

Universidad de Guadalajara

Escuela de Agricultura



Efecto del Peso y el Sexo del Fruto en la
Producción de Papaina, en Variedad Papaya L.
Variedad Zapote o Mamey.

T e s i s

que para obtener el Título de

Ingeniero Agrónomo

presenta:

Eduardo Medina Jáuregui

Generación 70.75.

Guadalajara, Jal., 1977

A los que me educaron con ejemplos :

Jesus Medina

Alicia Jauregui

A mis querídisimas hermanas:

Sandra y Horten

Con agradecimiento a mis amigos :

Guillermo Navarro Chavira.

Margarita Fuentes Trejo.

A mi novia :

Lyly Beatríz Vidal Ochoa .



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

INDICE

Pag.

1.	INTRODUCCION.	3
2.	REVISION DE LITERATURA.	11
2.1	Descripción de la especie.	11
2.1.1	Características botánicas y generales de la especie.	11
2.1.2	Características de la variedad Zapote o Mamey.	16
2.1.3	Distribución.	17
2.1.3.1	Origen.	17
2.1.3.2	Suelos.	18
2.1.3.3	Humedad.	19
2.1.3.4	Altura sobre el nivel del mar.	20
2.1.3.5	Densidad de plantación por ha.	20
2.2	Papaina.	22
2.3	Métodos para la extracción de Papaina.	30
2.3.1	Método Moderno.	30
2.3.2	Método Tradicional.	36

	Pag.
3. MATERIALES Y METODOS.	39
3.1 Aspectos fidiógraficos.	39
3.2 Climatología.	40
3.3 Tratamientos.	42
3.4 Método utilizado para la extrac ción de Papaina.	42
3.5 Diseño experimental.	43
3.6 Obtención de datos.	44
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMEN DACIONES.	60
6. RESUMEN.	63
7. BIBLIOGRAFIA.	65



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

INDICE DE CUADROS.

CUADROS		Pag.
No. 1	Peso y Producción de Papaina de frutos de Sexo Femenino y Hermafrodita.	49
No. 2	Análisis de variación para la Producción de Papaina en los Tratamientos I y II.	51
No. 3	Función resultante de la correlación de Peso del fruto y Producción de Papaina pura para las plantas de Sexo Femenino.	54
No. 4	Función resultante de la correlación de Peso del Fruto y Producción de Papaina pura para las plantas de sexo Hermafrodita.	57

1. INTRODUCCION.

En México la Agricultura requiere cada vez con más urgencia un mayor uso integral para el mejor aprovechamiento de los recursos; Conforme avanza el tiempo aumenta la explosión demográfica y a la par se reduce el uso agrícola de la tierra; Ya sea por factores intrínsecos, como la creación de nuevas ciudades, carreteras, aeropuertos, o por causas meteorológicas como la erosión hídrica, eólica y otros factores causados por el hombre.

En la rama de la fruticultura encontramos que el papayo reviste una gran importancia económica para nuestro país desde diferentes puntos de vista, como lo son: la rentabilidad, la mano de obra ocupada, la calidad alimenticia y por el valor en sí de la explotación del producto y los subproductos que de él se obtienen.

El consumo nacional per cápita de fruta fresca o industrializada es de más de 2 kilogramos y después el producto de mayor importancia que de él se puede obtener es la PAPAÑA.

La PAPAÑA es un complejo enzimático muy activo con características que lo permiten ser utilizado en:

Curtiduría.

Lechería.

Fotografía.

Industria Textil.

Industria Cervecera.

Industria Alimentaria.

Actualmente en el país no existen plantaciones para la obtención comercial de está, lo cuál induce a - que se esten importando cantidades considerables, - provocando fugas económicas y desempleo en el campo.

En base a lo anterior se ha tomado como objetivo :
Determinar el efecto del peso y el sexo del fruto en
la producción de la PAPAÑA bajo condiciones de -
tropico humedo.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 DESCRIPCION DE LA ESPECIE.

Las características botánicas, generales y de distribución son las siguientes :

2.1.1 CARACTERISTICAS BOTANICAS Y GENERALES DE LA ESPECIE.

El papayo *Carica Papaya* L., pertenece a la familia de las caricaceas que incluye cuatro géneros y mas de 20 especies.

Las principales son : *Carica Papaya*, *Carica Monoica* y *Carica Cundinamarsencis*.

Carica Papaya es la unica que tiene importancia comercial, es la más conocida, es una planta de preferencia excepcional en los tropicos por su alto rendimiento, valor nutritivo y por ser uno de los pocos

frutales de producción continua durante todo el año.

(Anónimo 1972)

Es una planta herbacea gigantesca que alcanza hasta 8 ó 10 metros de altura, formada de un eje central o vastago con un penacho final de hojas enormes, - por lo general el tronco no se ramifica, y su punto apical crece continuamente alargando el tallo y - formando nuevas hojas. Cuando el punto apical se destruye aparecen ramificaciones laterales, que también son corrientes en las plantas viejas. El vastago es delgado, cilindrico excepto en la parte inferior que puede ser ligeramente prismático. No contiene suficiente madera (xilema) en cantidad apreciable para considerar a la planta como especie arborea. (Anónimo 1976)

El sistema radicular se compone de unas cuantas raíces grandes, tuberosas provistas de múltiples raíces alimentadoras.

