos de papayo.....	29
2. Relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura .....	37
3. Formas de pedúnculo de los frutos de papayo.....	64
4. Formas de los frutos de papayo. ....	65
5. Formas de la cavidad central de los frutos de papayo. ....	66
6. Altura de planta según las unidades calor día acumulados en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	71
7. Altura de planta según las fechas de evaluación, en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	71
8. Crecimiento del cultivar PTU-405, según el modelo matemático, desde la germinación hasta la maduración. ....	72
9. Crecimiento del cultivar PTM-331, según el modelo matemático, desde la germinación hasta la maduración. ....	72
10. Diámetro de tallo según las unidades calor días acumulados en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	75
11. Diámetro de tallo según las fechas de evaluación en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	75
12. Número de hojas según los grados calor día acumulados, en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	76
13. Número de hojas según las fechas de evaluación en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.....	76

14. Crecimiento del cultivo de papayo con relación a los grados calor día acumulados a una latitud sur de 09°17'58" .....	77
15. Ocurrencia del tiempo en el crecimiento de dos cultivares de papayo a partir de la siembra. ....	82
16. Fases fenológicas del cultivo de papayo ( <i>Carica papaya L.</i> ).....	83
17. Características del cultivo de papayo en relación a los parámetros climáticos en la zona de Tulumayo. ....	86
18. Longitud del botón floral, desde su aparición hasta su máximo tamaño, antes de la apertura de los pétalos. ....	89
19. Crecimiento del fruto hasta su máximo desarrollo. ....	91
20. Croquis de una parcela.....	107
21. Croquis del experimento. ....	108

## I. INTRODUCCION

El papayo (*Carica papaya L.*) es una especie originaria de América tropical, de distribución en todos los trópicos del mundo por sus cualidades excelentes tanto en productividad como en la gran variedad de usos.

En nuestro país adquiere importancia cuando se difunden sus cualidades nutritivas y su transformación por la industria de alimentos en conserva, néctar, fruta confitada y otros usos medicinales. El fruto de ésta especie es de alto valor nutritivo y contiene las vitaminas A y C. La papaya produce una enzima proteolítica denominada papaína, que actúa como la pepsina en su acción digestiva de ciertos alimentos.

En la región del Alto Huallaga, por sus condiciones climáticas óptimas, se constituye como una real alternativa en el desarrollo agrario, ya que por su alto rendimiento y precocidad permite al agricultor el retorno rápido del capital empleado. El incremento del área cultivada en los últimos diez años justifica la transferencia de tecnología a fin de que el agricultor pueda sacar ventaja en éste cultivo aumentando su productividad y mejorando la calidad del fruto que permitirá competir con ventajas en el mercado nacional.

En esta etapa coyuntural del país en el cual las opciones del gobierno señalan a la actividad agrícola como uno de los pilares del desarrollo del país, es necesario contar con planes y alternativas que ofrecer. En ésta región el cultivo de papayo representa la primera actividad agrícola de la cual dependen miles de agricultores, y se espera que los resultados del presente trabajo

permitan actualizar y complementar un buen manejo del cultivo para lograr elevar su productividad y con ello mejorar el nivel de vida del agricultor.

Teniendo en cuenta todos éstos aspectos mencionados, de aprovechar y ampliar nuestros recursos vegetales y favorecer el desarrollo económico de nuestra zona, con el presente trabajo de investigación se proponen los siguientes objetivos:

1. Determinar las fases fenológicas del cultivo de papayo.
2. Evaluar las diferentes características de planta, según las condiciones climáticas de Tulumayo.
3. Determinar el cultivar de papayo de mayor rendimiento.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos generales del papayo

#### 2.1.1. Origen

El papayo (*Carica papaya L.*) es un fruto nativo de América tropical, no habiéndose encontrado en éste ámbito formas silvestres de ésta especie, en cambio si se han hallado formas primitivas de otras especies de Caricaceas tanto en la región tropical y subtropical de Centro y Sur América (INFOAGRO, 2001).

En 1519, Hernán Cortés, conquistador español del Imperio Azteca dio cuenta de la presencia de éste frutal en territorio de México. De este ámbito tropical americano, el papayo fue llevado por los viajeros europeos hacia Las Filipinas, India, África, Australia, Hawai y otros lugares con climas favorables para su crecimiento y producción en condiciones naturales. De acuerdo a éste trabajo de evaluación, clasificación y colección, se ha podido determinar 8 centros de origen que están localizadas siempre en las zonas montañosas que tenemos en el mundo entero (INFOAGRO, 2001). Así en la Amazonía mucha de su expansión ocurrió después de la llegada de los portugueses al territorio brasileño (CONAFRUT, 1998).

#### 2.1.2. Características del cultivo

El cultivo del papayo tiene características especiales que le dan ventajas frente a otros frutales, CALZADA (1980) y MORIN (1965), como son:

- a) La precocidad de la planta para comenzar a producir antes del año. En el Perú el cultivo de papayo, en los valles de Chanchamayo, Perené y Satipo empieza a dar frutos a los 9 o 10 meses. Mientras en Piura solo demora 7 meses cuando la siembra es en primavera.
- b) La alta producción de las plantaciones de papayo supera a todos los demás frutales en forma notable.
- c) Escalonamiento de la cosecha; en las zonas tropicales principalmente los frutos van apareciendo y madurando progresivamente de abajo hacia arriba en forma continua, pudiendo contar en cada planta con frutos cosechados una buena parte del año.
- d) El fruto del papayo es de alto valor nutritivo, rico en vitamina A y C (ácido ascórbico).

### **2.1.3. Clima y suelo**

Este frutal prospera bien en zonas de clima cálido y húmedo, cuyas condiciones óptimas de temperatura están entre 25 y 30°C; pero puede variar de 18°C sin causar problemas, siempre y cuando no se presenten descensos bruscos de temperatura nocturna (MORIN, 1965).

El clima sobre todo debe tomarse en cuenta para iniciar la cosecha, cuando la estación es fría, el fruto debe tener un mayor porcentaje de amarillamiento en la cáscara, porque es una garantía de alcanzar buena calidad interna al momento de consumir. Por el contrario en lugares tropicales, la papaya pasa rápidamente del punto de maduración a sobremaduración,



volviéndose entonces inservible. En estos lugares la cosecha debe hacerse cuando el fruto muestra ligeros signos de amarillamiento (FRANCIOSI, 1992).

La planta es muy exigente en temperatura, la media anual de 25°C permite la producción del fruto de excelente calidad, así como el rápido crecimiento de la planta y un elevado rendimiento por hectárea. Cuando las temperaturas son bajas, sobre todo en otoño, invierno e inicios de primavera, el desarrollo vegetativo de la planta se retrasa notoriamente, no hay floración y los frutos ya formados demoran mucho tiempo en alcanzar su maduración. Los frutos cosechados son incipientes porque el nivel de azúcar es bajo (FRANCIOSI, 1992).

Un factor climático de importancia es el viento, cuando es suave tiene la ventaja de favorecer la polinización, pero cuando es fuerte puede llegar a desarraigar las plantas. La caída se produce debido al incremento del peso y a la ubicación alta del mismo, generalmente cuando los papayos se encuentran en plena producción. La humedad relativa ambiental, sobre todo cuando está acompañada de lluvias abundantes, afecta el cuajado de flores y frutos, siendo estos de baja calidad (FRANCIOSI, 1992).

Requiere de una humedad relativa superior a 60% y una precipitación de 2000 mm a 3000 mm, distribuidas uniformemente en todo el año. En cuanto a la altitud prospera bien desde el nivel del mar hasta los 1200 m.s.n.m., pero los frutos de mejor calidad y rendimientos más altos se obtienen a altitudes por debajo de los 800 m. El papayo se desarrolla mejor en suelos francos y de fácil drenaje, es recomendable establecer el cultivo en suelos

carentes de capas compactas hasta un metro de profundidad. El pH adecuado está entre 6 y 7, cuando el suelo es más ácido se recomienda aplicar enmiendas con cal o dolomita (MORIN, 1965).

El buen drenaje es muy importante y por ésta razón los suelos muy pesados deben evitarse para el cultivo. Terrenos pantanosos o aquellos con peligro de inundación son perjudiciales para la papaya. La presencia de agua en las raíces por un período de 48 horas, está probada que, son suficientes para causar daños fatales en la planta, que va desde una baja considerable de la producción hasta la muerte de la misma (AZKUE, 2001).

## **2.2. Morfología general del papayo**

### **2.2.1. La planta de papayo**

El papayo es una planta de naturaleza herbácea de crecimiento rápido, de corta vida y porte variado, alcanzando alturas de 8 a 10 m; de consistencia carnosa que puede ser semileñosa cuando madura. El papayo es una especie polígama, en la que se puede diferenciar plantas femeninas, masculinas y hermafroditas. Tiende a ser una planta dioica, es decir, las plantas tienen flores de un solo sexo: masculinas, femeninas; pero es común encontrar con flores de ambos sexos y hermafroditas (LEON, 1987).

#### **a) Tallo**

Posee un eje central que por lo general no se ramifica, lleva al final un penacho de hojas grandes y su punto apical crece continuamente, alargando el tallo y formando nuevas hojas. Cuando esta planta inicia su

crecimiento, un corte longitudinal de su eje, muestra la presencia de tabiques a cierta distancia uno del otro. Estos tabiques desaparecen conforme envejece el tronco, mostrando la configuración de un cilindro hueco (LEON, 1987).

De tallo recto, rara vez ramificado, terminado en un penacho de hojas y un diámetro en la base hasta de 30 cm y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes causados por la caída de hojas e inflorescencia (CALZADA, 1980). El eje de la planta es relativamente delgado a excepción de su base que aparece algo más ancho. En la planta de papayo, cuando por diversas causas ocurre una atrofia del ápice de crecimiento, surgen ramificaciones laterales (CONAFRUT, 1998).

#### **b) Hojas**

El follaje comprende un conjunto de hojas alternas relativamente grandes, entre 0.3 a 1.0 m de largo situados en la parte terminal de la planta, en forma aglomerada en el ápice del tronco (CONAFRUT, 1998). Las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las viejas se secan y se caen, poseen un diámetro de 25 - 45 cm, la base es profundamente cortada con lóbulos sobrepuestos, hay de 7-11 lóbulos grandes (SOTO, 1980).

#### **c) Raíces**

El sistema de raíces de la papaya consta de pocas ramificaciones relativamente gruesas, las mismas que en su extremo distal están provistas de numerosas raicillas; son muy superficiales, lo que condiciona el laboreo del terreno (CONAFRUT, 1998). El sistema radicular es

superficial y las raíces suaves, carnosas, suculentas, fáciles de dañar y sin tolerancias a excesos de humedad, aún por períodos cortos (FLORES, 1997).

#### **d) Flores**

Las flores emergen de las axilas de las hojas; nacen agrupadas en una inflorescencia cimosa modificada. El tipo de flor depende del sexo de la planta; hermafroditas o unisexuales de flores masculinas y femeninas (CONAFRUT, 1998). La especie *Carica papaya L.* exhibe 3 formas sexuales primarias; plantas ginoicas, que producen flores exclusivamente femeninas; plantas androicas con flores exclusivamente masculinas y plantas andromonoicas, que contiene n flores hermafroditas y femeninas en la misma inflorescencia (INFOAGRO, 2001).

De estos los mas apropiados para establecer las plantaciones son aquellos que producen frutos uniformes en tamaños y formas; esto se obtiene propagando plantas hermafrodita en forma aislada o autopolinización (MORIN, 1965).

#### **2.2.2. Tipos de flores y frutos**

El tipo de planta en *Carica papaya L.* depende del estado sexual, de modo que sólo puede determinarse en la floración. En ésta y otras especies de éste género hay casos de reversión, o sea que pueden producir flores de los dos sexos o hermafroditas, según determinadas condiciones ambientales (LEON, 1987).

La descripción y clasificación de las variantes sexuales de *Carica papaya L.* difieren ampliamente debido a que la expresión sexual en el tipo hermafrodita es profundamente influida por la diferencia que existe entre los cultivares así como la acción que ejerce la temperatura y las condiciones de humedad. Sin embargo es ampliamente reconocida 6 tipos de flores (CARBAJAL, 1994).

**a) Tipo I**

Es una típica flor femenina, denominada pistilada o ginoica, sin estambres, es de color blanco cremoso o amarillo pálido. Posee 5 pétalos carnosos, lanceolados, casi enteramente libres en la base (CARBAJAL, 1994).

El pistilo es globoso formado por 5 carpelos; el estigma es sentado (sésil). La flor femenina esta localizada muy próxima al tallo con pedúnculo corto y grueso; tiene 3.0 a 5 cm de longitud por 2.0 a 2.5 cm de diámetro. El ovario es grande, globoso o cilíndrico y de color verde. El fruto es generalmente esférico o ligeramente ovoide (CALZADA, 1980).

**b) Tipo II**

Denominada "pentandría"; es una flor que resulta de la modificación de tipo I; son algo más pequeñas que las femeninas, distinguiéndose de éstas. La corola se compone de 5 pétalos unidos en la base; el ovario es globoso. Tiene 5 estambres con largos filamentos adheridos a la base de la corola que alternan con los pétalos (MORIN, 1965).

Este tipo de flor hermafrodita puede fecundarse así misma pese a que produce poco polen, estas flores van acompañadas de flores masculinas que aseguran la polinización. Los frutos son de forma ovoide y son profundamente lobados; tiene un aceptáculo liso y perceptible en la parte basal, en la cual se observa como un círculo continuo las cicatrices que deja la corola después de desprenderse (CARBAJAL, 1994).

### **c) Tipo III**

Esta flor parece ser una transición hermafrodita entre los tipos I y II, algunos autores la conocen como la flor "intermedia" y otros la llaman bisexual. Los pétalos están unidos en la tercera parte de su longitud y a veces sobrepasa, lo que hace que el tubo de la corola varíe de tamaño (MORIN, 1965). Cuenta con 5 a 10 estambres, los que pueden aparecer transformados en carpelos no completamente soldados al ovario, lo que ocasiona que de frutos deformes. El fruto tiene la forma de un mazo alargado con surcos en la parte más globosa o ancha (CALZADA, 1980).

### **d) Tipo IV**

Denominada "enlongata", flor hermafrodita representativa, gamopétala, corola formada por cinco pétalos unidos en una tercera parte de su longitud, formando un tubo que se divide en su parte superior en 5 lóbulos (CONAFRUT, 1998). Presenta 10 estambres con filamentos soldados al tubo y anteras al borde del mismo. El pistilo está generalmente compuesto de 5 carpelos aunque puede variar de 1 a 10; es usualmente enlongado y cilíndrico.

Los frutos varían en forma, de cilíndricos a elipsoides, con un ápice más o menos bulbosos (CALZADA, 1980).

**e) Tipo IV.**

Esta flor es una variante del tipo IV, con pistilo no funcional debido a la ausencia de estigma. Predomina en algunas plantas andromonoicas durante los meses cálidos de verano; algunas plantas hermafroditas acostumbran producir en los meses de otoño a invierno en forma bastante regular, en verano no tiene producción. Esta esterilidad de verano - por atrofia del pistilo que se vuelve no funcional hay que evitar seleccionarla (MORIN, 1965).

**f) Tipo V**

Es la flor masculina o estaminada, son de pequeño tamaño que aparecen en largos racimos pedunculados que aparecen en las axilas de las hojas. Las flores son de color blanco cremoso, verde amarillento o amarillas (MORIN, 1965). Son gamopétalas, con 10 estambres filamentosos soldados al tubo de la corola: las anteras están ubicadas en el borde del tubo. El pistilo es rudimentario, no existe estigma. La flor no produce frutos (CALZADA, 1980).

**2.2.3. Descriptores de la forma de papayo**

**a) Formas de pedúnculo**

El fruto del papayo presenta las siguientes formas de pedúnculo: deprimido, hinchado, allanado y agudo (IBPGR, 1988).

## **b) Formas del fruto**

El fruto es una baya de tamaño grande o muy grande, de diferentes formas según la constitución de las formas de las flores que lo originaron. Piel lisa y delgada de color amarillento, de diversos tonos a la madurez, pulpa gruesa, amarillo - naranja o rosada en algunos tipos, suave, fina, dulce, muy agradable y digestiva. El fruto del papayo contiene aproximadamente de 85 a 88% de humedad y de 7 a 12% de azúcares. La mayor parte de esos azúcares aparecen en el fruto durante las 2 o 3 semanas anteriores a la maduración (FRANCIOSI, 1992). El fruto del papayo de acuerdo al tipo de planta presenta diferentes formas (IBPGR, 1988).

## **c) Formas de cavidad central**

Se determina cortando el fruto en su máximo diámetro, existiendo cuatro formas: angular, redonda, poco estrellada y estrellada (IBPGR, 1988). En un programa de producción y ventas de una plantación de una hectárea de papayo los rendimientos considerados en el primer año es de 35 t y en el segundo de 20 t (FRANCIOSI, 1992).

El momento de cosecha en el papayo depende principalmente de la distancia a la cual el fruto va a ser enviada. Si el mercado es cercano, puede dejarse que el fruto en el árbol presente un grado de amarillamiento mayor que si va a ser transportado a un mercado distante. Para lograr el máximo porcentaje de sólidos solubles luego de la cosecha, el fruto debe tener un tercio de su cáscara amarilla cuando es cortada (FRANCIOSI, 1992).



### **2.3. La fenología y su importancia**

La fenología es la ciencia que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con sus diferentes parámetros meteorológicos de temperatura, precipitación, radiación, humedad relativa, etc. (YZARRA, 1998).

En la fenología se estudia la influencia de los cambios climáticos en los fenómenos vitales; la información fenológica, depende de las condiciones climáticas que preceden cada suceso. Para el desarrollo de cualquier variedad de planta, la fenología es la resultante de una serie de factores: climáticos, fisiográficos, edáficos y bióticos. Para un cultivo particular bajo prácticas culturales normales, los elementos más importantes son la temperatura y la luz solar. Existe una relación estrecha entre la fenología de las plantas con la latitud y la altitud; el tiempo de crecimiento es progresivamente más corto con el aumento de la latitud (VALDIVIA, 1977).

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembrados bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico. Por lo que 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 (AZKUE, 2001).

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales: luz, temperatura y humedad. La emergencia de los cultivos, la brotación, la floración, la fructificación, la

madurez, etc.; corresponden a estudios de fenología vegetal, por otra parte las migraciones de pájaros y estudios de los insectos pertenecen al campo de la fenología animal (GUERRA, 1988). Desde la germinación de la semilla, las células vegetales se dividen y se multiplican, simultáneamente las células modifican la estructura de su protoplasma, las células difieren unas de otras y la planta desarrolla tejidos y órganos (TORRES, 1995).

### **2.3.1. Aplicaciones de la fenología**

Existen dos formas de aplicaciones de las observaciones fenológicas para llegar a ciertas conclusiones:

#### **a) Variables independientes**

El uso de los eventos fenológicos es como una herramienta para la investigación microclimática. Los eventos fenológicos representan a sus propios parámetros climáticos, por que pueden ser tratados independientes sin consultar el clima local, AZKUE (2001):

- Comparación de eventos diferentes para la misma especie y la misma localidad, y en diferentes épocas.
- Comparación del mismo evento de especies diferentes, ocurriendo al mismo tiempo y en la misma localidad.
- Comparación de eventos de especies diferentes, ocurriendo al mismo tiempo y en la misma localidad.
- Comparación de eventos de diferentes especies que ocurren a tiempos diferentes en la misma localidad.