En una sección vieja del vastago, la epidermis está reemplazada por tejidos corchosos, delgados y grisáceos. Debajo de ellos está la zona cortical - compuesta de parenquima cargado de cloroplastos, - lo que le da un color verde a esta parte del tronco.

En esta zona como en todas las otras partes de la planta hay abundantes canales de látex, de los cuales sale un líquido pegajoso, blanco lechoso o transparente.

En el vastago cuando es viejo, la segunda capa de esclerenquima es la que constituye el órgano de sosten más importante del tallo.

En el tallo adulto no existe una formación definitiva de cambium y el vastago engruesa más por la expansión de las células que por la actividad del cambium.

El xilema es mucho mas ancho que el floema y se compone de vasos, separados por bandas anchas de parenquima. (Anónimo 1976)

HOJAS

El follaje consiste en una corona compacta de hojas grandes en la parte terminal del tronco, las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las viejas se secan y caen. Su forma en general es palmeada - y está profundamente dividida en 7 ó 11 grandes lobulos, cada uno con un nervio central, que a su vez se divide en lobulos de forma y tamaño variables, la lamina es verde oscura arriba con los nervios prominentes en el lado inferior. Es rica en canales lactíferos y cristales de oxalato de calcio. El peciolo de la hoja mide entre 40 a 120 cms., es ligeramente encorvado hacia arriba en su extremo apical, en la parte superior es aplanado o -

ligeramente hundido y convexo en la parte inferior. En la base del peciolo es ligeramente piramidal, la coloración de esté varia entre verde a rojiza morada. (Anonimo 1976)

FLORES

Las flores del papayo aparecen en racimos auxiliares de una o muchas flores y son de tres tipos :

1. FEMENINAS - con flores solamente pistiladas
2. HERMAFRODITAS - estaminadas y pistiladas.
3. MASCULINAS - solamente estaminadas.

Las flores Femeninas se caracterizan por tener racimos muy cortos con 5 ó menos flores, todas pistiladas de las cuales solo una por lo general se desarrolla en fruto. Tienen el cáliz corto de 5 dientes, 5 pétalos blancos que son completamente libres,

está flor es más grande que las de los otros 2 tipos.

Las flores Hermafoditas se caracterizan por tener pedunculos de la inflorescencia medianos de 6 a 12 cms., de largo con menos de 5 flores, tienen 5 pétalos casi libres pues solo se unen en la base.

El de tipo Macho o Masculino se caracteriza por tener las flores en forma de trompeta; con los pétalos soldados, la inflorescencia tiene pedunculos muy largos de mas de 20 cms. (Anonimo 1976)

2.1.2 CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD ZAPOTE O MAMEY.

A esta variedad se le puso este nombre por la coloración rojisa de la pulpa del fruto *Calocarpum Mammosum* que en ciertas regiones de México se le co-

noce como Mamey y desde el sur de México hasta -
Sudamerica se le conoce como Zapote.

Está variedad es de origen Colombiano de raza -
Hermafrodita, de la siembra a la floración tarda -
entre 8 y 9 meses, la altura a las flores es de
96 cms., el peso varía entre 1 y 4 kilos, es de
forma oval y su esterilidad femenina es considerada
como alta, el sabor del fruto es muy dulce aún -
más que él de la Cera y su nombre botánico es el
de Carica Papaya L., variedad Zapote o Mamey.

(Torres 1967)

2.1.3 DISTRIBUCION.

2.1.3.1 ORIGEN.

No se conocen papayas en estado verdaderamente -
silvestre sin embargo, formas primitivas de frutos

pequeños se encuentran en Centro América. Por la escasa información histórica puede deducirse que la zona citada es el área de origen mas probable de la papaya. En la actualidad las cualidades de adaptación llegan a no ser estrictamente en zonas tropicales, sin embargo es en el tropico su ecología ideal. (CONAFRUT 1976)

2.1.3.2 SUELOS

El suelo idoneo para el cultivo del papayo debe ser aquel que le permita a la planta un gran desarrollo radicular; Para superar el anclaje de la misma y evitar pérdidas por acame, mejorar la alimentación de nutrientes para aumentar la densidad de plantas por hectárea con frutos de buena calidad y producción continua durante todo el año, así como también evitar deficiencias o excesos de humedad y a la vez -

disminuir la incidencia de enfermedades, por lo —
cuál el suelo debe ser franco, rico en nutrientes, —
con una profundidad no menor de 1.75 metros sin —
problema de manto freático superficial que afecte a
la planta en época de lluvias.

2.1.3.3 HUMEDAD

El papayo requiere de uniformidad en el aprovisiona
miento de agua, sobre todo si se considera que en
está condición la planta se encontrará en constante
crecimiento y producción durante todo el año; Una —
precipitación pluvial óptima es la que fluctúa entre —
los 1 500 y 2 000 mm., anuales.

Está probado que un exceso de agua alrededor de —
las plantas por un periodo de 48 horas, causa da—
ños de tal consideración a las raíces que afecta a —

la planta en la producción y la conduce a la muerte.

2.1.3.4 ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

La papaya producida en regiones bajas es de buena calidad en cuanto a sabor, tamaño; Y a medida que el cultivo se va haciendo a mayores alturas esas características van desapareciendo, por lo que para producir buena fruta se recomienda alturas inferiores a los 400 metros sobre el nivel del mar.

2.1.3.5 DENSIDAD DE PLANTACION POR HECTAREA.

De acuerdo con el equipo que se va a utilizar en las labores de cultivo, con el terreno, con su pendiente y con su sistema ya sea de riego o de tem-

poral varían las distancias de plantación, la variedad y la fertilidad, son también determinantes de las distancias más usuales y su respectiva densidad de población por hectárea son las siguientes :

3 x 3 metros con 1 100 plantas.

3 x 2.5 metros con 1 300 plantas.

2.5 x 2.5 metros con 1 600 plantas.

Aunque las tres distancias de plantación pueden utilizarse en realidad se prefieren la primera y la segunda para las variedades : Cera, Criollas y Mamey, en tanto que la tercera se recomienda para las variedades de porte chico, como las de tipo Hawaiano.

Las cepas se hacen para suelos francos con las siguientes medidas 30 x 30 x 30 cms., por lo menos para facilitar el desarrollo de las raíces.

En cada cepa se colocan cuatro o cinco plantas a fin - de escoger una sola que resulte con el sexo deseado.

(Anónimo 1974)

2.2 PAPAINA

La PAPAINA se puede definir como una proteasa aislada y cristalizada que se separa a partir del látex fresco obtenido del papayo; es una enzima hidrolizante (digestor de proteínas) compleja y de gran actividad, dotada de varias propiedades que le dan varios usos en las industrias.

Son escasos los trabajos sobre PAPAINA , pero existen reportes de Singh y Tripathi (1957), Krishnamurthy etal y Giorgio (en 1960), Tripathi (1961) y Comisión Nacional de Fruticultura en (1963).

La PAPAÍNA principalmente se produce en Tangañica, Ceilan y Uganda; También Sahara, Somalia, Unión Sud africana e India pero en menor escala comercial (Anonimo 1973).

La PAPAÍNA se encuentra en cualquier parte de la planta, tanto en el tallo, como en las hojas, pero donde se puede aprovechar u obtener a nivel comercial es en los frutos.

Los usos de está enzima son muy variados: En curtición se usa para depilar y ablandar pieles, en leche ría como agente de maduración de quesos, en la Foto_graffa para la separación de la plata en las películas fotograficas, en la Industria Textil para el desgomado de la seda y el tratámiento de lanas, para eliminar el apresto de la seda, el acetato cuando aquel está hecho a base de gelatina o caseína. Pero principalmente se usa en la Industria Cervecera, en Farmacopea

y en la Alimentaría.

En la Industria Cervecera se usa para la elaboración y clarificación, la cerveza contiene proteínas parcialmente divididas, que son solubles a la temperatura ambiente, pero se precipitan cuando la cerveza se enfria en el refrigerador y con la adición de PAPAINA se logran romper esos fragmentos proteínicos precipitables, de hecho hasta un punto en que se separan de la solución cuando la cerveza se guarda en el refrigerador y el líquido no se torna nebuloso. La cantidad de PAPAINA que hay que utilizar es aproximadamente de un centímetro cubico de solución por hectolitro de cerveza, es decir una relación de 1 a 1 000 000.

En Farmacopea se usa para los polvos dentríficos, como substituto de la pepsina, diferenciandose está por ser activa en estado neutro o alcalino, por lo que esta muy difundido en terapéutica.

La PAPAINE pura se usa como vermicida, destruyendo los parásitos intestinales, al destruir su cutícula queratinosa que los protege contra la acción de los jugos digestivos.

En la Industria Alimentaria, se usa como emoliente (ablandativo) de la carne en 2 formas: La Primera consiste en prepararla en solución para inyectarse en los animales antes de sacrificarlos. La Compañía SWIFT introdujo en Estados Unidos el procedimiento conocido con el nombre de "Procedimiento del Proten". Asegura una distribución equilibrada en las enzimas a través del sistema vascular del animal y suministra una cantidad suficiente a los músculos y otros tejidos, con el resultado que la carne es más tierna después de cocida. De esta manera venden mayores proporciones de carne con el nombre de la mejor de los Estados Unidos. La otra forma es como sal emoliente; a menudo mezclada con otros condimentos,

especies etc., la carne se espolvorea con esa sal - antes de someterla a cocción. Cabe advertir que si se espolvorea la carne con dicha sal inmediatamente antes de su cocción no se le da tiempo al producto para penetrar y actuar como emoliente. (IMCE 1976)

En cuanto a la producción de PAPAINA se realizaron algunos estudios; Singh y Tripathi (1957) - los hicieron de Selección de frutos para el primer rayado y tomaron en cuenta el factor Edad y el factor Tamaño.

En cuanto al factor Edad consideraron 3 tipos : de 60 días, 75 días, 90 días las producciones fueron 286.70 grs., de látex y 30.24 gramos de PAPAINA para frutos de 60 días; 231.50 gramos de látex y 26.31 gramos de PAPAINA, para frutos de 75 días 104.57 gramos de látex y 10.1 gramos de PAPAINA para frutos de 90 días.

En cuanto al factor Tamaño, tomó como base el ancho y el largo del fruto, encontrando que los frutos de ma yor tamaño producen más látex. También observó el porcentaje de PAPAÍNA obtenida del látex y fue de 11.2 en promedio.