## **b) Variables dependientes**

El uso de los eventos fenológicos como integradores de los efectos microclimáticos sobre plantas y animales según AZKUE (2001):

- El uso de eventos biológicos como indicadores de la presencia o ausencia de ciertos factores ambientales.
- Varias combinaciones de datos ambientales y fenológicas para llegar a ciertas conclusiones o hacer predicciones de las respuestas vegetales.

### **2.3.2. La fenología en la agricultura**

Los eventos comúnmente observados en cultivos agrícolas y hortícolas son; siembra, germinación, emergencia (inicio), floración (primera, completa y última) y cosecha. Los eventos adicionales observados en ciertos cultivos específicos incluyen: presencia de yema, aparición de hojas, maduración de frutos, caída de hojas para varios árboles frutales. El período entre dos distintas fases es llamado estado fenológico. La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación (GUZMAN, 1998); por ejemplo:

#### **a) Aparición de hojas nuevas**

Fecha en que aparecen las primeras hojas de un nuevo ciclo de desarrollo.

#### **b) Floración**

Momento en que la mitad de la unidad de muestreo presenta las primeras flores.

**c) Amarre del fruto**

Fecha en que la mitad de la unidad de muestreo aparece con el fruto incipiente, aún envuelto por vestigios florales.

**d) Inicio de desarrollo del fruto**

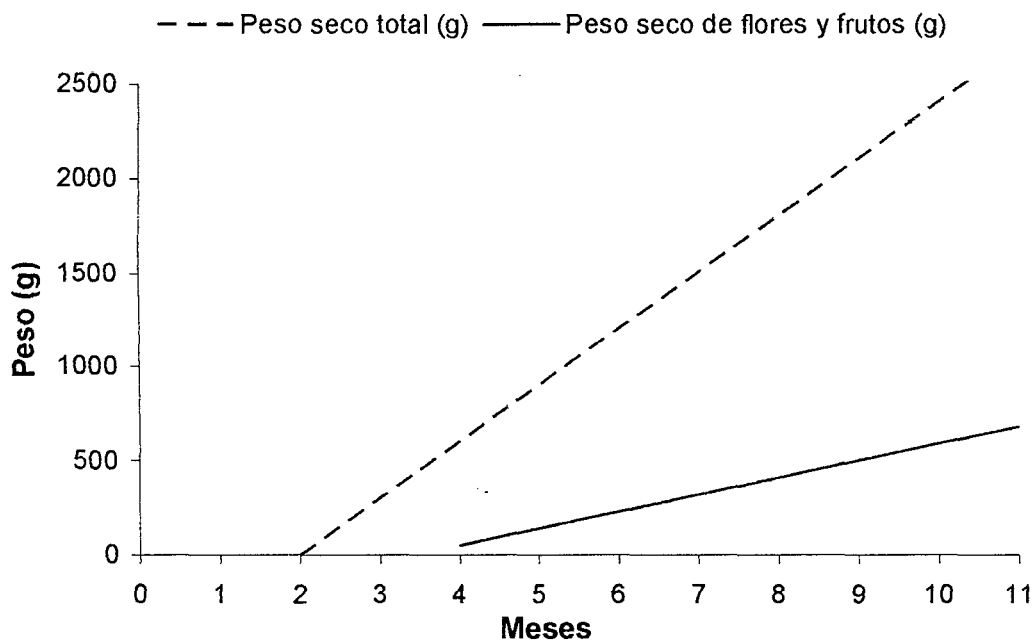
Fecha en que en la mitad de la unidad de muestreo se logra el máximo desarrollo del fruto.

**e) Madurez**

Fecha en que el fruto alcanza la madurez para cosecha.

**2.3.3. Desarrollo fenológico del papayo**

La planta de papayo tiene un desarrollo vegetativo que lleva entre tres y cuatro meses, dependiendo de la variedad, posteriormente alcanza su período de madurez e inicia la floración; cinco meses después se empieza a cosechar, alrededor de los diez meses en adelante la producción es continua. Como se observa en la Figura 1; para el primer año se presenta un crecimiento continuo que indica requerimientos nutricionales constantes, sobre todo al inicio la producción tiende a incrementarse mes a mes, la fertilización es importante para mantener el desarrollo y producción de las plantas (GUZMAN, 1998).



**Figura 1.** Peso seco total y peso seco de flores y frutos de papayo

Los cultivos ante los cambios de los elementos ambientales reaccionan mediante la aparición, transformación o desaparición de órganos, flores, frutos, etc.; a lo que se denomina fase. Las fases pueden ser visibles o invisibles: son fases visibles la brotación, floración fructificación, etc.; mientras que las fases invisibles aquellas como: germinación, formación de primordio floral, etc. (YZARRA, 1998).

Entre sucesión de fenómenos meteorológicos y la sucesión de las fases fenológicas debe existir una perfecta coincidencia de ciertas condiciones climáticas para obtener buenas cosechas; un fenómeno meteorológico puede ser útil si actúa sobre una fase determinada; pero puede ser perjudicial si actúa en otra fase, de allí que se dice en la fenología "las plantas desempeñan una papel semejante a los registradores meteorológicos", debido a que las plantas

son muy sensibles a los cambios climáticos. Las fases fenológicas consideradas para el cultivo del papayo (YZARRA, 1998) son:

- 1) Emergencia de los botones florales o brotación. Aparecen los primeros botones florales.
- 2) Floración. Apertura de los primeros botones florales.
- 3) Fructificación. Los primeros frutos alcanzan alrededor de dos centímetros de tamaño.
- 4) Maduración. Cuando los frutos alcanzan el tamaño, color típico de la variedad observada. Esta fase dura varios meses y la cosecha se realiza en forma escalonada. La cosecha se inicia cuando el fruto inicia el cambio de color verde hacia el amarillo naranja.

#### **2.3.4. Observaciones fenológicas**

Desde la siembra hasta la cosecha, las plantas cultivadas pasan por una serie de etapas, las cuales están fuertemente influenciadas por los factores ambientales. Una observación fenológica consiste en contar el número de plantas que han alcanzado una fase determinada, por ejemplo emergencia o floración (GUERRA, 1988).

Las observaciones fenológicas, es decir, las fechas de cada una de las fases de vegetación y de la época de la siembra y 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 (AZZI, 1959).

Las observaciones fenológicas consisten en anotar una fecha exacta, o sea que, el observador debe decidirse por un día y no por un período en el que ha su criterio ocurrió la fase fenológica. En cultivos perennes la intensidad de las fases se debe a que la energía de cada proceso fenológico, limitada por el número de días entre el inicio y la culminación del proceso, indica hasta donde la planta ha satisfecho sus requerimientos bioclimáticos durante el periodo vegetativo anterior del comienzo de la fase en cuestión (duración de la fase) (SENAMHI, 1979).

El inicio o comienzo de la fase consiste en la aparición de los órganos en el cultivo, seguido por otros en sucesión constante y en incremento de números. La aparición es en un 10% de las plantas observadas. La plenitud de fase o fase plena se da en el momento en el cual puede estimarse visualmente que el fenómeno ha alcanzado su máxima intensidad, determinándolo por un juicio subjetivo que en un día dado, un mayor número de órganos han aparecido (75%). La fecha anotada de la fase deberá ser por observación propia y no por terceros (SENAMHI, 1979), para ello se sigue la siguiente secuencia:

- 1) Anotar los datos correspondientes a la ubicación del terreno.
- 2) Nombre científico común y nativo del cultivo.
- 3) En la planilla, en cada fase anotar de la siguiente manera:
  - a) Siembra: Fecha (día, mes y año).
  - b) Emergencia: Aparición de las plantitas sobre la superficie del suelo.

- Comienzo: Día, mes y año que el 10% del área sembrada en observación presenta plántulas que han emergido.
  - Plena: Anotar el día y mes que aparece el 75% de las plantitas.
- c) Transplante: Anotar el día y mes en que se realice.
- d) Brotamiento:
- Comienzo: La planta esta brotando o tiene 10% de brotes.
  - Plena: El 75% ha brotado; anotar la fecha.
- e) Botón floral: Primeras yemas florales o inflorescencia
- f) Floración:
- Comienzo: Anotar día y mes en que aparecen un 10% de plantas.
  - Plena: Anotar día y mes en que por lo menos el 75% de plantas presentan flores.
- g) Fructificación:
- Comienzo: Día y mes en que el 10% de plantas observadas presentan frutitos en formación.
  - Plena: Día y mes que el 75% de las plantas observadas han fructificado.
- h) Madurez: En el caso de frutales, se anotará el día y mes que el 10% de los frutos de cada planta han cambiado de color y toman el propio de la variedad.
- i) Cosecha: Anotar la fecha en que se efectúa.



### **2.3.5. Métodos para hacer las observaciones**

A fin de que los datos fenológicos obtenidos durante distintos años puedan ser comparables, los campos muestreados deben tener propiedades similares: tipo de suelo, relieve, etc. Las observaciones fenológicas no deben realizarse en cultivos que estén involucrados en experimentos agrícolas, por ejemplo: pruebas de fertilizantes, láminas de riego, etc. (VILLALPANDO y RUIZ, 1993).

Las observaciones fenológicas deben practicarse durante las fases de desarrollo. Algunas fases (por ejemplo, la floración de algunos cultivos) tienen una duración corta, por lo que las observaciones se realizarán todos los días durante la semana precedente a la fecha en que se espera que ocurra la fase, a fin de que no sea ignorada (VILLALPANDO y RUIZ, 1993).

### **2.3.6. Fases y etapas en el ciclo de los vegetales**

Se denomina fase a la aparición, transformación o desaparición de los órganos de las plantas. Una determinada fase de una misma especie se produce en fechas diferentes, según el clima de cada región (FUENTES, 1996).

El lapso de tiempo entre dos fases sucesivas de una planta se denomina etapa. Por ejemplo en el trigo: Primera etapa; desde la siembra hasta la aparición de las plántulas sobre la superficie del suelo. En los vegetales las exigencias meteorológicas no son las mismas a la de su ciclo vegetativo (FUENTES, 1996).

## **2.4. Crecimiento frente al desarrollo**

El desarrollo puede definirse como cambio ordenado o progreso, a menudo hacia un estado superior, más ordenado o más complejo. El desarrollo implica cambio y los cambios pueden ser graduales o abruptos. Ciertos eventos importantes del desarrollo tales como germinación, floración o senectud, aparecen súbitamente como un importante cambio en la vida o en el esquema de crecimiento de la planta. 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 solo proceso (BIDWELL, 1976).

El crecimiento y desarrollo de las plantas, no solo dependen de las propiedades del suelo, sino de cuatro factores ecológicos y entre ellos está la temperatura del aire, que es primero, seguido del movimiento del aire, humedad y la luz. El suelo no recibe toda la energía radiante que proviene del sol, parte de ella es absorbida y disipada en la atmósfera y una gran cantidad es interceptada por las nubes (NUÑEZ, 1991).

La energía solar que logra pasar a éstas llega al suelo, pero solo una parte es absorbida por el mismo y otra es irradiada. La irradiación se produce tanto de día como de noche; mientras que la absorción de la energía solar se efectúa solo de día. De la energía solar que llega a la superficie del suelo, una parte es para calentar al suelo y el aire que se encuentra sobre la superficie; de ésta última es donde las plantas toman la energía para su metabolismo (NUÑEZ, 1991).

El crecimiento de la planta es un incremento irreversible de tamaño, aunque no es necesariamente un incremento de peso y volumen, puede referirse a toda la planta o a una parte de ella; esto es un proceso cuantitativo y su estudio corresponde a la fenometría. En cambio, el desarrollo de las plantas constituye los cambios de forma, así como el grado de diferenciación a determinada temperatura mínima; a medida que aumenta la temperatura, el desarrollo de la fase se hace más efectiva, hasta que llega un momento – temperatura óptima – en que se obtiene el máximo rendimiento; a partir de entonces el rendimiento disminuye conforme aumenta la temperatura, hasta que se llega a una temperatura máxima que no se puede sobrepasar por que la planta se muere (YZARRA, 1998).

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 la 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 (TORRES, 1995).

#### **2.4.1. Exigencias meteorológicas de los vegetales**

La actividad fotosintética de la planta aumenta al mismo ritmo que la intensidad de iluminación, hasta que llega un momento en que se alcanza el óptimo de actividad fotosintética. La floración de muchas plantas se adelanta o

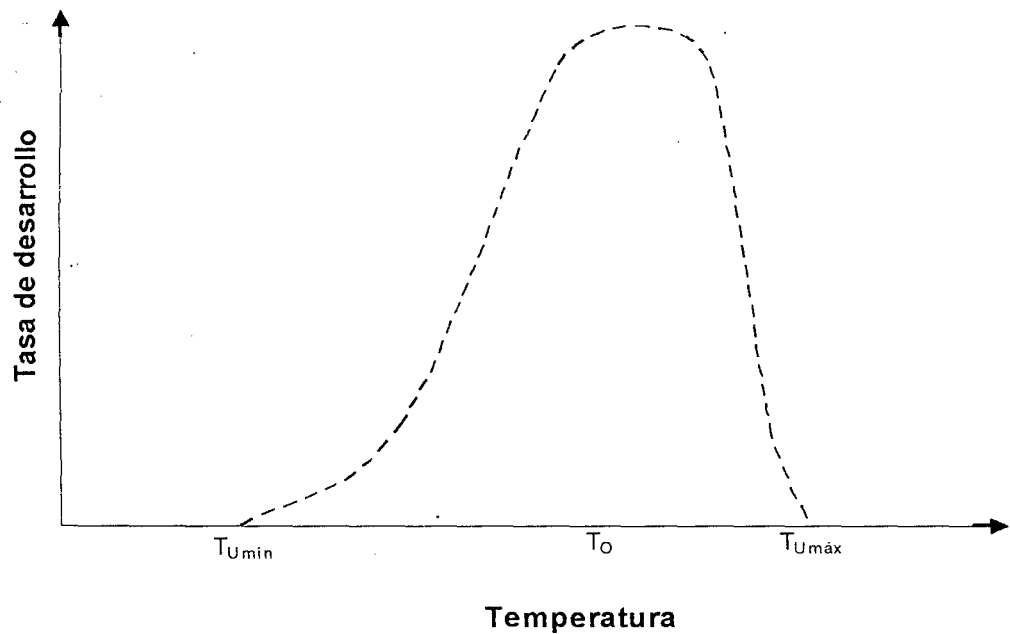
retraza de acuerdo con la duración diaria de la iluminación, sin importar que el día sea soleado o nublado. Esta reacción de las plantas ante la duración del día y de la noche recibe el nombre de fotoperiodismo (FUENTES, 1996).

La temperatura del aire afecta preferentemente los procesos fisiológicos que se efectúan en la parte superior de la planta; uno de los principales procesos es el crecimiento de las plantas mediante el calor acumulado expresados en grados días o suma de calor. Las plantas para completar su ciclo vegetativo requieren de una determinada lámina de agua y de una cantidad de horas de brillo solar, y de aquí es donde obtiene la cantidad de grados de temperatura que la planta necesita para cumplir su crecimiento, desarrollo y producción (NUÑEZ, 1991).

La suma de temperaturas medias diarias durante el periodo de crecimiento da una medida aproximada de la cantidad total de energía de la radiación solar que necesita para producir la maduración de un cultivo. El número de días de crecimiento desde la emergencia de las plántulas hasta la floración o fructificación depende naturalmente de los grados de temperatura aportados por cada día considerados como grados días (NUÑEZ, 1991).

#### **2.4.2. Unidades térmicas**

La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado de su ciclo de vida a otro. La medida de éste calor acumulado se conoce como tiempo fisiológico, y teóricamente éste concepto involucra la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo cronológico, es siempre el mismo (AZKUE, 2001).



**Figura 2.** Relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura

En términos generales, debajo de una temperatura umbral mínima ( $T_{Umin}$ ) (Figura 2), determinada genéticamente para cada organismo, el desarrollo no ocurre o es insignificante. Sobre dicha temperatura, el desarrollo se incrementa hasta llegar a un pico o intervalo, donde la velocidad del desarrollo es máxima. A partir de ahí el desarrollo decrece nuevamente hasta llegar a ser nulo en una temperatura umbral máxima ( $T_{Umax}$ ), éstos valores se conocen como temperatura cardinal (AZKUE, 2001).

#### **2.4.3. Unidades de calor**

Desde el momento que se produce la germinación se suma la temperatura media de cada día, sin considerar las temperaturas medias bajo cero grados, hasta el momento de maduración la suma total es siempre la

misma, cualquiera que haya sido la ubicación del cultivo y el año considerado (VALDIVIA, 1977).

#### **2.4.4. Crecimiento grados día**

Una planta, para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto grado de temperatura, por lo tanto se han hecho varios métodos para controlar la acumulación progresiva de grados a partir de la fase inicial. El método más sencillo es el de suma de temperaturas medias diarias, propuesto por Reamur, que consiste en sumar las temperaturas medias diarias, ya sea entre dos fases o durante todo el ciclo; sin embargo, este método no ha dado los resultados esperados debido posiblemente a que los demás factores que intervienen en el desarrollo vegetal, son una variable no considerada en el método, ni tampoco la temperaturas de bajo de cero grados (TORRES, 1995).

Otro método es el llamado "Crecimiento Grados Días", cuyo 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 alcanzar una constante térmica, al completarse el ciclo vegetativo (TORRES, 1995).

#### **2.4.5. Unidades calor para la germinación (U<sub>c</sub>G)**

Una unidad calor (en grados días) es constante para este estado, y se puede calcular multiplicando la diferencia entre la temperatura media del suelo (T) menos punto crítico (PC), por el período de emergencia (D) en días, TORRES (1995):

$$U_{cG} = (T - PC) D$$

Este concepto de unidades calor para la germinación se puede aplicar bajo condiciones naturales, aunque el cálculo depende de la profundidad a la que se tome la temperatura del suelo y de las condiciones de humedad prevaleciente (TORRES, 1995).

#### **2.4.6. Unidades de calor de emergencia a madurez**

Después de la germinación y en forma gradual la temperatura del aire se vuelve de gran importancia para las etapas vegetativas y reproductivas. Es muy importante considerar que el punto crítico es variable para diferentes cultivos, generalmente es una temperatura cercana a 6 o 7°C, a partir de la que entra en actividad la planta (crecimiento), por lo que en primer lugar debe determinarse el PC para el cultivo de interés (TORRES, 1995).

El método llamado residual es el método más utilizado para estimar unidades calor y se calcula así:

$$U_c = (TM - PC)$$

Donde:

Uc = Unidades Calor para un día (grados calor día)

TM = Temperatura Media:  $(T^{\circ} \text{máxima} + T^{\circ} \text{minima}) / 2$ .

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 (TORRES, 1995).

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 (TORRES, 1995), quedaría:

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

Donde:

GCD = Unidades Calor para un Día (Grados Calor Día)

N = Fotoperíodo

TM = Temperatura Media:  $(T^{\circ} \text{máxima} + T^{\circ} \text{mínima})/2$

PC = Punto Crítico.

#### **2.4.7. Punto crítico**

Es el breve intervalo durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de tal manera que las oscilaciones en los determinado elemento, de tal manera que las oscilaciones en los valores de ese fenómeno meteorológico se reflejan sobre el rendimiento del cultivo. Los períodos críticos se presentan poco antes o después de las fases y durante dos o tres semanas. Generalmente las exigencias meteorológicas de los vegetales no cambian gradualmente durante el ciclo vegetativo; frecuentemente las exigencias varían bruscamente después de cada fase y se mantienen semejantes hasta la fase siguiente (TORRES, 1995).

La temperatura óptima para realizar su ciclo vegetativo con normalidad el cultivo de papayo, se encuentra en torno a los 25°C, deteniendo su crecimiento con temperaturas inferiores a los 10°C (DE LA RIVA, 2004).



#### **2.4.8. Curvas de crecimiento**

Al seguir el crecimiento de una planta a través de su ciclo fenológico, midiendo periódicamente su altura o pesando su biomasa (peso de materia seca), se observa que la curva de crecimiento de la planta, así como de cualquiera de los órganos, tiene una forma de letra S o sigmoide. La sigmoide del 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 la forma de S. Una forma sencilla de obtener las curvas de crecimiento es por un ajuste matemático, consiste en tomar la altura promedio del último día del mes, hasta el rendimiento del cultivo. Las series se forman con los meses de uno hasta  $n$ , y con las alturas de cero hasta la altura final en centímetros (TORRES, 1995).

#### **2.4.9. Geneología de los cultivares PTU-405 y PTM-331**

El PTU-405 se inicia como ecotipo colectado de la zona de Tulumayo-Shiringal por dos caracteres: forma esférica del fruto y porte pequeño, luego se realizó un proceso de estabilización del carácter forma del fruto en tres generaciones. El PTM-331, se inicia con una selección individual en 10 accesiones promisorias de papayo en el periodo 1990 – 1995: Tingo María (4), Pumahuasi (1), Picuruyacu (1), Las Palmas (2) y Tulumayo (2), luego fueron propagados en una parcela amplia para lograr cruzamientos fraternales. Posteriormente en 1996-1997 se efectuaron cruzamientos con la variedad PTU-478 hermafrodita que se comportó como único polinizador a fin de homogeneizar el progenitor masculino y reducir la segregación (CARBAJAL, 1994).

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

#### **3.1. Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en dos etapas: la fase de almácigo en el Fundo Agrícola 1 de la UNAS y la instalación a campo definitivo en el fundo agrícola del Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en la margen izquierda del km 25 de la Carretera Marginal Tingo María - Aucayacu, a una altitud de 610 m.s.n.m.

Geográficamente se encuentra ubicado en el caserío de Tulumayo, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; a una latitud sur de 09° 17' 58'' y 76° 07' 07'' de longitud oeste, con una temperatura promedio anual de 24.7°C; una humedad relativa promedio de 85% y una precipitación pluvial anual de 3700 mm.

#### **3.2. ANALISIS DE SUELO**

El terreno donde se efectuó el presente trabajo es de topografía plana, de origen aluvial. De acuerdo a los análisis de suelo realizados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, presentaron los siguientes resultados (Cuadro 1), en el cual se observa que se trató de un suelo de textura fina (Franco Arcillosa), de reacción ácida, con un contenido de materia orgánica media CIC medio y bajo  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Con respecto a los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, estos presentaron niveles medio,

medio y bajo respectivamente. Las relaciones catiónicas de Ca/Mg, Ca/K y Mg/K son de 6.7, 14.0 y 2.1mg/100 g de suelo.

**Cuadro 1.** Resultados de análisis físico - químico del suelo.

<b>Parámetros</b>	<b>Contenido</b>	<b>Método utilizado</b>
<b>Análisis físico</b>		
Arena (%)	33.8	Hidrómetro (Bouyoucus)
Limo (%)	37.7	Hidrómetro (Bouyoucus)
Arcilla (%).	28.5	Hidrómetro (Bouyoucus)
Clase textural.	Franco arcilloso	Triángulo textural.
<b>Análisis químico.</b>		
pH (1:1) en H <sub>2</sub> O	6.4	Potenciómetro.
M.O (%)	2.71	Walkley y Black.
N total (%)	0.12	% M.O. x 0.045
CO <sub>3</sub> Ca (%)	0.62	Gas volumétrico
P disponible (ppm)	9.9	Olsen modificado.
K disponible (K <sub>2</sub> O/ha)	210	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 6N
Ca (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> )	14.0	Acetato de amonio
Mg (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> )	2.1	Acetato de amonio
K (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> )	1.0	Acetato de amonio
Na (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> )	0.2	Acetato de amonio
CIC (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> )	17.3	Suma de cationes.

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos de la UNAS

### 3.3. Historia de campo

El terreno donde se efectuó el experimento, tuvo la siguiente secuencia de cultivos:

<b>Año</b>	<b>Cultivo</b>
1995	Cultivo de maíz
1996 - 1997	Cultivo de cocona
1998 - 1999	Cultivo de papaya
Ene - Jul 2000	Purma
Agosto 2000	Inicio del experimento
Octubre 2001	Término del experimento

### **3.4. Condiciones climáticas**

Los datos meteorológicos promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitación (Cuadro 2), fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Tulumayo, correspondientes a los meses en que se condujo el presente experimento, teniendo como mínima temperatura promedio 17.8°C en agosto del 2000 y una máxima de 31.9°C en octubre de 2001. La humedad relativa varió de 82 a 87%.

Según DE LA RIVA, (2004) el punto crítico ó temperatura a partir del cual están en actividad la planta del cultivo de papayo es 10, sin embargo en Tingo María y en la época en que se desarrolló el cultivo, la mínima temperatura diaria fue de 16°C, por lo que se ha considerado a éste punto crítico para realizar las operaciones.

En la tabla de valores del fotoperíodo (Cuadro 21) se considera la hora de salida y puesta del sol con un intervalo de diez días en cada mes; exclusivos para la zona de Tingo María (N = puesta – salida).

Con los valores del PC y fotoperíodo, además de los datos diarios de temperatura, se halló los Grados Calor Día utilizando la fórmula propuesta por (TORRES, 1995):  $GCD = N ( TM - PC ) / 12$ .

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos promedios mensuales registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (agosto 2000 - octubre 2001).

Año	Mes	Temperatura			GCD)**	Fotoperiodo*	H.R (%)	Precipitación total mensual (mm/mes)
		Máy.	Media	Min.				
2000	Agosto	30.5	24.4	18.3	14.173	11.78	88	137.6
2000	Setiembre	31.0	24.8	18.6	14.779	12.00	87	72.6
2000	Octubre	31.3	25.3	19.3	15.612	12.23	84	137.7
2000	Noviembre	31.7	26.2	20.7	16.888	12.48	83	94.6
2000	Diciembre	30.5	25.6	20.7	16.419	12.63	85	300.3
2001	Enero	28.5	24.5	20.5	15.257	12.62	87	380.3
2001	Febrero	29.0	24.6	20.2	15.214	12.48	87	280.2
2001	Marzo	29.2	24.7	20.2	14.906	12.19	86	235.5
2001	Abril	30.8	25.5	20.2	15.440	11.96	84	90.7
2001	Mayo	29.8	25.0	20.2	14.704	11.74	86	0.0
2001	Junio	29.2	24.0	18.8	13.588	11.62	84	0.0
2001	Julio	29.6	24.6	19.7	14.244	11.63	84	277.1
2001	Agosto	30.1	24.0	17.8	13.717	11.68	83	71.7
2001	Setiembre	31.1	25.2	19.2	15.190	12.00	82	135.9
2001	Octubre	31.9	25.8	19.7	16.204	12.23	84	198.8
Promedio		30.3	24.9	19.6	15.089	12.08	85	160.87

**Fuente:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Estación Meteorológica Tulumayo.

\* Para obtener el fotoperiodo promedio mensual, se sumaron los tres valores de cada mes registrados en el cuadro 21 de Anexo y se dividieron de igual forma ( $N_{\text{mensual}} = \frac{N_1 + N_{10} + N_{20}}{3}$ ).

\*\* Los valores mensuales GCD, se obtuvieron promediando los valores diarios.

### 3.5. Componentes en estudio

Dos cultivares (PTM-331 y PTU-405) de papayo, de los cuales sus semillas fueron colectadas del Banco de Germoplasma del Convenio UNAS - IIAP.

### 3.6. Tratamientos en estudio

El material en estudio está representado por dos cultivares de papayo (PTU-405 y PTM-331) con la finalidad de observar sus comportamientos y los parámetros fenológicos y de rendimiento; los que se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Determinación de tratamientos en estudio.

Tratamiento	Cultivares
T <sub>1</sub>	PTU-405
T <sub>2</sub>	PTM-331

### 3.7. Diseño experimental

El diseño utilizado es el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación realizada en un parcela, de un determinado bloque y sujeto al cultivar en estudio. Variable respuesta (variable dependiente).

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del i-ésimo cultivar

$B_j$  = Efecto de la j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental sujeta a dicha observación ( $Y_{ij}$ )

Para:

$i$  = 1, 2 tratamientos

$j$  = 1, ..., 4 bloques

### 3.8. Esquema del análisis de variancia

Los resultados de las evaluaciones: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, altura de inicio de floración y fructificación, número y distanciamiento de entrenudos y producción fueron sometidos al análisis de variancia y Prueba de Duncan, con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de significación.

**Cuadro 4.** Esquema del análisis de variancia

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Bloques	(r - 1)	3
Tratamientos	(t - 1)	1
Error experimental	(r - 1) (t - 1)	3
Total	(tr - 1)	7

### 3.9. Detalles del campo experimental

#### 3.9.1. Bloques

Número de bloques	4
Largo de bloque	33.00 m

Ancho de bloque	12.00 m
Área de cada bloque	396.00 m <sup>2</sup>
Área total de bloques	1584.00 m <sup>2</sup>

### **3.9.2. Parcelas**

Número de parcelas	8
Largo de parcela	15.00 m
Ancho de parcela	12.00 m
Área de cada parcela	180.00 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas	1440.00 m <sup>2</sup>

### **3.9.3. Hileras**

Número de hileras por parcela	6
Distancia entre hileras	3.00 m
Distancia entre golpes	2.00 m
Números de golpes por hilera	7
Número de golpes por parcelas	42

### **3.9.4. Dimensiones de campo**

Largo de campo	59.00 m
Ancho de campo	36.00 m
Distancia de calles entre bloques	3.00 m
Distancia de calles entre parcelas	3.00 m
Área total del experimento	2124.00 m <sup>2</sup>



### **3.10. Ejecución del experimento**

#### **3.10.1. Vivero**

Se instaló en el Fundo Agrícola I de la UNAS, realizando las siguientes actividades:

##### **a) Preparación del sustrato**

Se realizó utilizando materia orgánica (gallinaza), tierra común y arena, en una proporción de 2:1:1 carretillas respectivamente, las cuales se mezclaron uniformemente; luego se realizó la desinfección del sustrato durante un mes, aplicando 58 gramos de PCNB Saune (Pentacloronitrobenceno), al voleo y uniformemente sobre la superficie de la mezcla, para enseguida remover la tierra tratando que el producto tenga contacto con todo el sustrato. Finalmente se cubrió la mezcla con una manta de plástico, removiendo al sustrato cada 5 días con el fin de airear la mezcla y lograr una uniforme desinfección; durante un mes.

##### **b) Preparación del tinglado**

Para esta labor se utilizó postes de bambú, los cuales se colocaron sobre la cama del vivero de almácigo de cemento instalada. El uso de plástico transparente permitió evitar que las gotas de lluvia causaran un efecto negativo en la germinación, y así se pudo tener un riego controlado; además de ofrecer la luz necesaria para el crecimiento.

### **c) Embolsado del sustrato**

Una vez desinfectado el sustrato se procedió al llenado de las bolsas de plástico (03, 04 y 05 de agosto del 2000) de color negro, de 4'' x 6'' y 3 milímetros de espesor, perforados con 8 orificios por encima de donde se asientan las bolsas, para que tengan buen drenaje. Una vez llenas las bolsas se las colocó dentro del vivero, en filas bien alineadas en ángulo recto. Para cada variedad se utilizó 200 bolsas; en la cual se incluyó un 19% (32 plantas) por pérdidas y replantes.

### **d) Siembra en bolsas**

Antes de realizar esta operación (06 de agosto del 2000) se dio un riego ligero al sustrato de tal forma que el suelo quede húmedo, luego se abrieron en cada bolsa 3 hoyos equidistantes uno del otro, a una profundidad de 1.0 cm aproximadamente. En cada hoyo se colocó una semilla proveniente del CRI-IIAP-TM, previamente desinfectada con Homai (Tiofanete metil + thiram), y se cubrió con una capa de tierra para finalmente dar un riego ligero con cuidado de no levantar la semilla.

### **e) Riegos**

Los riegos se realizaron dos veces al día, entre las primeras horas de la mañana y últimas horas de la tarde (7:00 - 8:00 am. y 5:00 - 6:00 pm.) en forma suave y ligera haciendo uso de una regadera, con una frecuencia de riego diaria antes de la germinación e interdiaria después de la germinación.

## **f) Control de plagas y enfermedades**

En vivero se realizó la prevención de “gusanos cortadores” utilizando Gusadrin ® (Diazinon), esparciendo el polvo por el contorno y entre las filas de las bolsas. Contra la presencia de *Oidium caricae* en un 5% de incidencia se aplicó Calixin ® (Tridemorph) a una dosis de 0.5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, cada 15 días por tres aplicaciones.

### **3.10.2. Campo definitivo**

#### **a) Preparación del terreno**

Una vez escogido el terreno, se procedió a la limpieza y preparación del terreno haciendo uso de un tractor:

- Rozo: 10 de setiembre del 2000
- Arado de discos: 21 de setiembre del 2000
- Arado de rastras: 22 de setiembre del 2000
- Preparación de camellones (surcado): 23 de setiembre del 2000

#### **b) Muestreo del suelo**

El muestreo se realizó después de preparado el terreno; tomando seis muestras del área de los camellones, al azar, a una profundidad de 30 cm, mezclándose uniformemente las submuestras obtenidas en una sola muestra representada por 1 kg de tierra. Posteriormente se llevó la muestra al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su respectivo análisis.

### **c) Demarcación del terreno**

Se realizó el 25 de setiembre del 2000, trazándose las calles entre bloques y parcelas según el croquis establecido, cuyo distanciamiento fue de 2.0 x 3.0 m entre plantas y filas respectivamente, empleando wincha, cordel y estacas.

### **d) Poceado**

Se cavó con pala recta los pozos sobre los surcos, cuyas dimensiones fueron de 30 x 30 x 30 cm.

### **e) Transplante**

Se realizó a la sexta semana después de haber obtenido el mayor porcentaje de germinación (29 y 30 de setiembre del 2000), el retraso se debió a la presencia de lluvias. Se procedió a desinfectar el hoyo con Furadán ® a una dosis de 15 g/hoyo, esparciéndolo sobre las paredes; luego se agregó unos centímetros de tierra y enseguida se colocó la planta sin bolsa en el hoyo, tratando que la planta esté en forma vertical al suelo y las raíces no se tuerzan. Simultáneamente a esto se fue agregando el fertilizante (30 g superfosfato triple) y la tierra restante. Finalmente se apisonó con los pies para que no se formen bolsas de aire.

### **f) Aporque**

Se realizó mensualmente durante los tres primeros meses después del transplante; aprovechando esta labor simultáneamente se realizó

el deshierbo, para ello se utilizó azadón con el fin de levantar la altura del surco y evitar que las lluvias afecten las raíces, favoreciendo al mismo tiempo que las malezas de todas las filas queden incorporadas en el surco.

#### **g) Control de malezas**

Durante los tres primeros meses después del trasplante los deshierbos fueron cada 15 días para evitar la competencia de las malezas, coincidiendo algunas veces con el aporque; posteriormente fueron mensuales. También se realizaron aplicaciones de Hedonal ® a una dosis de 0.5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, en tres oportunidades (22 de marzo, 20 de junio y 21 de setiembre del 2001); usando una campana de protección para evitar el contacto con las plantas de papayo.

#### **h) Control de plagas y enfermedades**

El porcentaje de incidencia de las enfermedades se determinó contabilizando el número de hojas enfermas, del total de las hojas presentes en las plantas de las parcelas netas. Dos meses después del trasplante se observó en las hojas la presencia de la enfermedad de la Viruela (*Asperisporium caricae*) con un 8% de incidencia, para lo cual se realizaron aplicaciones mensuales, utilizando Dithane ® (Mancozeb) + Benlate ® (Benomyl) al 2.0 y 1.0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> respectivamente; logrando mantener un bajo porcentaje de 5% de incidencia en la plantación. Como adherente se usó Agral al 0.5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

A los siete meses y medio de edad se recolectaron de una misma herida de las hojas muestras de Antracnosis (*Colletotrichum gloeopoides*) y Viruela (*Asperisporium caricae*), con un 6% de incidencia, mostrando síntomas de manchas de color marrón en forma de halos circulares. Posteriormente se observó el mismo síntoma atacando frutos en un 5% de incidencia en toda la plantación, para ello se preparó un calendario de aplicaciones de productos químicos, considerando su acción residual.

La rotación se realizó usando fungicidas de acción sistémica y amplio espectro (Benlate ® y Sportk ® (Prochloraz) al 1.0<sup>0</sup>/100), y fungicidas de contacto (Bravo ® (Chlorothalonil), Dithane ®, Antracol ® (Propineb) o Kaptan Basf ® (Captan) al 2.0<sup>0</sup>/100) cada 30 y 15 días respectivamente, durante 6 meses.

A los diez meses de edad se encontró en la plantación dos plantas atacadas con ácaro hialino (*Polyphagotarsonemus latus*) para el cual se realizaron dos aplicaciones con Kenyo ® (Fenpyroximate) al 1.0<sup>0</sup>/100, el cual controló el incremento del ataque. Para la presencia de hormigas cortadoras se realizó aplicaciones Gusadrin ® (Diazinon), espolvoreando en los dos nidos encontrados y al contorno de cada tallo.

Al encontrarse en el campo experimental una planta con síntomas de virus en el cultivar PTU-405 y dos plantas en PTM-331 se realizó tres tipos de control para la presencia de áfidos y otros vectores transmisores de virus: el control cultural mediante el uso de trampas amarillas, el control mecánico realizando la poda de la planta enferma a 30 cm del suelo y el

control químico aplicando Pirimor ® (Pirimicarb) al 2<sup>0</sup>/100; con una frecuencia de un mes. Se realizaron en total 4 aplicaciones; y como adherente se utilizó Citowet ® 0.25<sup>0</sup>/100.

### **i) Fertilización**

El plan de fertilización estuvo basado en el análisis de suelo y del fruto para conocer la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y la extracción de nutrientes que realiza la planta de papayo para producir determinado rendimiento. Con los datos obtenidos se llegó a la siguiente fórmula: 130 - 160 - 190 kg de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O /ha/año respectivamente.

Los fertilizantes utilizados fueron Urea, Superfosfato Triple y Cloruro de Potasio respectivamente y se aplicaron en 5 momentos: al transplante; a un mes del transplante, floración, fructificación y desarrollo del fruto; ya que la planta de papayo necesita durante todo su ciclo vegetativo y productivo de estos elementos.

Para cada aplicación se mezcló los fertilizantes, y la cantidad acumulada se dividió entre el número de plantas existentes en el campo experimental. La forma de aplicación fue utilizando un azadón y raspando unos 5 a 7 cm de profundidad alrededor del tallo de la planta, cubriendo luego con tierra la banda de aplicación. La distancia del tallo a la banda dependió de la edad de la planta y del desarrollo de los pelos absorbentes; a un mes del transplante a 30 cm del tallo, a la floración a 40 cm y a la fructificación a 50 cm.

Para evitar la deficiencia de Boro y la formación de "Bola Bola" en los frutos se fertilizó foliarmente con Wuxal Boro al 0.25<sup>0</sup>/<sub>100</sub> y al suelo se aplicó 4 g de Borax y 200g de guano de isla/ planta.