Después de haber hecho el sangrado, rallado o extrac ción del látex de los frutos del papayo; el siguiente pa so para el método tradicional es el secado en horno - por medio de aire caliente. Con temperaturas que va rian entre los 55 °C., y 57 °C., y el tiempo de seca do durá de cuatro a seis horas; y en un ensayo preli minar que se hizo en Camerum se determinó que la le che fresca de papaya (Látex) pierde alrededor de 2 las cuatro quintas partes de su peso; es decir que por cada 5 kgs., de látex, se obtienen 1 Kilogramo de pro ducto seco, o sea que esto equivale a un 20 %. (Ans nimo 1976)

Después de H. Handler y R. Huet, en Camerum se -

hizo un estudio sobre la clasificación de variedades según su producción de látex, y encontraron que los rendimientos son en función de las condiciones ecológicas y sobre todo de la variedad de la planta. En este lugar se cultiva preferentemente la variedad Red Panamá. También establecieron que la PAPAÍNA producida por fruto es proporcional al tamaño de la misma.

A continuación se expone un cuadro que describe los rendimientos en kilogramos por hectárea y variedades diferentes . (Anónimo 1973)

CLASIFICACION DE VARIEDADES SEGUN
SU PRODUCCION DE LATEX

VARIEDADES	RENDIMIENTOS Kg / ha.
Red Panamá (Fem)	447.8
Florida	312.5
Red Panamá (Herm)	288.3

VARIETADES	RENDIMIENTOS Kg/ha.
Richbough	224.7
Ineac 329	294.6
Saigon Ronde	189.8
Amarillo	167.8
Haiti	158.3
Cuba	158.1
Colimbra	129.5
Stambough	120.1
Roja	112.8
Betty	107.7
Saigon Largo	107.6
Red Panamá	106.0
Ineac 353	87.1
Semensha	83.6
Semensha	77.0
Solo Herm	77.6
Colombo	70.9
Ineac 361	68.3
Solo Herm 143	55.7

VARIETADES	RENDIMIENTOS Kg/ha.
Azucarada	55.5
I.F.A.C. 360	52.6
Naranja	49.0
Solo Herm	36.7

2.3 METODOS DE EXTRACCION DE PAPAINA

Existen dos métodos para la extracción de PAPAINA:

El tradicional que se sigue aplicando en Cellan y Tanga
Rica y el Método Moderno a base de sustancias quími-
cas.

2.3.1 METODO MODERNO.

Este Método básicamente se divide en 3 fases que son:

- A) La Extracción del látex
- B) La Purificación y
- C) La Depuración .

La primera se hace en el campo y las últimas dos fa ses se procesan en el laboratorio.

Extracción de Látex:

El primer paso es la extracción del látex (sangría) de los frutos en la planta, esto se hace entre las 6 y 8 horas antes meridiano ya que las horas calurosas del día disminuyen la exudación del látex de los frutos, y en las horas frescas con nublados la exudación de látex es más abundante. Los frutos se limpian con una franela húmeda de una solución de sulfito de sodio al 8.3 % para desinfectarlos.

La forma de extraer el látex es haciendo 4 incisiones de 1 ó 2 milímetros de profundidad a lo largo del -

fruto.

Las incisiones se hacen con navajas de acero inoxidable, material de hueso o de plástico. (plexiglas) para evitar perder la actividad enzimática de la PAPAÍNA por oxidación ya que es sensible a materiales pesados como fierro y cobre.

Inmediatamente después de hacer las incisiones el fruto exuda el látex y se recoge en materiales que no sean metálicos, por lo general son de barro en forma de sombrillas invertidas.

A las incisiones, periódicamente y con un gotero se aplica una solución con citrato de sodio al 10 % (esto actúa como anticoagulante y amortiguador del ph) para obtener mayor cantidad de látex.

Un tiempo después se recoge el látex de los recipientes y se guardan en envases de plástico y se le agrega

una cantidad proporcionalmente igual de sulfito de sodio este se emplea al 0.5 %. Este es un agente específico para preservar y amortiguar cambios de ph. Inmediatamente se lleva al laboratorio para su tratamiento y proceso.

Purificación :

El siguiente paso se realizará en el laboratorio y se comienza con regular el ph entre 6 y 8 ya que la PAINA así tiene mayor actividad enzimática . Se puede usar un potenciómetro como el Corningo y se regula con fosfatos de sodio y Potasio en una relación 9 : 1.

El látex forma 2 capas, una acuosa y una líquida, estas capas se separan por medio de filtros o centrifugas, la parte líquida se somete a evaporación al vacío hasta su secado y queda una parte sólida que se mez-

cia con el primer residuo sólido, este material se seca y posteriormente se le agrega un volumen de alcohol en una proporción de 5 veces alcohol por una de material.

Se forma un precipitado de PAPAÍNA por decantación - que se separa del líquido restante. Posteriormente se le agrega agua para disolverlo y se le precipita nuevamente en alcohol, esta operación se repite 2 ó 3 veces hasta que se considere que la PAPAÍNA se ha purificado, ya - purificado el precipitado se seca en una estufa a una temperatura no mayor de 35 °C.

Después del secado se obtiene un polvo blanco de sabor astringente soluble al agua.

Depuración :

Si se requiere se pasa al proceso de depuración que consiste en disolver el polvo en agua, filtrar la solución y volverla a precipitar en alcohol, repitiendo la operación dos o tres veces más.