**Cuadro 5.** Cantidad de fertilizantes y fecha de aplicación

N° Aplic.	Cantidad fertilizante/parcela	Momento de aplicación	Fecha
1 <sup>era</sup>	7.0 kg superfosfato triple	Transplante	29,30/09/00
2 <sup>da</sup>	15 kg Urea, 16.5 kg SPT, 16.75 kg KCl	Un mes del transplante	29,30/10/00
3 <sup>era</sup>	15 kg Urea, 16.5 kg SPT, 16.75 kg KCl	Floración	28,29/01/01
4 <sup>ta</sup>	15 kg Urea, 16.5 kg SPT, 16.75 kg KCl	Fructificación	25,26/04/01
5 <sup>ta</sup>	15 kg Urea, 16.5 kg SPT, 16.75 kg KCl	Fructificación	26,27/07/01

**j) Eliminación de brotes**

Se realizó con la finalidad de que la planta tenga un solo crecimiento vertical y evitar la competencia entre las ramas.

**k) Selección de plantas y eliminación de plantas masculinas**

Se realizó en dos oportunidades, la primera a los 3.5 y la segunda a los 4 meses de edad, respectivamente, considerando que debe quedar una planta en cada golpe con características de mayor diámetro de tallo y menor altura del suelo al primer botón floral.

Se procedió a eliminar las plantas débiles y las de sexo



masculino con un machete a 5 cm del suelo aproximadamente. Los botones florales se reconocieron por el tipo de botón, la flor masculina presenta racimos florales, la femenina presentó dentro del botón, el ovario pequeño, súpero y globoso, mientras que la hermafrodita presentó ovario ínfero dentro del botón.

### **I) Poda fitosanitaria**

Se eliminó semanalmente las hojas secas colgadas y frutos enfermos de la planta, para evitar la presencia de hongos y su diseminación.

### **3.11. Observaciones registradas**

El crecimiento de la planta de papayo es un proceso fisiológico continuo, el cual fue dividido en tres etapas de desarrollo; para el cual se consideró en campo definitivo cada tratamiento como 100%, a las 4 parcelas netas.

#### **3.11.1. Etapa vegetativa**

Comprende desde la germinación de la semilla al inicio de floración.

##### **a) Siembra en vivero**

Se realizó el 06 de agosto del 2000.

##### **b) Inicio y plena emergencia**

El inicio de emergencia ocurrió a los 10 días después de la siembra (16 de agosto del 2000) con un 10 y 11% en los cultivares PTM-331 y PTU-405 respectivamente. La plena emergencia ocurrió a los 14 días después

de la siembra, cuando el 77 y 75% del total de semillas habían emergido en los respectivos cultivares.

### **c) Primera hoja típica**

Se considera la primera hoja típica de papayo, cuando ésta comienza a tener características de hoja palmadolobulada, presentando 7 nervaduras primarias y entre 8 y 9 lobos. Esta observación se registró en la hoja número 10 y 9, ocurriendo esto a los 35 y 36 días después del inicio de la germinación (20 y 21 de septiembre del 2001), cuando las plantas tenían una altura de 14.3 y 18.3 cm en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente; siendo el primer par las cotiledonales y las siguientes la transformación de las hojas hasta llegar a ser palmado lobulada.

### **d) Transplante y porcentaje de prendimiento**

El transplante se realizó el 29 y 30 de setiembre del 2000, cuando las plántulas tenían un promedio de 19.2 y 24.5 cm de altura, 3.70 y 5.37mm de diámetro y 8 y 7 hojas, en los cultivares PTU-405 Y PTM-331 respectivamente.

Para el porcentaje de prendimiento, se contabilizó el número de plantas prendidas por cultivar, después de 15 días de transplantadas; obteniendo un 99.3 y 99.5% en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente.

### **e) Botón floral**

El inicio del botón floral ocurrió a los 69 y 72 días después del inicio de emergencia, es decir a los 34 y 36 días después de la aparición de la primera hoja típica en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente (24 y 27 de octubre 2000), considerándose esta observación cuando las plantas evaluadas presentaron un 10% de botones florales.

La plena formación de botones florales ocurrió el 22 y 23 de noviembre del 2000, es decir a los 98 y 104 días después del inicio de germinación, cuando los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente presentaron el 75% de botones florales en las plantas evaluadas.

#### **3.11.2. Etapa reproductiva**

Abarca desde el inicio de la floración hasta el inicio del desarrollo del fruto.

##### **a) Floración**

El inicio de floración se consideró cuando se observó un 10% de plantas evaluadas con flores abiertas ocurriendo esto a los 53 y 55 días después del inicio de la formación de los botones florales, es decir a los 122 y 127 días después del inicio de emergencia en los cultivares PTU-405 y PTM-331 (16 y 21 de diciembre del 2001) respectivamente. Las primeras flores observadas fueron las masculinas.

La plena floración se consideró cuando el 75% de plantas evaluadas presentaron flores femeninas y hermafroditas, ocurriendo esto a los 113 y 120 días después del inicio de los botones florales, es decir a los 182 y

192 días después del inicio de emergencia (14 y 24 de febrero del 2001), en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente.

#### **b) Fructificación**

Después de iniciada la floración transcurrieron 17 y 19 días, es decir, 144 y 141 días después del inicio de germinación (04 y 07 de enero del 2001) para que en los cultivares PTM-331 y PTU-405 respectivamente ocurra la fase de inicio de fructificación, con un 10% de plantas evaluadas con frutos verdes pequeños. Este lapso de tiempo abarca los tres días que permanece la flor abierta y el cuarto día en el que sucede la caída de los pétalos, más los días que transcurre en crecer el fruto.

#### **c) Inicio del desarrollo de frutos**

Se consideró cuando el 10% de plantas evaluadas lograron el máximo desarrollo del fruto; ocurriendo a los 123 y 130 días después del inicio de fructificación; es decir a los 264 y 274 días después del inicio de emergencia (08 y 18 de mayo del 2001), en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente.

### **3.11.3. Fase de maduración**

Abarca desde el desarrollo del fruto hasta el inicio de maduración.

#### **a) Maduración**

Para que ocurra la maduración transcurrió 7 días después del inicio de desarrollo de fruto, es decir a los 271 y 281 días después del inicio de

emergencia (15 y 25 de mayo del 2001) en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente, lográndose madurar 7 y 9 frutos en cada cultivar.

### **3.12. Observaciones evaluadas**

Todas las características de planta se evaluaron en 4 parcelas netas por tratamiento, las cuales estaban conformadas por 16 plantas cada una. Las características del fruto se evaluaron en el tercer mes de cosecha, a los 11 meses de edad, siguiendo el modelo del Descriptor de Papayo IBPGR (1988).

#### **3.12.1. Altura de planta**

La altura de planta se registra solamente en cultivos anuales, no así en los perennes donde no puede existir mayor importancia agrometeorológica. La altura de planta se midió durante el ciclo de desarrollo del cultivo de papayo desde la emergencia hasta el inicio de cosecha con una frecuencia de 4 días en vivero y de 15 y 30 días en campo definitivo. Las mediciones se realizaron en las parcelas netas, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal de la planta.

#### **3.12.2. Número de hojas**

Se empezó a evaluar de la emergencia al inicio de cosecha, en las mismas fechas de evaluación de la altura de planta, contabilizando el total de número de hojas grandes y pequeñas presentes por planta en cada parcela neta.

#### **3.12.3. Diámetro de tallo**

Se evaluó desde el inicio de germinación hasta el inicio de cosecha y en las mismas fechas de evaluación de la altura de planta, las

mediciones se efectuaron utilizando un vernier digital a nivel del cuello de planta.

#### **3.12.4. Distanciamiento entre nudos**

Se evaluó en la fase de floración y fructificación, a los 4 y 7 meses de edad respectivamente, para ello se utilizó una wincha, midiendo todos los distanciamientos de entrenudos existentes en 30 cm de tallo de cada área.

#### **3.12.5. Número de entrenudos**

Se evaluó en la fase de floración y fructificación, a los 4 y 7 meses de edad respectivamente, contabilizando el número de entrenudos presentes en los 30 cm de tallo, evaluada por el distanciamiento de entrenudos.

#### **3.12.6. Sexo y tipo de flor**

El sexo de las plantas se determinó observando los botones florales, de todas las plantas ubicadas en las parcelas, mientras que el tipo de flor se evaluó en el momento de floración.

#### **3.12.7. Altura de inicio de floración**

Se evaluó en la fase de floración a los 4 meses de edad, la altura desde el suelo hasta la primera flor presente en las plantas de la parcela neta.

#### **3.12.8. Altura de inicio de fructificación**

Se evaluó en la fase de fructificación a los 4.5 meses de edad, midiendo la altura existente entre el suelo y el primer fruto verde pequeño.

### **3.12.9. Número de frutos por hectárea y peso promedio del fruto de papayo**

Para el número de frutos se tuvo en cuenta todos los frutos cosechados durante los seis meses en la parcela por tratamiento y se realizó posteriormente un ajuste a número de frutos/ha/año. Para el peso de fruto se hizo un promedio de los frutos cosechados.

### **3.12.10. Rendimiento de la cosecha**

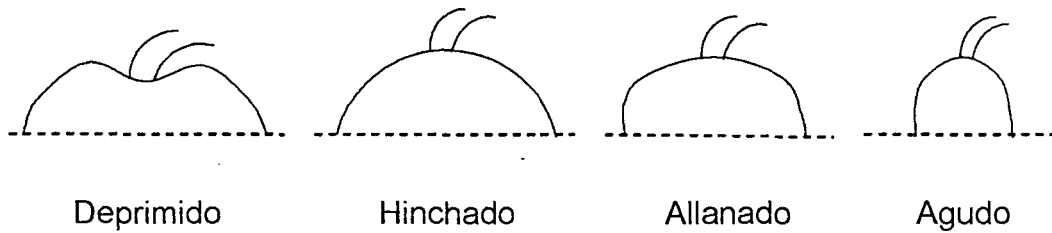
El rendimiento de los cultivos constituye una de las observaciones agrometeorológicas más importantes. Para realizar la observación correctamente se tuvo en cuenta las siguientes indicaciones:

- El rendimiento se registró solo en el campo seleccionado.
- El rendimiento se expresó en kg/ha., como el área que de cosecha es menor a una hectárea se hizo el ajuste respectivo.
- El rendimiento del cultivo especificó claramente la parte de la planta considerada.

Para esta evaluación se seleccionó 64 plantas femeninas en cada tratamiento, registrándose la producción de todas las parcelas netas, por un periodo de 6 meses desde la primera cosecha, que ocurrió a los 9 meses.

### 3.12.11. Forma de pedúnculo

Se evaluó las diferentes formas según el descriptor de papayo (IBPGR, 1988).

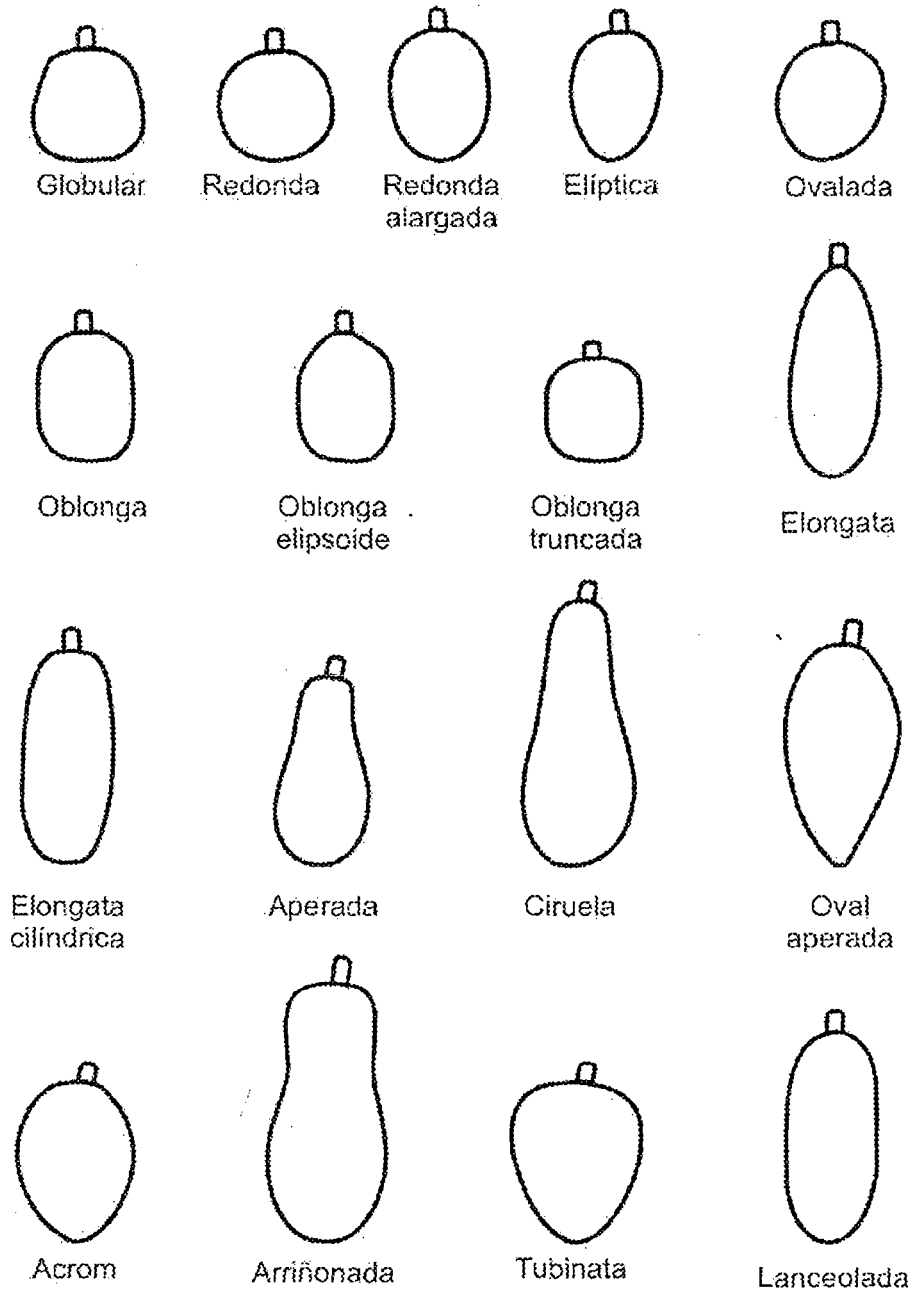


**Figura 3.** Formas de pedúnculo de los frutos de papayo.

### 3.12.12. Forma del fruto

Se determinó las formas de fruto por cultivar, según el descriptor de papayo (IBPGR, 1988), al tercer mes de cosecha, cuando la planta tenía un año de edad.

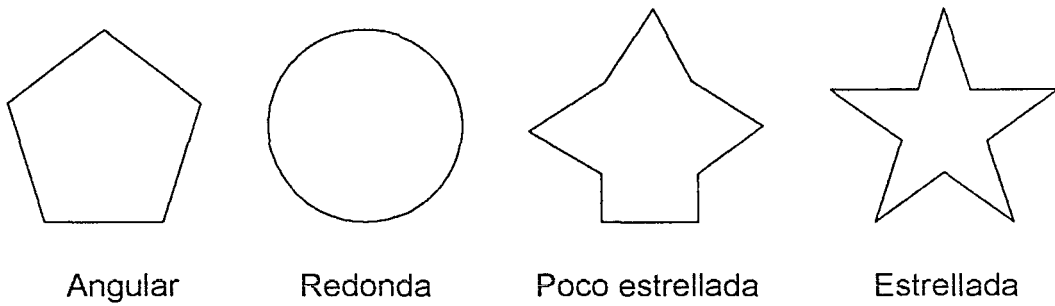




**Figura 4.** Formas de los frutos de papayo.

### 3.12.13. Forma de cavidad

Se evaluó la forma de cavidad central en las diferentes formas del fruto, según el descriptor de papayo (IBPGR, 1988).



**Figura 5.** Formas de la cavidad central de los frutos de papayo.

#### **3.12.14. Textura de la cáscara**

Se registró la textura de la cáscara en los frutos evaluados.

#### **3.12.15. Ondulaciones del fruto**

Se evaluó los tipos de ondulaciones de fruto en cada cultivar.

#### **3.12.16. Grosor de la pulpa**

Con la finalidad de conocer el grosor de la pulpa se midió el ancho de la misma en las diferentes formas de fruto de papayo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características de la planta

Los análisis de variancia y pruebas de Duncan para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, distanciamiento y número de entrenudos, se realizaron en las fases de floración y fructificación, a los 135 y 225 días de edad, en los dos cultivares de papayo.

#### 4.1.1. Altura de la planta, diámetro de tallo y número de hojas

En el Cuadro 6, se observa que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en las fases de floración y fructificación, a pesar que en promedio el PTM-331 superó en altura de planta y diámetro de tallo al PTU-405; donde se determina que el menor diámetro se ha debido a la menor altura de planta lograda por dicho cultivar a consecuencia de su genotipo. Mientras que con respecto al número de hojas el PTU-405 obtuvo un mayor promedio.

**Cuadro 6.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en las fases de floración y fructificación.

Clave Tratam.	Floración			Fructificación		
	Altura planta (cm)	Diámetro tallo (mm)	Núm. hojas	Altura planta (cm)	Diámetro tallo (mm)	Núm. Hojas
T <sub>2</sub> PTM-331	101.36 a	42.008a	22.650 a	212.15 a	109.170 a	39.858 a
T <sub>1</sub> PTU-405	87.16 a	40.895a	23.572 a	159.04 a	101.758 a	40.855 a

**Cuadro 7.** Secuencia de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, en dos cultivares de papayo, según las unidades calor (GCD) presente en los días acumulados, desde la siembra hasta los 9 meses y medio de edad en la fase de fructificación.

N°	Fecha de evaluación	Intervalo entre fechas	DAS	(GCD)	Altura de planta (cm)		Número de hojas		Diámetro de tallo (mm)	
					PTU-405	PTM-331	PTU-405	PTM-331	PTU-405	PTM-331
1	16/08/2000	10	10	82.5	0.6	0.8	Cotiledones	Cotiledones	0.88	0.92
2	20/08/2000	4	14	117.7	1.2	1.4	1	1	1.02	1.1
3	24/08/2000	4	18	152.1	1.7	2	2	2	1.16	1.28
4	28/08/2000	4	22	190.5	2.9	3.3	3	3	1.33	1.69
5	01/09/2000	4	26	230.1	4.6	5.1	5	4	1.54	2.13
6	05/09/2000	4	30	265.3	6	6.8	6	5	1.78	2.61
7	09/09/2000	4	34	301.3	7.6	9.3	6	6	2.07	3.13
8	13/09/2000	4	38	337.3	9.8	12.1	7	5	2.37	3.65
9	17/09/2000	4	42	368.5	11.7	14.8	8	6	2.68	4.09
10	21/09/2000	4	46	405.7	14.3	18.3	8	7	3.02	4.57
11	25/09/2000	4	50	438.1	16.8	21.5	8	7	3.34	5.01
12	28/09/2000	3	53	464.8	19.17	24.46	8	7	3.7	5.37
13	13/10/2000	15	68	610.3	20.87	26.96	9	8	4.6	5.97
14	28/10/2000	15	83	749.8	33.66	46.62	12	11	5.5	6.72
15	12/11/2000	15	98	917.8	48.34	70.92	15	14	14.2	15.27
16	27/11/2000	15	113	1069.3	67.08	86.67	18	17	26.65	27.57
17	12/12/2000	15	128	1214.8	87.48	100.17	22	21	42.85	43.62
18	27/12/2000	15	143	1376.8	99.63	112.32	26	25	56.95	59.37
19	11/01/2001	15	158	1508.8	108.93	129.46	29	28	70.9	73.92
20	26/01/2001	15	173	1640.8	119.65	142.08	32	31	77.8	80.82
21	25/02/2001	30	203	1910.8	141.93	163.05	36	35	91.9	95.52
22	27/03/2001	30	233	2177.8	158.73	195.72	40	39	100.9	107.82
23	26/04/2001	30	263	2456.8	178.05	223.62	44	43	106.3	114.12
24	26/05/2001	30	293	2735.8	192.53	244.98	48	47	119.8	123

DAS: Días acumulados desde la siembra

GCD: Grados Calor Día

En el Cuadro 7, se observa el crecimiento en peso y masa de los cultivares en las diferentes fechas registradas, considerando para ello la acumulación de grados calor día entre las fechas de evaluación, tanto en altura de planta como diámetro de tallo, el cultivar PTM-331 obtuvo un mayor crecimiento; mientras que en el número de hojas el PTU-405 obtuvo un mayor promedio.

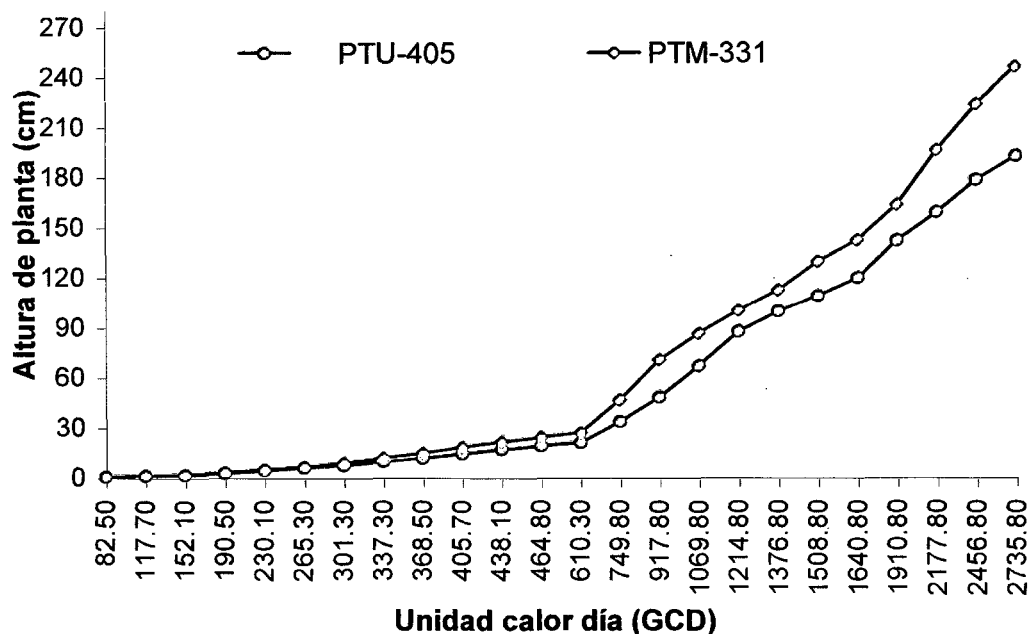
En el Cuadro 8, se muestra que el incremento diario de la altura de planta en ambos cultivares aumenta desde la germinación hasta la fase de floración. Este incremento diario de la altura de planta y grados calor día (GCD) se halla restando los valores acumulados entre las fechas y el resultado se divide entre el número de días transcurridos.

Ocurrida la emergencia el incremento diario de la altura de planta se inicia con 0.06 cm en ambos cultivares, hasta un 0.79 y 0.99 cm en el PTU-405 y PTM-331 respectivamente un día antes del trasplante. Después del trasplante, la planta sufre un estrés al cambio de ambiente; obteniendo un incremento diario de 0.11 y 0.17 cm; el cual varió posteriormente de acuerdo a las fases: primera hoja típica (0.63 - 0.80 cm), inicio de botón floral (0.85 - 1.31 cm), floración (0.80 cm), fructificación (0.70 - 0.80 cm) y madurez (0.6 - 0.7 cm).

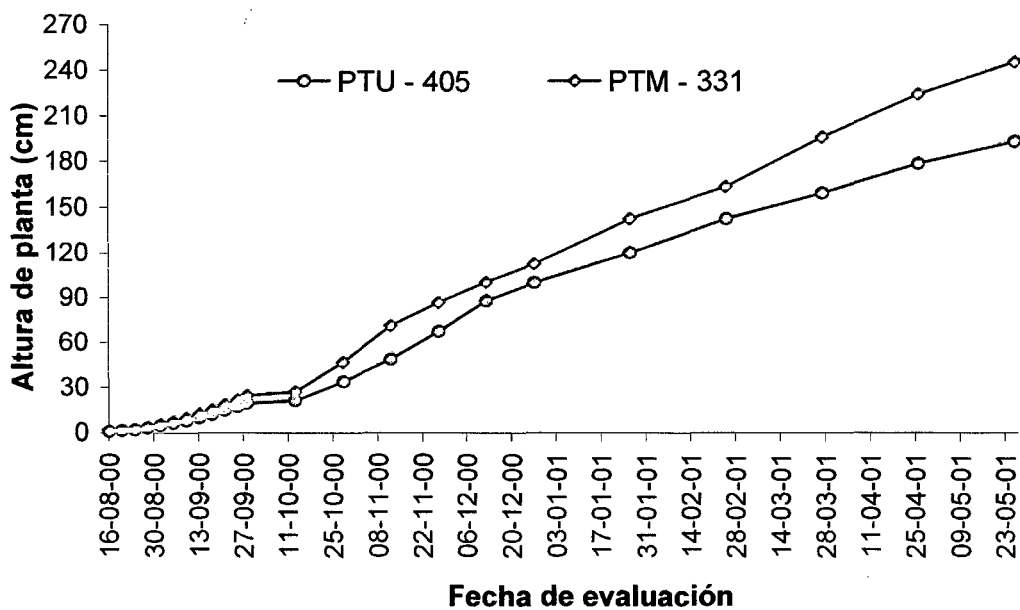
**Cuadro 8.** Incremento diario de la altura de planta en dos cultivares de papayo.

Fecha de evaluación	Intervalo entre fechas	Días acumulados desde la siembra	Punto crítico	Fotoperiodo	Incremento diario de GCD	Incremento diario de la altura de planta (cm)	
						PTU-405	PTM-331
16/08/2000	10	10	16	11.78	4.5	0.06	0.06
20/08/2000	4	14	16	11.85	8.9	0.13	0.15
24/08/2000	4	18	16	11.85	8.7	0.30	0.33
28/08/2000	4	22	16	11.85	9.8	0.43	0.45
01/09/2000	4	26	16	11.93	10.0	0.35	0.42
05/09/2000	4	30	16	11.93	8.8	0.40	0.62
09/09/2000	4	34	16	11.93	9.1	0.55	0.70
13/09/2000	4	38	16	12.00	9.0	0.48	0.68
17/09/2000	4	42	16	12.00	7.8	0.65	0.88
21/09/2000	4	46	16	12.08	9.3	0.63	0.80
25/09/2000	4	50	16	12.08	8.1	0.79	0.99
28/09/2000	3	53	16	12.08	8.8	0.11	0.17
13/10/2000	15	68	16	12.25	9.6	0.85	1.31
28/10/2000	15	83	16	12.33	9.0	0.98	1.62
12/11/2000	15	98	16	12.48	10.8	1.25	1.05
27/11/2000	15	113	16	12.55	9.6	1.36	0.90
12/12/2000	15	128	16	12.63	9.2	0.81	0.81
27/12/2000	15	143	16	12.65	10.2	0.62	1.14
11/01/2001	15	158	16	12.62	8.3	0.71	0.84
26/01/2001	15	173	16	12.60	8.4	0.74	0.70
25/02/2001	30	203	16	12.33	8.7	0.56	1.09
27/03/2001	30	233	16	12.12	9.3	0.51	0.93
26/04/2001	30	263	16	11.87	9.4	0.62	0.74

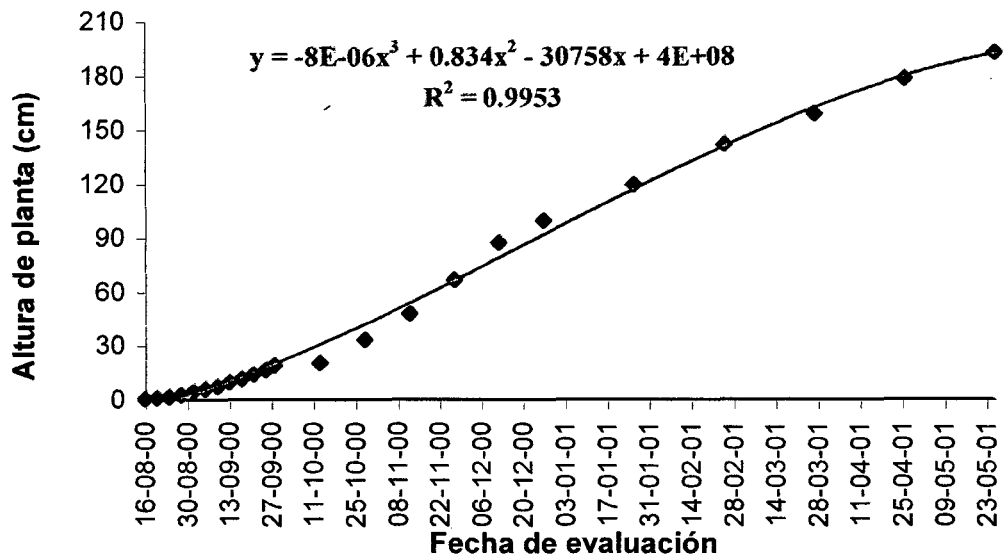
De las Figuras 6 y 7, se observa que con una misma cantidad de energía solar absorbida por las plantas para su metabolismo en forma de grados calor día, el cultivar PTM-331 obtuvo mayor altura en un mismo tiempo.



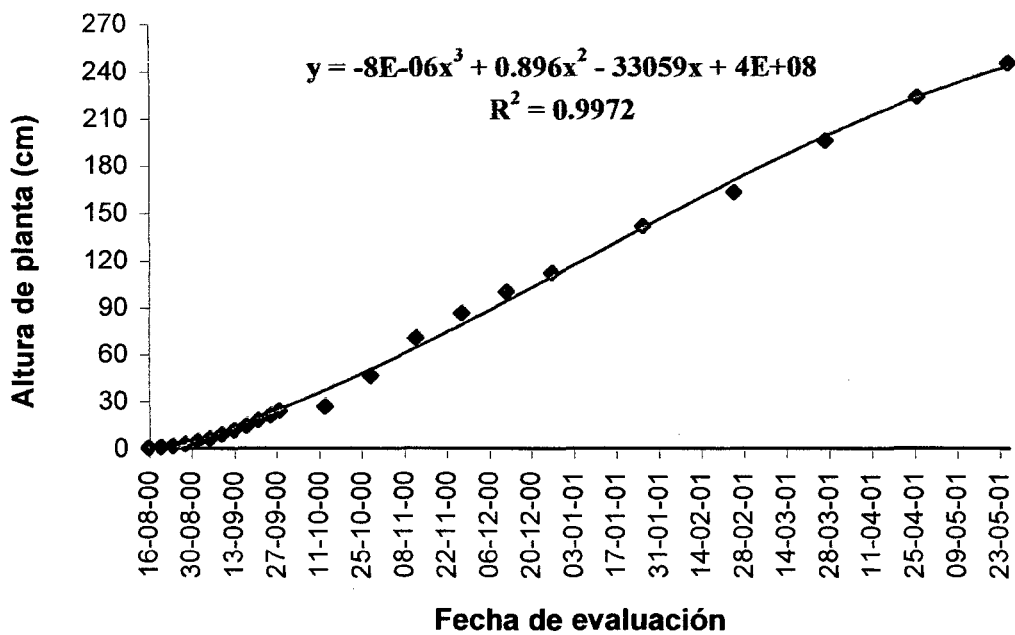
**Figura 6.** Altura de planta según las unidades calor día acumulados en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.



**Figura 7.** Altura de planta según las fechas de evaluación, en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.



**Figura 8.** Crecimiento del cultivar PTU-405, según el modelo matemático, desde la germinación hasta la maduración.



**Figura 9.** Crecimiento del cultivar PTM-331, según el modelo matemático, desde la germinación hasta la maduración.



Según las Figuras 8 y 9, se observa que las curvas obtuvieron una forma sigmoïdal, cuya ecuación polinomial en el cultivar PTU-405 fue igual a  $-8E-06x^3 + 0.834x^2 - 30758x + 4E+08$  con un  $R^2 = 0.9953$  y en el cultivar PTM-331 igual a  $-8E-06x^3 + 0.896x^2 - 33059x + 4E+08$  con un  $R^2 = 0.9972$ . Esto nos indica que el cultivar creció con todas sus condiciones favorables de clima, suelo y labores culturales.

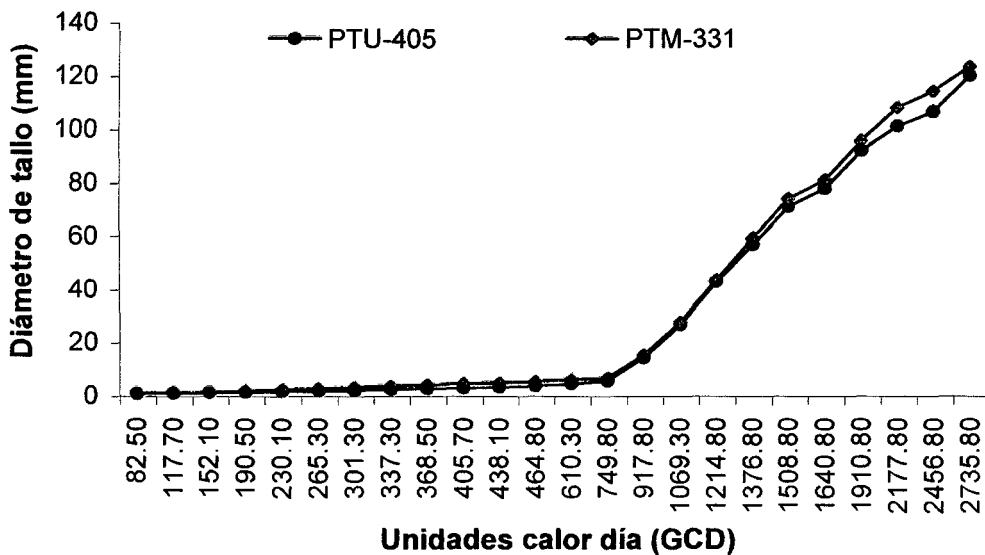
En el Cuadro 9, se muestra el incremento diario del diámetro de tallo, el cual se inicia con 0.035 y 0.045 cm después de la emergencia, en PTU-405 y PTM-331 respectivamente, hasta 0.09 y 0.12 cm antes del transplante. Después del transplante el incremento es menor (0.06 y 0.04 cm) a causa del estrés producido por el cambio de ambiente; posteriormente nuevamente se incrementa desde la fase de botón floral (0.5 cm) hasta la fase de floración (1.0 cm). Finalmente en la fase de fructificación el incremento diario desciende hasta 0.4 cm por día.

En las Figuras 10 y 11, se observa que ambos cultivares siguen un mismo ritmo de crecimiento del diámetro de tallo con respecto al número de días y grados calor día acumulados; teniendo un incremento lento hasta la fase del botón floral ocurrido a los 75 días después del inicio de la germinación; a partir de allí el crecimiento se acelera llegando a obtener 122 mm de diámetro en la fase de inicio de maduración del fruto.

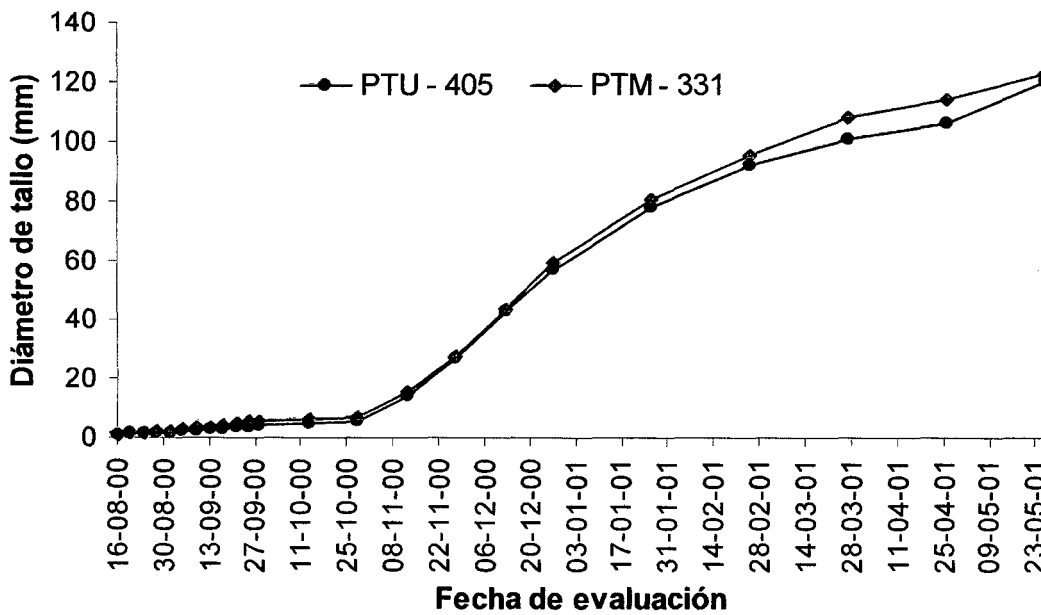
En las Figuras 12 y 13 se observa que ambos cultivares requieren de un mismo número de días y la misma cantidad de grados calor para la formación de una hoja, durante todo su crecimiento vegetativo, llegando a obtener al año y dos meses entre 48 y 47 hojas.