Posteriormente, el precipitado se lava en alcohol de alta pureza, se disuelve en agua fría y se mezcla con subacetato de plomo con el fin de precipitar albuminoides y peptonas sin precipitar de la PAPAÍNA.

El siguiente paso es filtrar varias veces el plomo que queda en la solución, eliminándolo con una corriente de ácido sulfhídrico caliente. Al estarse filtrando el líquido pasará hasta quedar totalmente claro, se le agrega alcohol; para decantar el precipitado y por último se seca, se muele y se envasa en recipientes opacos a la luz.

De esta manera se obtiene PAPAÍNA en estado puro -
(Singh y Tripathi 1961).

2.3.2 METODO TRADICIONAL

El método Tradicional consta básicamente de 3 pasos -
que son :

- A) La Extracción o Sangría
- B) El Secado y
- C) El Almacenamiento.

Extracción de Látex :

La extracción del látex en los frutos se efectúa casi de la misma manera que en el método moderno pero difiere -
en que no se usan sustancias químicas y se recibe el látex en sombrillas (invertidas) de barro.

Secado :

Después de haber hecho la extracción del látex de los frutos de papayo, el siguiente paso para este método que se sigue en los países de Ceilan, Tanganica y Uganda

es el secado.

Existen tres sistemas para secar la PAPAINA :

Al Sol

Al Horno

Bajo Calor al vacio.

El secado al sol rinde productos de color negrusco oxidado, de actividad enzimatica muy debil y por lo tanto no es recomendable.

El secado al Horno por medio de aire caliente aunque es algo laborioso, da un producto de color blanco cremoso y de buena calidad. La temperatura varia entre los 55 °C y 57 °C. y el tiempo de secado durá de cuatro a seis horas.

El secado a bajo calor al vacio no se practica industrialmente porque resulta muy caro.

ALMACENAMIENTO DE LA PAPAÍNA

Después del secado, que debe preveer un producto blanco cremoso y no pegajoso, pues al secarse el látex pierde viscosidad a medida que se deshidrata, hasta que pierde el agua de una manera casi absoluta. Una vez que el látex está completamente seco y estando aun caliente, se produce una trituración, se puede moler en los molinos usados comunmente para moler café, debiendo embalar se rapidamente. Los embalajes que se utilizan son:

- a) Caja protegida con papel aluminio y -
papel parafinado.
- b) Cajas y botes metálicos.
- c) Sacos dobles de tela o de papel con
polietileno.

El látex debe estar siempre en contacto con la cubierta -
parafinada (Anonimo 1973).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 ASPECTOS FISIOGRAFICOS.

El lugar donde se realizó el estudio se encuentra en la zona Centro del estado de Tabasco; Este se divide en 4 zonas que son : La Chontalpa, La Sierra, Los Rios - y el Centro que a su vez se dividen en varios municipios excepto la zona Centro que comprende solo, uno y forma una de las cuatro regiones o zonas, se localiza entre los paralelos $17^{\circ}59'15''$ de latitud norte y los $92^{\circ}55'10''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich. La Altura sobre el nivel del mar es de 50 metros.

Suelos :

Los suelos de esta región se caracterizan por ser de tipo laterítico y debido al lavado de bases, el ph de estos es típicamente ácido, son arcillosos y el tipo de arcillas que tiende a desarrollarse es el de tipo Kaolinitico de color café rojizo y rojo amarillento, profundos y en general

tienen buen drenaje.

3.2 CLIMATOLOGIA.

El clima de est área corresponde según la clasificación de Koeppen modificada por García (1964) al AF que se caracteriza por ser calido - húmedo con lluvias todo el año que alcanza laminas hasta de 3 200 mm.

La temperatura media anual es de 28 ° a 15 °C., en los meses de enero y febrero, una temperatura máxima - entre los 40 ° y 46 °C para los meses de Abril y mayo

La máxima absoluta es de 46.0 °C. y la mínima absoluta es de 10.0 °C.

La precipitación anual media es de 3 063 mm distribuidos en el año, siendo los meses de mayor precipitación Mayo con 120.0 mm., Junio con 202.5 mm, Julio con 387.7 mm y Agosto con 693.5 mm. Los meses de menor precipitación son :Febrero con 45.5, marzo 37.0 mm

y Abril con 39.3 mm siendo Marzo la época de menor precipitación pluvial en todo el año.

De los días en el año, el 17 % son medio nublados, el 34 % son nublados y despejados el 49 %.

En cuanto a la humedad relativa el 83 % es la media anual, presentandose de una manera uniforme, - siendo la máxima de 87 % en Diciembre y la mínima es en los meses de Abril Junio y Noviembre con - 80 %.

La evaporación mínima ocurre en Enero con 73 mm, máxima en Mayo con 210 mm, alcanzando una media anual de 1 449.7 mm.

Los vientos dominantes provienen del noreste, alcanzando una media anual de 9.8 mts., por segundo, - la mínima es de 5.5 y la máxima de 42 mts., por segundo.

3.3 TRATAMIENTOS

Los tratámientos utilizados fuerón :

- 1) Producción de PAPAINA de frutos femeni-
nos variedad zapote o mamey.
- 2) Producción de PAPAINA de frutos herma
froditas de la misma variedad .

Se eligierón 2 huertos en condiciones generales semejan
tes como suelos, ecología, edad y estado sanitario.