**Cuadro 9.** Incremento diario del diámetro de tallo en dos cultivares de papayo

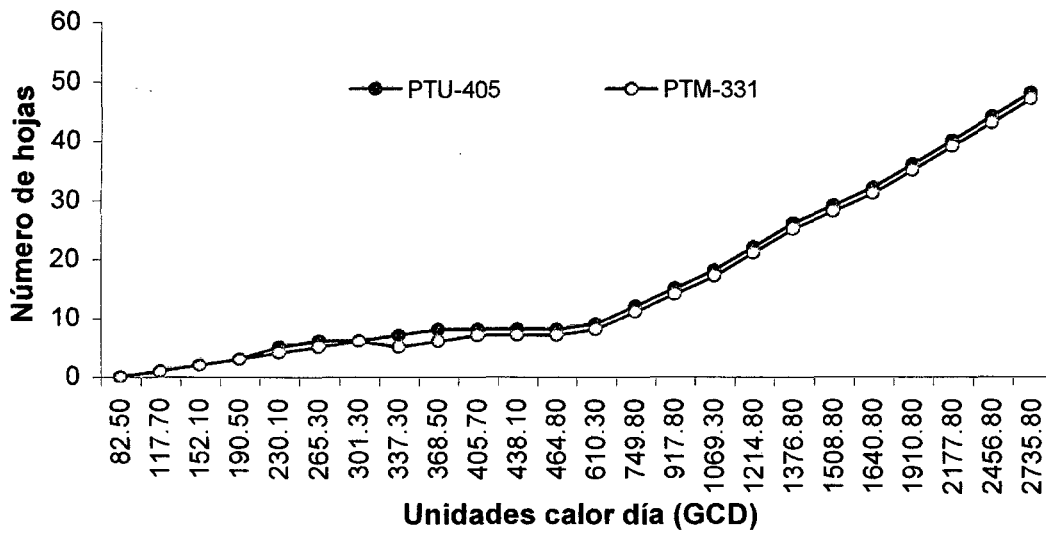
Fecha de evaluación	Intervalo entre fechas	Días acum. desde la siembra	Punto crítico	Fotoperiodo	Incremento diario de GCD	Incremento diario del diámetro de tallo (mm)	
						PTU-405	PTM-331
16/08/2000	10	10	16	11.78	7.5	0.035	0.045
20/08/2000	4	14	16	11.85	8.9	0.040	0.045
24/08/2000	4	18	16	11.85	8.7	0.042	0.100
28/08/2000	4	22	16	11.85	9.8	0.050	0.110
01/09/2000	4	26	16	11.93	10.0	0.060	0.120
05/09/2000	4	30	16	11.93	8.8	0.070	0.130
09/09/2000	4	34	16	11.93	9.1	0.075	0.130
13/09/2000	4	38	16	12.00	9.0	0.080	0.110
17/09/2000	4	42	16	12.00	7.8	0.085	0.120
21/09/2000	4	46	16	12.08	9.3	0.080	0.110
25/09/2000	4	50	16	12.08	8.1	0.090	0.120
28/09/2000	3	53	16	12.08	8.8	0.060	0.040
13/10/2000	15	68	16	12.25	9.6	0.060	0.050
28/10/2000	15	83	16	12.33	9.0	0.580	0.570
12/11/2000	15	98	16	12.48	10.8	0.830	0.820
27/11/2000	15	113	16	12.55	9.6	1.080	1.070
12/12/2000	15	128	16	12.63	9.2	0.940	1.050
27/12/2000	15	143	16	12.65	10.2	0.930	0.970
11/01/2001	15	158	16	12.62	8.3	0.460	0.460
26/01/2001	15	173	16	12.60	8.4	0.470	0.490
25/02/2001	30	203	16	12.33	8.7	0.300	0.410
27/03/2001	30	233	16	12.92	9.3	0.180	0.210
26/04/2001	30	263	16	11.87	9.4	0.450	0.700



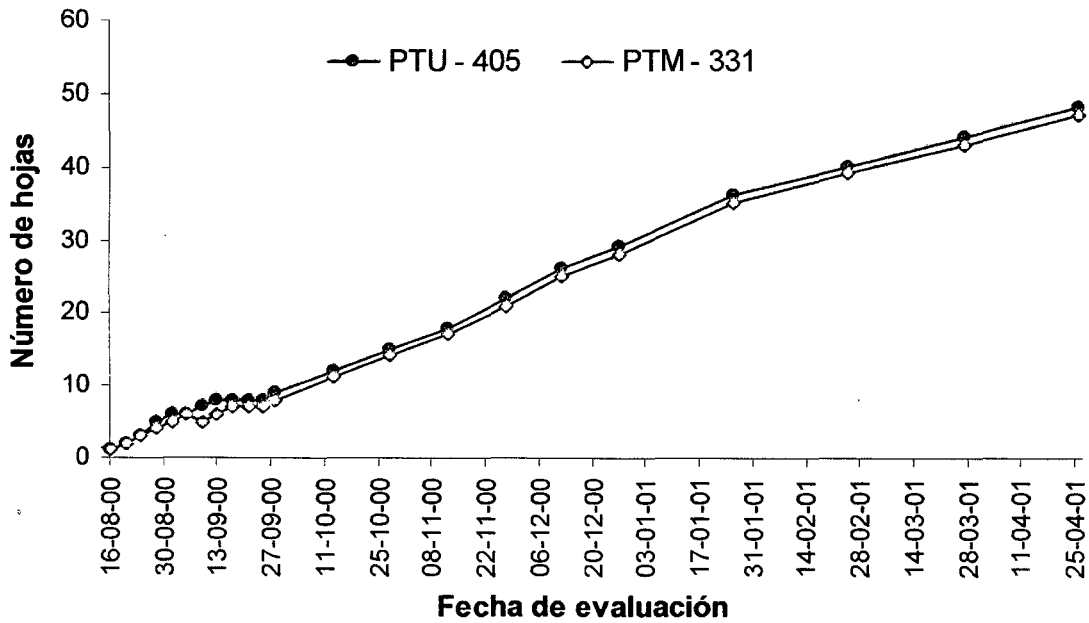
**Figura 10.** Diámetro de tallo según las unidades calor días acumulados en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.



**Figura 11.** Diámetro de tallo según las fechas de evaluación en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.

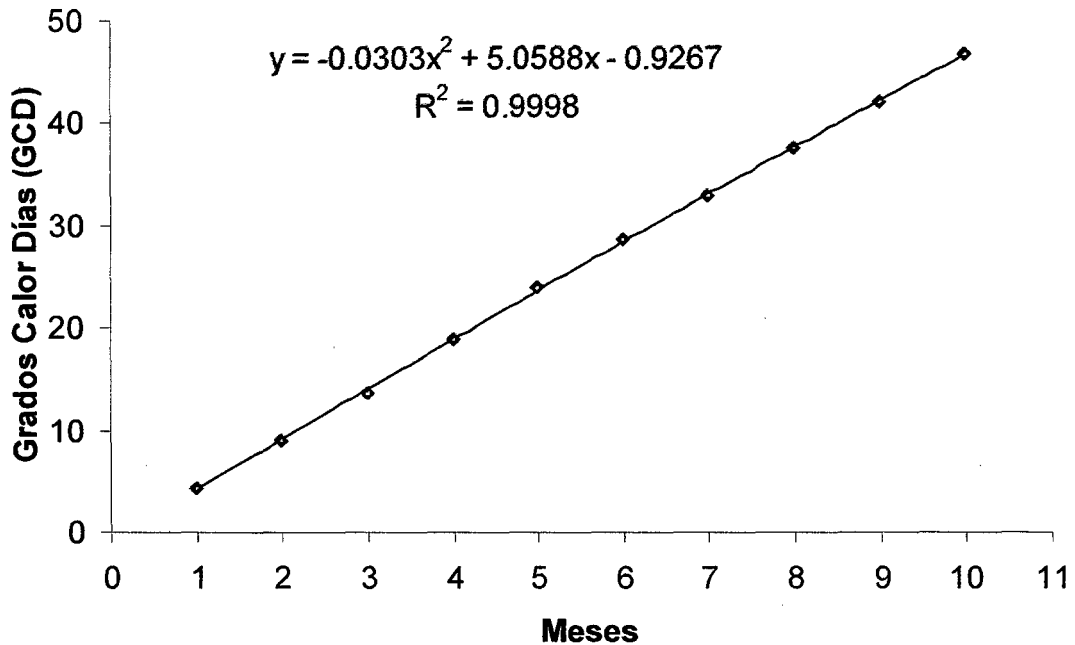


**Figura 12.** Número de hojas según las unidades calor día acumulados, en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.



**Figura 13.** Número de hojas según las fechas de evaluación en dos cultivares de papayo, desde la germinación hasta la maduración.

En la Figura 14, se observa que el requerimiento de grados calor día en el cultivo de papayo para que logre la fase de madurez la planta requiere de 4700 GCD aproximadamente, obtenidos en 9 meses de edad. La línea Y calculada según la ecuación de regresión buscada sigue el mismo ritmo que la línea Y observada.



**Figura 14.** Crecimiento del cultivo de papayo con relación a los grados calor día acumulados a una latitud sur de 09°17'58".

#### **4.1.2. Distanciamiento y número de entrenudos**

En el Cuadro 10, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques para el distanciamiento y número de entrenudos, en las fases de floración y fructificación. Respecto a los tratamientos, se encontraron diferencias estadísticas significativas en el distanciamiento de entrenudos en la fase de floración y fructificación y en el número de entrenudos en la fase floración.

**Cuadro 10.** Análisis de variancia para el distanciamiento y número de entrenudos en la fase de floración y fructificación, a 135 y 225 días de edad.

Fuente de variación	GL	Cuadrado medio			
		Distanciamiento entrenudos		Número de entrenudos	
		Floración	Fructificación	Floración	Fructificación
Bloque	3	0.010 NS	0.074 NS	0.046 NS	1.391 NS
Tratamiento	1	0.245 S	0.171 S	1.403 S	2.449 NS
Error experimental	3	0.008	0.013	0.075	0.613
Total	7				
C.V. =		2.5%	4.7%	3.2%	4.3%

En el Cuadro 11, se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al distanciamiento de entrenudos en las fases de floración y fructificación, y en el número de entrenudos en la fase de floración, presentando el cultivar PTM-331 mayor promedio en el distanciamiento de entrenudos y menor promedio del número de entrenudos.

**Cuadro 11.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número y distanciamiento de entrenudos en el área de crecimiento y fructificación, a 135 y 225 días de edad.

Clave Tratamiento		Distanciamiento entrenudos		Número de entrenudos	
		Floración	Fructificación	Floración	Fructificación
T <sub>2</sub>	PTM-331	3.725 a	2.560 a	8.100 a	11.825 a
T <sub>1</sub>	PTU-405	3.375 b	2.268 b	8.938 b	12.942 a

**4.1.3. Altura de inicio de floración y fructificación.**

En el Cuadro 12, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para los bloques, pero si entre los tratamientos con respecto a la altura de inicio de floración y fructificación.

**Cuadro 12.** Análisis de variancia para la altura de inicio de floración y fructificación, a los 135 y 225 días de edad.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	
		Altura inicio floración	Altura inicio fructificación
Bloques	3	19.721 NS	63.703 NS
Tratamiento	1	1023.103 S	1109.912 S
Error experimental	3	55.820	61.277
Total	7		
C.V. =		9.50%	7.34%

En el Cuadro13, se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la altura de inicio de floración y fructificación, en el cual el cultivar PTM-331 presentó un mayor promedio.

**Cuadro 13.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de inicio de floración y fructificación, a los 135 y 225 días de edad.

Clave	Tratamiento	Altura inicio floración	Altura inicio fructificación
T <sub>2</sub>	PTM-331	89.995 a	118.495 a
T <sub>1</sub>	PTU-405	67.378 b	94.938 b

#### **4.1.4. Presencia de flores.**

Con respecto al tipo de flores presentes en los dos cultivares de papaya; ambos tratamientos presentaron un mayor porcentaje de flores del tipo I (femeninas) con 84.5 y 75.0% en PTM-331 y PTU-405 respectivamente; como se muestra en el Cuadro 23 de Anexo.

#### **4.2. Etapas vegetativas**

Comprende la etapa 0 (emergencia) y etapa 1 (plántula) las cuales incluyen las fases: siembra, emergencia y primera hoja típica, botón floral respectivamente. El inicio y la plenitud de las fases se consideran cuando existe un 10% y 75% respectivamente de plantas evaluadas. En vivero el 100% de la observación por tratamiento correspondió a las 200 bolsas, mientras que en campo definitivo a las cuatro parcelas netas.

##### **4.2.1. Etapa 0: Emergencia**

Abarca desde la siembra a la aparición del 10% de los cotiledones, transcurriendo 10 días, mientras que para obtener un 75% pasaron 14 días; a una temperatura media de 24.4°C y una unidad calor promedio de 13.40 GCD.

##### **4.2.2. Etapa 1: Plántula**

Abarca la aparición de los cotiledones, la primera hoja típica; hasta la presencia de un 10% de botones florales. La plántula inicia su incremento diario en altura con 0.15 cm, y posteriormente un 0.85 y 1.31 cm en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente en la fase del botón floral.



Para la formación de una hoja transcurrieron entre 4 y 5 días; mientras que su incremento diario del diámetro del tallo se inicia con 0.04 en la emergencia hasta 0.06 en la fase de botón floral. Al principio la plántula depende totalmente de la energía, proteínas y minerales de la semilla. El transplante se realiza usualmente cuando la planta tiene 20 cm en promedio.

### **4.3. Etapas reproductivas**

Abarca desde la etapa 2 (floración) hasta la etapa 5 (maduración de fruto).

#### **4.3.1. Etapa 2: Floración**

La apertura del botón floral marca el comienzo de la etapa de floración que es seguido por la polinización y fertilización de la misma y culmina con el inicio de fructificación. El inicio y plena floración se da cuando el 10% y 75% respectivamente de las plantas en observación han floreado.

#### **4.3.2. Etapa 3: Fructificación**

Abarca desde el inicio de fructificación hasta el inicio del desarrollo del fruto. El inicio y la plena fructificación se consideran cuando existe un 10% y 75% respectivamente de plantas observadas con frutitos de color verde oscuro en formación, cuyo tamaño varía desde 5.5 hasta 7 cm. En la fase de fructificación la planta llega a obtener un incremento diario de 0.7 a 0.8 cm de altura y de 0.4 a 0.5 mm de diámetro. El número de hojas es de 30 a 32.

#### **4.3.3. Etapa 4: Desarrollo del Fruto**

El inicio de esta etapa ocurre cuando el 10% de los frutos de las plantas en observación han alcanzado su máximo desarrollo. En esta etapa la

planta llega a obtener entre 46 y 48 hojas, 115 a 120 mm de diámetro y 180 a 230 cm de altura.

#### 4.3.4. Etapa 5: Maduración

El inicio de esta etapa ocurre cuando el 10% de los frutos de las plantas en observación cambian del color verde al anaranjado.

La aparición o desaparición de las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papayo, en la zona de Tulumayo, ocurrió de acuerdo a la Figura 8, donde se diferencian en 3 Etapas: Etapa Vegetativa; la planta inicia su desarrollo con la germinación, luego el crecimiento en altura, diámetro de tallo y números de hojas llegan a una fase en la que se diferencia la presencia de sus hojas típicas (palmodolobuladas), posteriormente continúa la fase de botón floral Etapa Reproductiva; es la etapa que abarca las fases de floración, fructificación e inicio de desarrollo del fruto, finalmente la etapa de maduración, como se observa en la Figura 15.

ETAPAS	Etapa vegetativa 70 días					Etapa reproductiva 200 días				Etapa de maduración 7 días
	Emergencia	Máxima emergencia	Primera hoja típica	Transplante	Inicio de botón floral	Inicio de Floración	Inicio de fructificación	Plena floración	Desarrollo del fruto	Maduración
FASES	0	1	1	1	1	2	3	4	4	5
<b>Cultivares</b>										
PTU-405	10	14	35	44	69	122	144	182	264	271
PTM-331	10	14	36	44	72	127	141	192	274	281

**Figura 15:** Ocurrencia del tiempo en el crecimiento de dos cultivares de papayo a partir de la siembra.



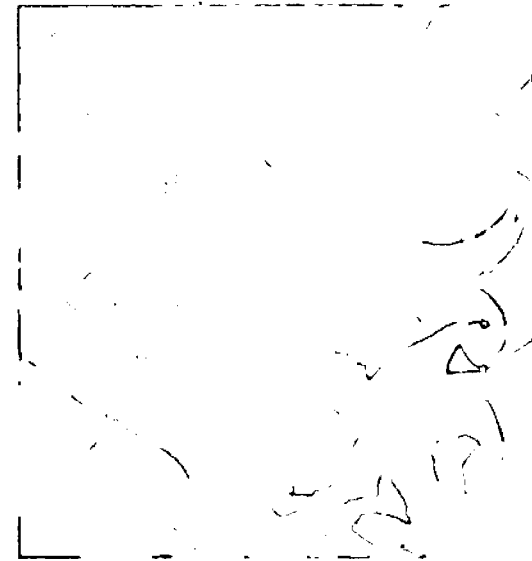
Emergencia



Plántula



Botón floral



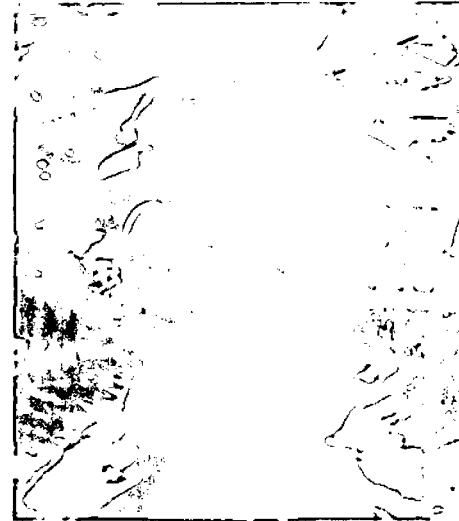
Floración (flor femenina)



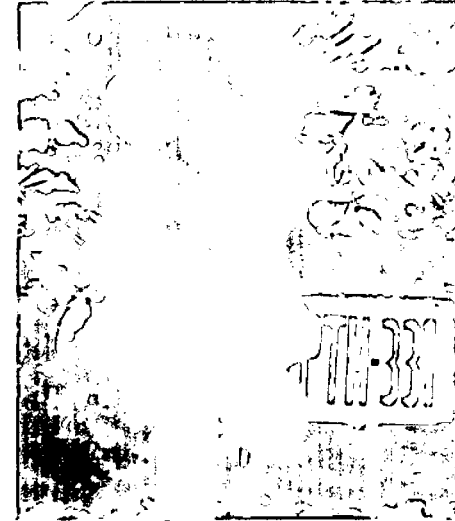
Floración (flor hermafrodita)



Fructificación



Desarrollo del fruto



Maduración

Figura 16. Fases fenológicas del cultivo de papayo (*Carica papaya* L.)

#### **4.4. Características bioclimáticas de cada fase en dos cultivares de papayo**

En el Cuadro 14 se observa la acumulación de los parámetros climáticos para cada fase fenológica, iniciando con el mismo número de días, temperatura media y grados calor al inicio de la emergencia; mientras que el requerimiento de precipitación fue la misma hasta la fase de primera hoja típica. A partir de allí los requerimientos y días a la fase sufren una pequeña variación, transcurriendo 57 y 55 días para el inicio de floración, 19 y 17 días para el inicio de fructificación, así como de 123 y 130 días para el inicio de desarrollo de los frutos.

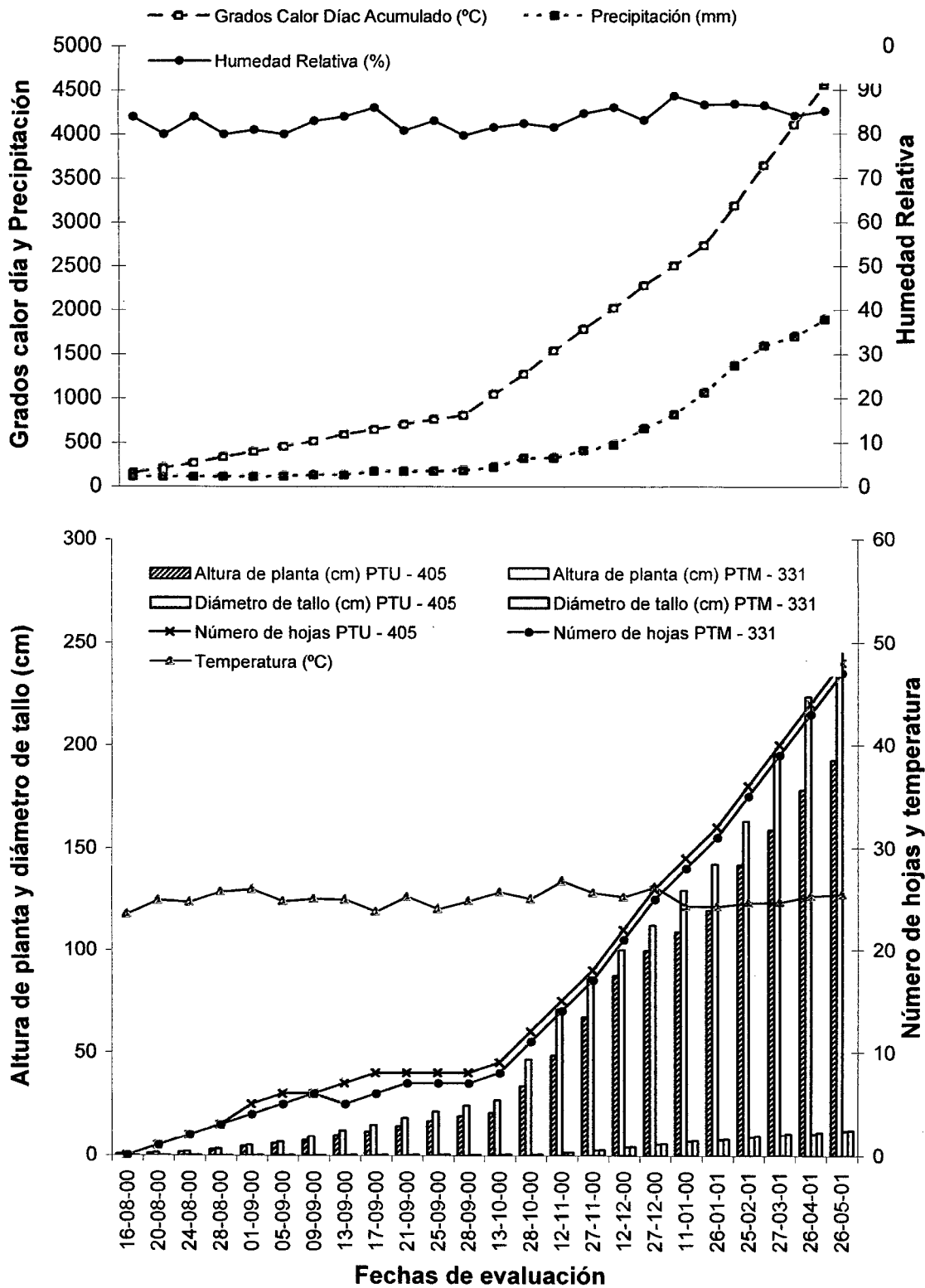
Finalmente para el inicio de maduración transcurrieron 7 días después del inicio de desarrollo de los frutos, logrando acumular en los cultivares PTU-405 y PTM-331 un total de 7131.1 y 7287.0°C, 1778.1 y 1817.9mm de precipitación y 2632.4 y 2725.7 grados calor día, respectivamente.

De la Figura 16, se deduce que el crecimiento fenológico del cultivo de papayo respecto a la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas versus grados calor día y precipitación, tienen un comportamiento paralelo, por estar íntimamente ligadas entre sí; como se puede observar la línea de grados calor día presenta una línea inclinada de ascenso de igual forma que las otras, lo que indica que a más temperatura el crecimiento de la planta es mayor.

**Cuadro 14.** Parámetros bioclimáticos acumulados para cada fase fenológica, de dos cultivares de papayo.

Fase fenológica observada	N° días después de la siembra		Fotoperíodo		T° media diaria acumulada (°C)		Unidades calor día acumulados (GCD)		Precipitación pluvial diaria acumulada (mm)		Humedad relativa (%)		Altura de planta (cm)		Número de hojas		Diámetro de tallo (mm)	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Inicio de emergencia	10	10	11.78	11.78	260.3	260.3	147.2	147.2	102.3	102.3	84	84	0.60	0.80	Cotil	Cotil	0.88	0.92
Primera hoja típica	45	46	12.08	12.08	1136.1	1161.5	669.2	684.7	163.5	163.5	82	82	14.30	18.30	8	8	3.02	4.57
Inicio de botón floral	79	82	12.33	12.33	1993.3	1968.8	1194.1	1239.2	244.9	311.1	82	82	30.22	38.17	11	11	5.26	6.67
Inicio de floración	132	137	12.63	12.65	3366.7	3398.2	1679.9	1694.3	479.9	517.2	84	84	92.48	113.38	23	23	46.61	53.07
Inicio de fructificación	151	154	12.63	12.63	3850.5	3825.6	2072.8	2157.1	722.6	750.3	85	85	100.72	120.24	27	27	63.46	69.07
Inicio desarrollo del fruto	274	284	11.78	11.73	6931.2	7082.9	2428.3	2382.4	1710.3	1806.9	86	86	177.85	242.31	45	45	11.40	119.52
Madurez	281	29	11.73	11.72	7131.1	7287.0	4262.5	4409.5	1778.1	1817.9	86	84	180.53	264.52	46	46	114.40	121.92

Punto crítico usado: 16



**Figura 17.** Características del cultivo de papayo en relación a los parámetros climáticos en la zona de Tulumayo.

#### 4.5. Variables de rendimiento

Considera el tiempo transcurrido para obtener el crecimiento total del botón floral y fruto, además de las características de número y peso del fruto.

##### 4.5.1. Crecimiento del botón floral y fruto

Con las observaciones realizadas en el transcurso del crecimiento del botón floral, desde botón inicial hasta su máximo desarrollo en fruto, se elaboró la secuencia de rangos de crecimiento con criterio propio (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Secuencia de las formas de crecimiento del botón floral hasta obtener su máximo tamaño en fruto.

Formas de crecimiento del botón floral	Rango	Largo – Ancho (cm)	
		T <sub>1</sub> (PTU-405)	T <sub>2</sub> (PTM-331)
Botón inicial	L	0.2 – 1.0	0.3 – 1.0
	A	0.3 – 0.5	0.3 – 0.4
Botón pequeño	L	1.0 – 2.5	1.0 – 3.0
	A	0.6 – 1.2	0.5 – 0.9
Botón mediano	L	2.5 – 4.0	3.0 – 4.5
	A	1.2 – 2.0	1.0 – 1.8
Botón grande	L	4.0 – 5.0	4.5 – 6.0
	A	2.1 – 2.6	1.6 – 2.5
Ovario de flor abierta con pétalos recién caídos	L	3.0 – 3.5	2.6 – 3.2
	A	2.0 – 2.3	1.7 – 2.4
Fruto amarillo pequeño	L	3.5 – 4.0	3.2 – 4.5
	A	2.3 – 2.7	1.7 – 2.7
Fruto amarillo verdoso	L	4.0 – 6.0	4.5 – 5.5
	A	2.9 – 3.5	2.8 – 3.0
Fruto verde pequeño	L	6.0 – 10.5	5.5 – 11.0
	A	3.5 – 6.5	3.1 – 6.5
Fruto verde mediano	L	10.5 – 15.0	11.0 – 16.0
	A	6.5 – 9.0	6.6 – 11.0
Fruto verde grande	L	15.0 – 22.5	16.0 – 24.5
	A	9.5 – 19.0	11.1 – 18.5

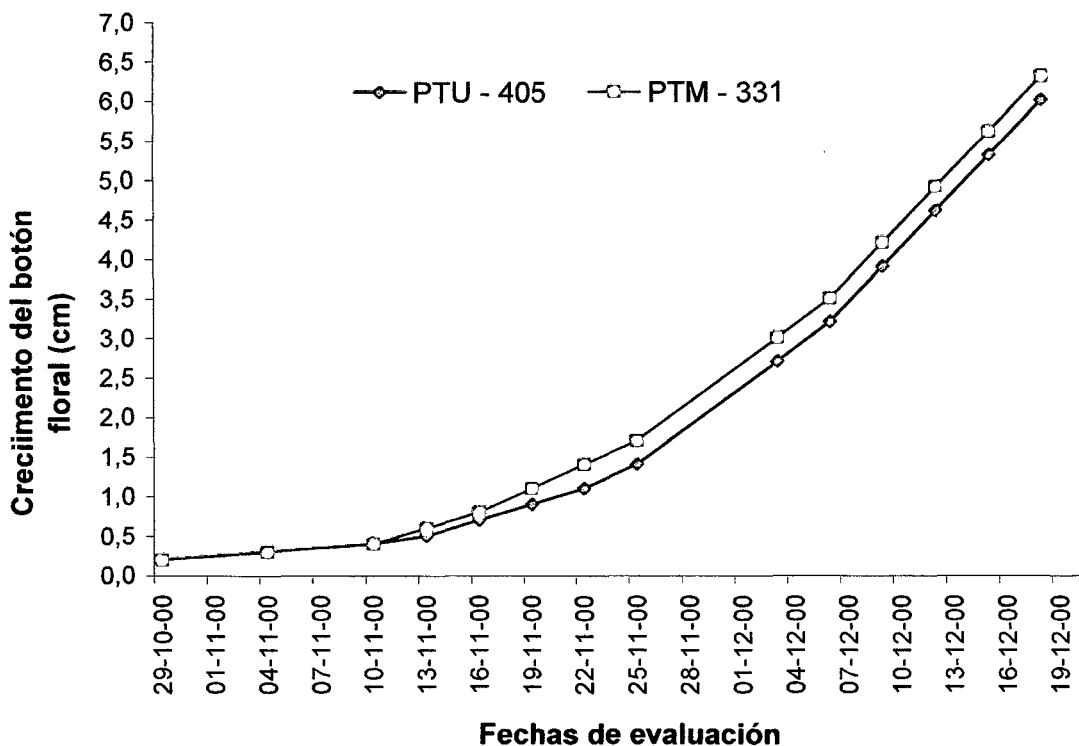
L: Largo  
A: Ancho

**Cuadro 16.** Crecimiento de la longitud del botón floral, desde su aparición hasta su máximo tamaño antes de la apertura de los pétalos.

Intervalo entre fechas	Fechas de evaluación	Crecimiento del botón floral a flor abierta (cm)	
		PTU-405	PTM-331
29/10/00	0	0.20	0.20
04/11/00	6	0.30	0.30
10/11/00	12	0.40	0.40
13/11/00	15	0.50	0.60
16/11/00	18	0.70	0.80
19/11/00	21	0.90	1.10
22/11/00	24	1.10	1.40
25/11/00	27	1.40	1.70
28/12/00	30	1.80	2.00
31/12/00	33	2.20	2.50
03/12/00	36	2.70	3.00
06/12/00	39	3.20	3.50
09/12/00	42	3.90	4.20
12/12/00	45	4.60	4.90
15/12/00	48	5.30	5.60
18/12/00	51	6.00	6.30
20/12/00	53	6.40	6.90
22/12/00	55		7.50

En el Cuadro 16, se observa que el cultivar PTM-331 adquiere mayor tamaño de botón floral, para el cual requiere de un mayor número de días acumulados. El incremento del botón en ambos cultivares se inicia con 0.1 cm cada 6 días hasta los 12 y 15 días acumulados en T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> respectivamente, posteriormente el incremento obtuvo una secuencia de 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 0.4 (PTU-405) y 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.6 (PTM-331).





**Figura 18.** Longitud del botón floral, desde su aparición hasta su máximo tamaño, antes de la apertura de los pétalos.

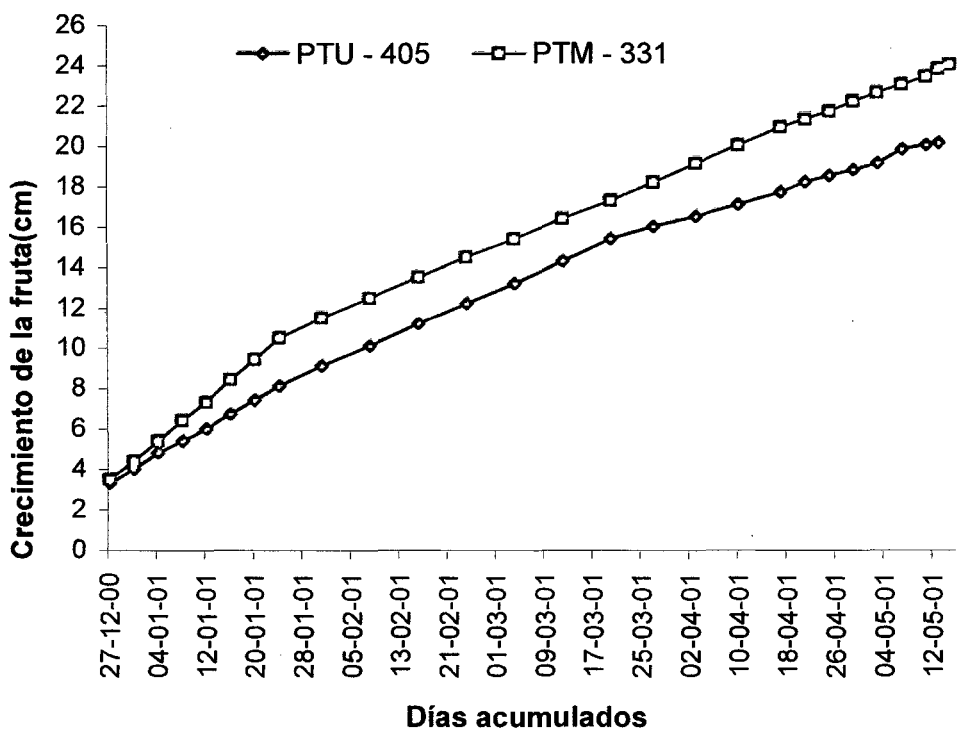
Según la figura 17 las curvas de crecimiento de los botones florales adquieren una forma sigmoideal, en el cual a los 55 días el cultivar PTM-331 toma su mayor tamaño, mientras que el PTU-405 lo hace a los 53 días y luego empiezan a abrir sus pétalos. La flor permanece 3 días abierta, y al cuarto día caen sus pétalos.

En el Cuadro 17 se muestra que el crecimiento del fruto en los cultivares PTU-405 y PTM-331 ocurrió en 139 y 143 días respectivamente obteniendo una longitud de 20.1 y 24.0 cm respectivamente.

**Cuadro 17.** Evaluación del crecimiento del fruto hasta obtener su máximo desarrollo en dos cultivares de papayo.

Fecha	Intervalo Entre fechas	Días acumulados	Largo (cm) - Ancho (cm)	
			PTU-405	PTM-331
27/12/2000	0	0	3.3 – 2.3	3.5 – 2.5
31/12/2000	4	4	4.0 – 2.5	4.4 – 2.7
04/01/2001	4	8	4.8 – 3.0	5.4 – 3.0
08/01/2001	4	12	5.4 – 3.5	6.4 – 3.5
12/01/2001	4	16	6.0 – 4.0	7.3 – 3.9
16/01/2001	4	20	6.7 – 4.5	8.4 – 4.4
20/01/2001	4	24	7.4 – 5.0	9.4 – 4.8
24/01/2001	4	28	8.1 – 5.5	10.5 – 5.2
31/01/2001	8	36	9.1 – 6.0	11.5 – 5.7
08/02/2001	8	44	10.1 – 6.5	12.5 – 6.2
16/02/2001	8	52	11.2 – 7.0	13.5 – 6.7
24/02/2001	8	60	12.2 – 7.0	14.5 – 7.3
04/03/2001	8	68	13.2 – 7.5	15.4 – 7.8
12/03/2001	8	76	14.3 – 8.5	16.4 – 8.3
20/03/2001	8	83	15.4 – 9.0	17.3 – 8.8
27/03/2001	7	90	16.0 – 9.5	18.2 – 9.3
03/04/2001	7	97	16.5 – 10.0	19.1 – 9.9
10/04/2001	7	104	17.1 – 10.5	20.0 – 10.4
17/04/2001	7	111	17.7 – 11.0	20.9 – 10.9
21/04/2001	4	115	18.2 – 11.5	21.3 – 11.1
25/04/2001	4	119	18.5 – 12.0	21.7 – 11.4
29/04/2001	4	123	18.8 – 12.5	22.2 – 11.7
03/05/2001	4	127	19.1 – 13.0	22.6 – 12.0
07/05/2001	4	131	19.8 – 13.5	23.0 – 12.3
11/05/2001	4	135	20.0 – 13.8	23.4 – 12.6
13/05/2001	4	139	20.1 – 14.0	23.8 – 12.9
15/05/2001	4	143		24.0 – 13.0

L= Largo  
A= Ancho



**Figura 19.** Crecimiento del fruto hasta su máximo desarrollo.

En la Figura 18 se observa que el cultivar PTM-331 acumulados obtuvo su mayor crecimiento del fruto a los 143 días, mientras que el PTU-405 lo obtuvo en 139 días. Esta diferencia en fechas se debe al menor tamaño en la forma de fruto, siendo en el cultivar PTU-405 oval y redondo; mientras que el PTM-331 su forma característica es elíptica y redondo alto.

#### 4.5.2. Rendimiento, número de frutos/ha y peso promedio del fruto

En el Cuadro 18 se observa, que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques y tratamientos para el rendimiento (t/ha/año), número de frutos /ha y peso promedio del fruto (kg),

**Cuadro 18.** Análisis de variancia para el rendimiento (t/ha/año), número de frutos/ha y peso promedio del fruto de papayo (kg).

Fuente de variación	GL	Cuadrado medio		
		Rendimiento	Número de frutos	Peso promedio del fruto de papayo
Bloques	3	14.272 NS	4958405.833 NS	0.00690 NS
Tratamiento	1	77.203 NS	10843824.500 NS	0.00345 NS
Error experimental	3	11.942	3801011.333	0.00150
Total	7			
C.V.	=	6.9%	5.8%	2.9%

En el Cuadro 19, se observa que no existen diferencias entre los tratamientos en estudio con respecto al rendimiento, número de frutos/Ha y peso promedio de fruto, obteniendo el cultivar PTM-331 mayor promedio en todos los casos.

**Cuadro 19.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento, número de frutos y peso promedio del fruto de papayo.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (t/ha/año)	Número de frutos/ha/año	Peso promedio del fruto del papayo (kg)
T <sub>2</sub>	PTM-331	53.444 a	34899.25 a	1.532 a
T <sub>1</sub>	PTU-405	47.231 a	32570.75 a	1.452 a

#### 4.6. Características biométricas del fruto

**Cuadro 20.** Características biométricas del fruto.

Características	T <sub>1</sub> = PTU-405		T <sub>2</sub> = PTM-331	
Forma del fruto	- Oval		- Redondo alto	
	- Redondo		- Elíptica	
Forma del Pedúnculo	- Allanado	= 40.00%	- Allanado	= 70.00%
	- Deprimido	= 60.00%	- Deprimido	= 30.00%
Forma de la cavidad central	- Poco estrellada	= 34.09%	- Angular	= 45.10%
	- Angular	= 31.82%	- Poco estrellada	= 27.45%
	- Estrellada	= 27.27%	- Redondo	= 15.68%
	- Redonda	= 6.82%	- Estrellado	= 11.76%
Textura de la cáscara del fruto maduro	- Lisa	= 75.00%	- Lisa	= 62.74%
	- Intermedia	= 25.00%	- Intermedia	= 37.26%
Ondulaciones del fruto	- Superficial	= 56.81%	- Superficial	= 62.75%
	- Intermedio	= 43.19%	- Intermedio	= 37.26%
Grosor de la pulpa	3.30 cm		3.21 cm	

Del Cuadro 20, características biométricas del fruto, se observa que ambos cultivares presentaron diferentes formas de fruto la cual las caracteriza. Los dos tratamientos mostraron un mayor porcentaje de textura de cáscara lisa y ondulaciones superficiales, lo que mejora la calidad de presentación del fruto; además mostraron un buen grosor de pulpa.

## V. DISCUSION

### 5.1. De las características de planta

Los cultivares PTM-331 y PTU-415, presentaron un porte semienano en las fases de floración y fructificación, siendo este una ventaja que se establece en la precocidad de planta para comenzar a producir antes del año y la facilidad de cosecha.