3.4 METODO UTILIZADO PARA LA EXTRACCION DE PAPAINA.

Para la obtención y procesamiento de la PAPAINA se
usó el método moderno usado por la Comisión Nacio-
nal de Fruticultura.

El método basicamente se divide en 3 fases que son:

- 1) La extracción de látex
- 2) La Purificación
- 3) La Depuración.

La primera ocurre en el campo y las dos últimas fases se procesan en el laboratorio .

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental usado para evaluar dichos tratamientos fué el de bloques al azar (Stell & Torrie - 1960) con 4 repeticiones cuyo modelo estadístico - es el siguiente :

$$y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde

y_{ij} = Es una observación del tratamiento i - esimo en el bloque j - esimo.

M = Media General de la población

T_i = Efecto del tratamiento i - esimo

B_j = Efecto del bloque j - esimo.

E_{ij} = Error aleatorio del bloque j - esimo
en el tratamiento i - esimo.

Se correlacionaron el peso del fruto como variable independiente y la producción de PAPAÑA como variable dependiente.

3.6 OBTENCION DE DATOS.

Las plantas de cada repetición se tomarón al azar - eliminando las de las orillas y los bordes.

Cada repetición constó de 15 frutos tomados de - tres plantas.

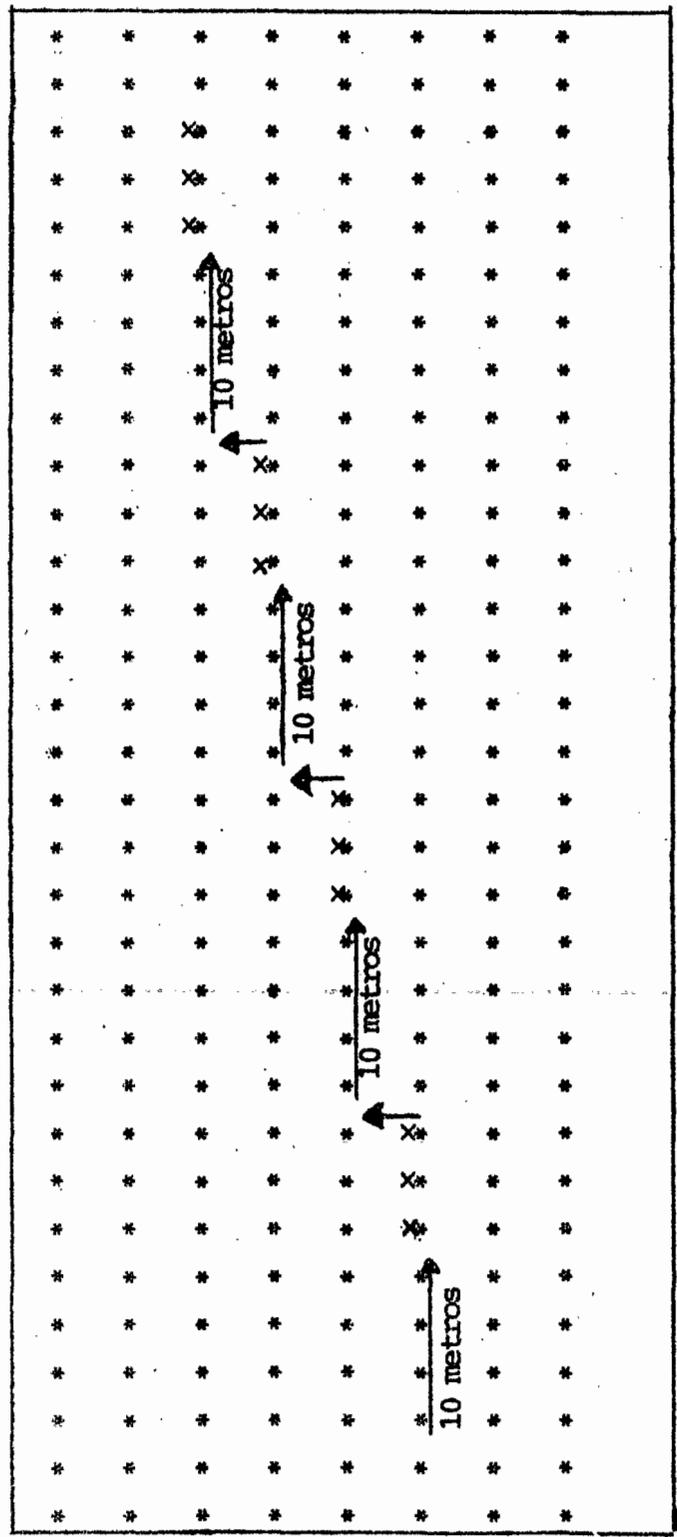
De un punto cualquiera del huerto se avanzó 10 mts.

y se tomarón las tres siguientes plantas para una repetición, se pasó a la siguiente hilera de plantas, se avanzó nuevamente 10 metros y se tomarón tres plantas para la otra repetición y así sucesivamente hasta completar las 4 repeticiones. A continuación se describe graficamente la elección de plantas para cada repetición marcadas con una "x".



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

GRAFICA DE PLANTAS SELECCIONADAS EN EL HUERTO.



Para la extracción del látex se recolectó en bolsas de polietileno, siendo una para cada fruto. Después de recolectar el látex, cada fruto se pesó en balanza de reloj y se registró para análisis estadístico. Este fue el procedimiento para los 2 huertos destinados a los tratamientos .

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

La producción de PAPAÍNA fue la siguiente; en el Cuadro No. 1 se presentan los pesos promedios de frutos provenientes de plantas de sexo femenino y Hermafrodita y sus respectivas producciones de PAPAÍNA.

CUADRO No. 1

PESO Y PRODUCCION DE PAPAINA DE FRUTOS
DE SEXO FEMENINO Y HERMAFRODITA

	SEXO	
PESO	FEMENINO	HERMAFRODITA
DEL FRUTO EN KGS.	2. 20	1.319
DE PAPAINA EN GRAMS.	0.454	0.188

El cuadro anterior nos muestra una mayor producción de PAPAINA en plantas de sexo Femenino, siendo considerablemente menor la de frutos Hermafroditas.

El análisis de varianza mostró diferencia significativa al 1 por ciento entre los tratamientos y no en bloques y repeticiones, indicando diferente comportamiento entre los sexos femeninos y Hermafroditas en la producción de PAPAINA.

CUADRO No. 2

ANALISIS DE VARIACION PARA LA PRODUCCION DE
PAPAINA EN LOS TRATAMIENTOS I Y II.

FACTOR DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	1	31.749	31.749	334.20	10.13	34.12
BLOQUES O REPETICIONES	3	6.485	2.161	22.74	9.28	29.46
ERROR EXPERIMENTAL	3	0.286	0.095			
T O T A L	7					

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

$$C.V. = \frac{.308}{4.82} \cdot 100 = 6.39 \%$$

Para conocer en forma mas precisa la magnitud de las diferencias se procedió a efectuar la prueba de t (Cocran y Cox) a los resultados :

$$t = \frac{D}{S d p}$$

D = Diferencia entre 2 medias
S d p = Desviación estandar de la diferencia de la producción

$$D = 0.434 \times 3.182 = 1.380$$

$$\text{Tratamiento I} = 27.252$$

$$\begin{aligned} \text{Tratamiento II} &= \frac{11.315}{15.937} \\ \text{Diferencia} &= \end{aligned}$$

15.937 > 1.380 y se confirma la diferencia entre tratamientos.

Como las mayores producciones de PAPAINA resultan ser para los frutos de menor peso en el sexo femenino se sometieron los datos a analisis de correlación (Stell an Torrie 1960) y como los frutos de plantas hermafroditas resultó ser lo contrarió se les efectuo también dicho analisis.

En el cuadro No. 3 se presenta la función de correlación correspondiente a plantas de sexo femenino - donde consideramos el peso de los frutos como variable independiente y la producción de PAPAINA como dependiente.

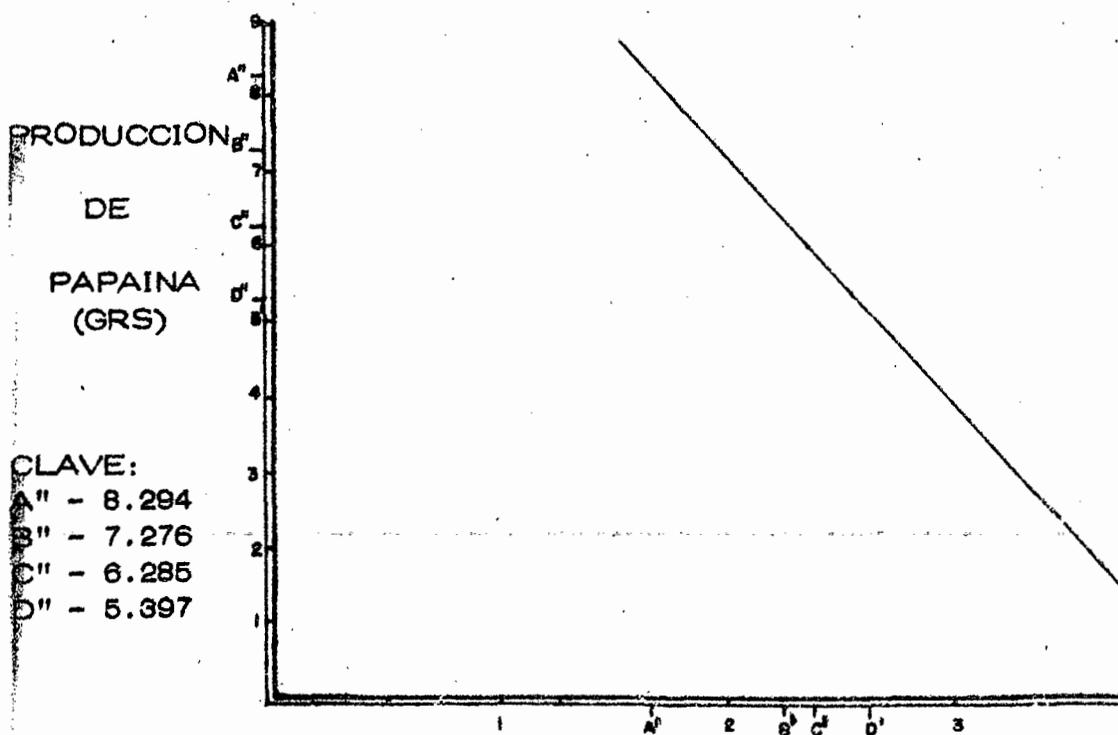
El coeficiente de correlación fue el siguiente :

$$r = \frac{\sum X_1 X_2}{\sqrt{\sum X_1^2 \sum X_2^2}}$$

$$r = -0.956$$

CUADRO No. 3

FUNCION RESULTANTE DE LA CORRELACION -
DE PESO DE FRUTO Y PRODUCCION DE PAPAIA
NA PURA PARA PLANTAS DE SEXO FEMENINO.