Los cultivares PTU-405 y PTM-331 obtuvieron una curva de crecimiento de forma sigmoideal; obteniendo este buen desarrollo por encontrarse en condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo.

En relación al número de hojas, ambos cultivares PTU-405 y PTM-331 presentaron un mínimo de 20 y 40 hojas en las fases de floración y fructificación respectivamente, favoreciendo el proceso de fotosíntesis, ya que ellas realizan el mayor porcentaje, además de dar la energía necesaria para que tengan un crecimiento y desarrollo más eficiente.

Ambos cultivares presentaron un buen diámetro de tallo, lo que les permitió tener área para la presencia de una mayor cantidad de frutos por planta, además de evitar el acame, según recomienda CALZADA (1980).

Los cultivares PTU-405 y PTM-331 presentaron un corto distanciamiento de entrenudo, de 2.6 y 2.3 cm respectivamente, el mismo que favorece la mayor producción de las plantaciones de papayo, en comparación a los demás frutales en forma notable, y como consecuencia reduce el crecimiento total de la planta facilitando la cosecha.

A menor distanciamiento de entrenudos, mayor es el número de entrenudos y por ende mayor número de frutos por planta, lo que relaciona la alta producción y el endurecimiento del tallo a causa de las grandes cicatrices.

La baja altura de inicio de floración y fructificación determinó que los cultivares PTU-405 y PTM-331 sean precoces, lo que permite cosechar con facilidad e incrementar el área y período de cosecha. Esta baja altura de inicio de fructificación, no fue la misma a la de inicio de floración, ya que las primeras flores formadas cayeron por la presencia de lluvias en la fase de botón floral, confirmando con esto lo dicho por FRANCIOSI (1992) que la humedad relativa ambiental, cuando está acompañada de lluvias abundantes, afecta el cuajado de flores y los frutos producidos son de baja calidad.

## **5.2. Etapas vegetativas y reproductivas**

El desarrollo del cultivo de papayo se presentó en 2 etapas: Vegetativas y Reproductivas, las mismas que comprenden: la emergencia y plántula; floración, fructificación, desarrollo del fruto y maduración. La fase crítica en el papayo es la floración, donde el clima influye en el buen cuajado de las flores como lo manifiesta FRANCIOSI (1992).

## **5.3. Características bioclimáticas de cada fase en dos cultivares de papayo.**

De la emergencia a la madurez transcurrieron 271 y 281 días en los cultivares PTU-405 y PTM-331 respectivamente, siendo las condiciones edafoclimáticas en Tulumayo propicias para el desarrollo del cultivo, siendo

esta una ventaja que permite la producción del fruto de excelente calidad, así como el rápido crecimiento de la planta y un elevado rendimiento por hectárea.

La acumulación total de grados calor día y precipitación desde la emergencia hasta el inicio de maduración fue de 2632.4 GCD y 1793.2 mm en el cultivar PTU-405 y de 2725.7 GCD y 1813.9 mm en el cultivar PTM-331, por lo que el desarrollo en cualquier variedad de planta, varía por su fenología, por ser esta la resultante de una serie de factores climáticos, confirmando lo referido por VALDIVIA (1977).

#### **5.4. Variables de rendimiento**

El máximo crecimiento del botón floral y fruto se obtuvo en 53 y 139 días respectivamente en el cultivar PTU-405, mientras que el PTM-331 lo hizo en 55 y 143 días respectivamente. El rendimiento en los cultivares PTM-331 (53.4 t/ha/año) y PTU-405 (47.2 t/ha/año), resultaron superiores comparado con el rendimiento promedio de la zona que en variedades criollas es 17.0 t/ha/año.

#### **5.5. Características biométricas del fruto**

Los cultivares presentaron diferentes formas de frutos, características de su genotipo: Oval y Redondo en el PTU-405, Redondo alto y Elíptica en el PTM-331, según la clasificación hecha por IBPGR (1988). Las diferentes formas del fruto dependen de la constitución de las flores que la originaron.



## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó seis fases fenológicas en el cultivo de papayo: Emergencia, Plántula, Floración, Fructificación, Desarrollo de fruto y Maduración; ocurriendo la maduración en un periodo de 271 días en el cultivar PTU-405 y 281 en el cultivar PTM-331.
2. El crecimiento de los cultivares PTU-405 y PTM-331, se desarrollo en condiciones edafoclimaticas favorables, no encontrando diferencias estadísticas respecto a las características de planta.
3. Ambos cultivares presentaron alto rendimiento, siendo 53.4 t/ha/año para el cultivar PTM-331 y 47.2 t/ha/año en PTU-405.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los cultivares PTU-405 Y PTM-331, para la propagación de papayo, ya que ambos presentaron buenas características de planta y alta producción.
2. Hacer un estudio con respecto al origen de la caída de flores en la fase de inicio de floración, ya que esto impide que la altura de inicio de fructificación sea igual a la de floración, logrando disminuir áreas de producción.
3. Realizar trabajos con respecto a la presencia de plagas y enfermedades en los cultivares en estudio, a fin de determinar su grado de resistencia o tolerancia con respecto al ácaro hialino o cogollero.

## VIII. RESUMEN

El presente estudio se realizó en dos fases: fase de almácigo en el Fundo N° 1 de la UNAS, de agosto a septiembre del 2000 y la fase de campo definitivo en el Centro de Investigación y Producción de Tulumayo de la UNAS, entre los meses de septiembre del 2000 a octubre del 2001, teniendo como objetivo: Determinar las fases fenológicas del cultivo de papayo; evaluar las diferentes características de planta según las condiciones climáticas de Tulumayo y determinar el cultivar de rendimiento superior.

El material genético utilizado fueron los cultivares de papayo (PTU-405 y PTM-331), producto de selección realizadas en Tingo María. Durante el estudio se evaluaron etapas vegetativas y reproductivas.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones y la prueba de Duncan para la significación de  $\alpha = 0.05$ . En cada tratamiento se consideró 4 parcelas netas eligiendo 16 plantas para cada una de ellas; en las que se evaluaron: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, altura de primeras flores y frutos, número y distanciamiento de entrenudos, número, peso y forma de frutos, forma de cavidad, textura de cáscara, ondulaciones del fruto y grosor de la pulpa. De los resultados se determinó seis fases fenológicas en el cultivo de papayo: Emergencia, Plántula, Floración, Fructificación, Desarrollo de fruto y Maduración; ocurriendo la maduración en un periodo de 271 días en el cultivar PTU-405 y 281 en el cultivar PTM-331.

El crecimiento de los cultivares PTU-405 y PTM-331, se desarrollo en condiciones edafoclimaticas favorables, no encontrando diferencias estadísticas respecto a las características de planta.

Ambos cultivares presentaron alto rendimiento, siendo 53.4 t/ha/año para el cultivar PTM-331 y 47.2 t/ha/año en PTU-405.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AZKUE, M. 2001. La fenología como herramienta en la agroclimatología. [En Línea]: Centro de Investigaciones Agropecuarias, <http://www.ceniap.gop.ve/publ-e/fenología/fenología.htm>, 09 Set 2002)
2. AZZI, G. 1959. Ecología agraria. SALVAT S.A. Barcelona, España 20 p.
3. BIDWELL, R.G.S. 1976. Fisiología vegetal. AGT. México. 784 p.
4. CALZADA, B. J. 1980. Frutales nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 653 p.
5. CARBAJAL, T. C. 1994. Mejoramiento y producción de semilla de papayo (*Carica papaya L.*) para el Alto Huallaga. Trop. Vol. VI N° 1-2. Tingo María, Perú. Pp.18-25.
6. CONAFRUT. 1998. El cultivo de papayo. Boletín Técnico Comisión Nacional de Fruticultura N° 13. Lima, Perú. 30 p.
7. DE LA RIVA. 2004. El cultivo de la papaya. [En Línea]: Agrícola de la Riva, S.L. (<http://www.delariva.com/es/consultas/011.htm>, 26 Ago 2004).
8. FLORES, S. P. 1997. Cultivos frutales nativos amazónicos. Editorial TCA. Lima, Perú. Pp. 215 - 219.
9. FRANCIOSI, T. R. 1992. Manual del cultivo del papayo. Ediciones Fundeagro. Lima, Perú. 150 p.
10. FUENTES, Y.J.1996. Iniciación de la meteorología agrícola. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. Impresores S.A.195p.
11. GUERRA, B. M. 1988. Observaciones fenológicas. Dirección Gerencial de Agro meteorología. Chile. 72p.
12. GUZMAN, D. G. 1998. Guía para el cultivo de papayo (*Carica papaya L.*). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 45 p.

13. IBPGR. 1988. Descriptor de papayo. Roma. 20p.
14. INFOAGRO. 2001. Agro en información. Cultivo de la papaya. [En Línea]:  
([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) apartados del 1 al 4.2, 20 Set 2002).
15. LEON, J. 1987. Fundamento botánicos de los cultivos tropicales. IICA. Costa Rica. Pp. 417 - 422.
16. MORIN, CH. 1965. Cultivo de frutales tropicales y menores. Editorial Jurídica. Lima, Perú. 172 p.
17. NÚÑEZ, M. J. 1991. Grados diarios de crecimiento en el cultivo de fríjol asociado con maíz. Informe de Prácticas Pre Profesionales. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú. 72 p.
18. SENAMHI. 1979. La fenología de los cultivos. Dirección de Agrometeorología. Lima, Perú. 50p.
19. SOTO, M. E. 1980. Efectos del estiércol de ave en el desarrollo, floración y producción del papayo (*Carica papaya L.*) Var. Maradol rojo y Pauna 1 en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 101 p.
20. TORRES, R. E. 1995. Agrometeorología. Universidad Autónoma Agraria. Trillas. México. 154 p.
21. VALDIVIA, P. J. 1977. Meteorología general. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Pp. 13 - 135.
22. VILLALPANDO, I. J.; RUIZ, C. J. 1993. Observaciones meteorológicas. Edit. Limusa S.A. México. 133 p.
23. YZARRA, T. W. 1998. Manual de observaciones fenológicas. Dirección General de Agro meteorología. Lima, Perú. 90p.

## X. ANEXO

**Cuadro 21.** Tabla de fotoperiodo en Tingo María.

Mes	Día	Salida	Puesta	Horas Minuto	Fotoperiodo
Enero	1	0549	1827	12h38min	12.63
	10	0553	1830	12h37min	12.62
	20	0556	1832	12h36min	12.60
Febrero	1	0602	1834	12h32min	12.53
	10	0606	1831	12h35min	12.58
	20	0608	1828	12h20min	12.33
Marzo	1	0608	1824	12h16min	12.27
	10	0608	1820	12h12min	12.20
	20	0608	1815	12h07min	12.12
Abril	1	0606	1809	12h03min	12.05
	10	0607	1804	11h57min	11.95
	20	0607	1759	11h52min	11.87
Mayo	1	0608	1755	11h47min	11.78
	10	0608	1752	11h44min	11.73
	20	0609	1752	11h43min	11.72
Junio	1	0613	1751	11h38min	11.63
	10	0615	1752	11h37min	11.62
	20	0618	1754	11h36min	11.60
Julio	1	0620	1756	11h36min	11.60
	10	0620	1758	11h38min	11.63
	20	0620	1800	11h40min	11.67
Agosto	1	0551	1801	11h42min	11.70
	10	0546	1803	11h47min	11.78
	20	0543	1803	11h51min	11.85
Septiembre	1	0606	1802	11h56min	11.93
	10	0601	1801	12h00min	12.00
	20	0555	1800	12h5min	12.08
Octubre	1	0552	1759	12h7min	12.12
	10	0544	1759	12h215min	12.25
	20	0539	1759	12h20min	12.33
Noviembre	1	0535	1800	12h25min	12.42
	10	0534	1803	12h29min	12.48
	20	0533	1806	12h33min	12.55
Diciembre	1	0535	1812	12h37min	12.62
	10	0538	1816	12h38min	12.63
	20	0542	1821	12h39min	12.65

Fuente: Tabla de Fotoperiodo. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).



**Cuadro 22.** Análisis de variancia para el porcentaje de flores del tipo I (femenina), tipo IV (hermafroditas) y tipo V (macho), por hectárea en dos cultivares de papayo.

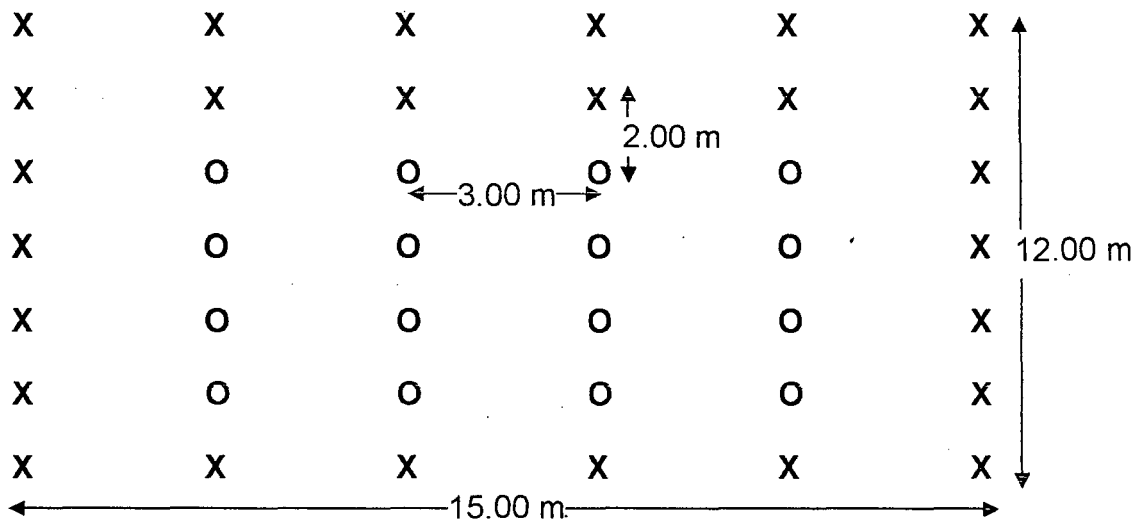
Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio		
		Flores Tipo I (femenina)	Tipo IV (hermafrodita)	Tipo V (machos)
Bloques	3	9.666 NS	4.695 NS	2.926 NS
Tratamientos	1	181.642 AS	395.508 AS	42.228 S
Error experimental	3	5.071	1.820	1.550
Total	7			
C.V.:		2.8%	11.3%	15.1%

**Cuadro 23.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de flores del tipo I (femenina), IV (hermafrodita) y V (machos) por hectárea en dos cultivares de papayo.

Clave	Tratamiento	Tipo I	Tipo IV	Tipo V
T <sub>2</sub>	PTM-331	84.562 a	4.938 a	10.562 a
T <sub>1</sub>	PTU-405	75.032 b	19.000 b	5.968 b

**Cuadro 24.** Análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en las fases de floración y fructificación, a los cuatro meses y siete meses de edad, en dos cultivares de papayo.

=====							
Cuadrado medio							
Fuentes de variación	GL	Floración			Fructificación		
		Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas
Bloques	3	72.30 NS	53.133 NS	0.939 NS	352.137 NS	104.980 NS	6.967 NS
Tratamiento	1	799.80 NS	2.475 NS	1.702 NS	5640.282 NS	109.890 NS	1.990 NS
Error Exp.	3	170.95	19.181	0.771	666.997	82.228	5.801
Total	7						
=====							
C.V. =		12.9%	10.6%	3.8%	13.9%	8.6%	5.9%



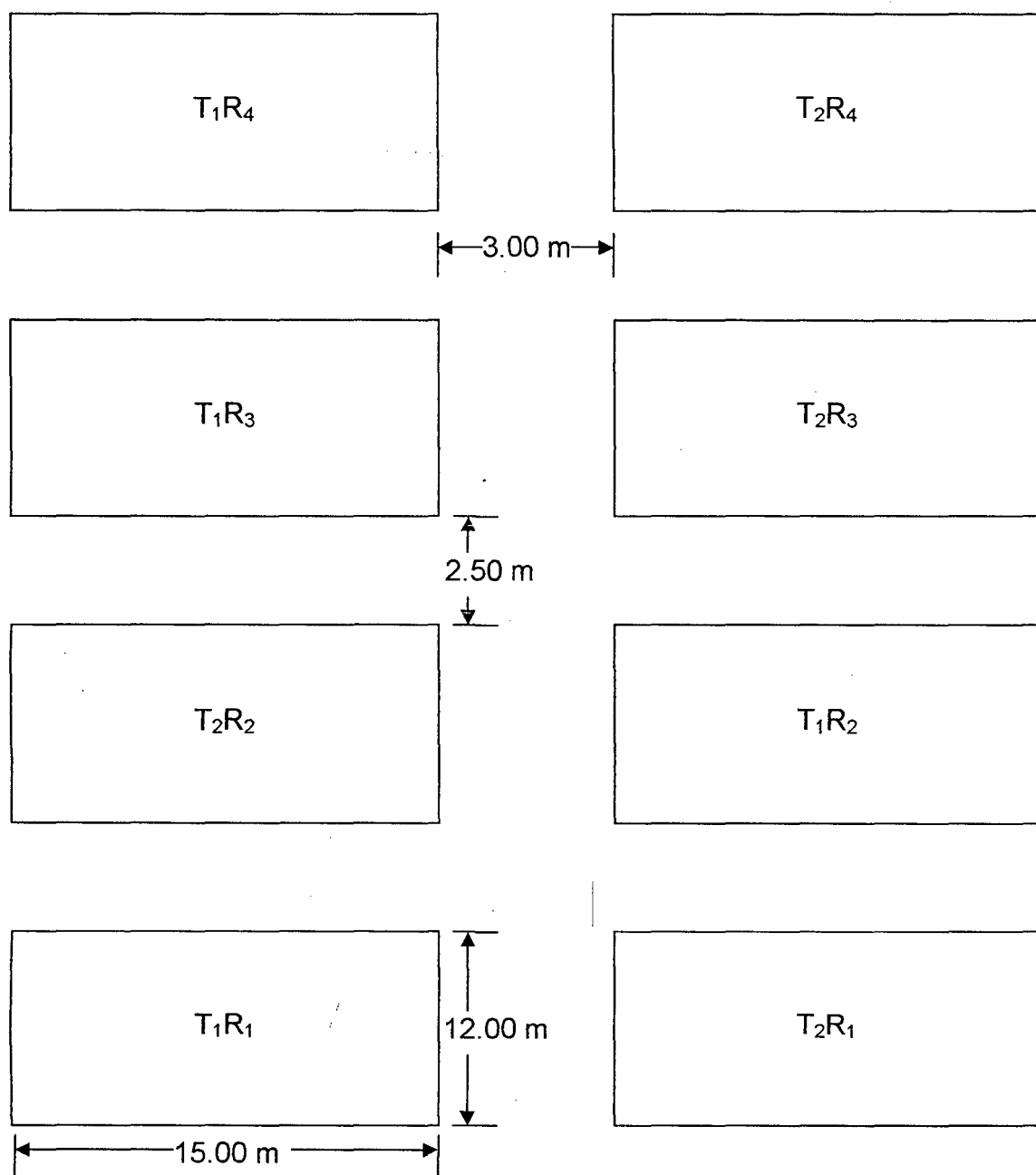
**Donde:**

O = plantas evaluadas por parcelas

X = plantas al borde de la parcela

Área de la parcela = 180.00 m<sup>2</sup>

**Figura 20.** Croquis de una parcela



**Figura 21.** Croquis del experimento.