CLAVE:

A'' - 8.294

B'' - 7.276

C'' - 6.285

D'' - 5.397

PESO DE LOS FRUTOS (KGS)

CLAVE :

A' - 1.686

B' - 2.253

C' - 2.363

D' - 2.611

Coefficiente de correlación = - 0.956

considerando que las condiciones ecologicas para los frutos de ambos sexos fueron muy semejantes y que a estos se les hizo la extracción del látex en uniformidad de color indicando esta semejanza en estado fisiológico, que la producción individual de látex fue irregular en ambos sexos y aun para frutos de la misma planta, pero en general la producción de látex de los frutos femeninos fue mayor en relación a los hermafroditas, y que en el caso de las femeninas la producción de PAPAÍNA fue mayor para los frutos de menor tamaño y además, que es más factible un mayor cruzamiento de factores en plantas de sexo femenino que en las hermafroditas, a reserva de hacer estudios más a fondo, esto parece indicar que hay un factor genético que origina una mayor actividad en la serie compleja de grupos químicos del fruto interrelaciones entre sí, o metabolismo propiamente dicho y esto a su vez conduce a una mayor productividad de PAPAÍNA, manifestándose esto

factor contrastado al de producción de pulpa.

En el cuadro No. 4 se presenta la función de correlación correspondiente a plantas de sexo hermafrodita, donde se considerará el peso de los frutos como variable independiente y la producción de PAPAÑA como variable dependiente .

El coeficiente de correlación fue el siguiente :

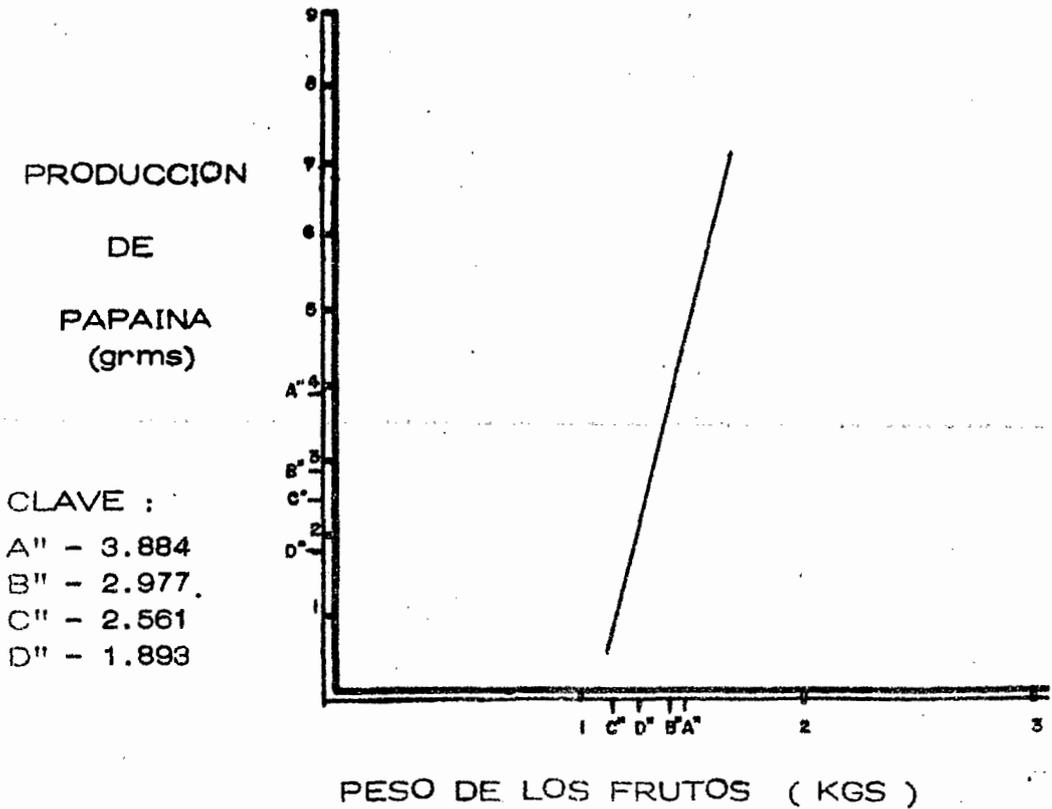
$$r = \frac{\sum X_1 X_2}{\sqrt{\sum X_1^2 \sum X_2^2}}$$

$$r = .694$$

CUADRO No. 4

FUNCION RESULTANTE DE LA CORRELACION
DE PESO DE LOS FRUTOS Y PRODUCCION
DE PAPAIA PURA PARA PLANTAS DE SEXO
HERMAFRODITA.

Factor de correlación - .694



CLAVE :

D' - 1.265
C' - 1.165
B' - 1.419
A' - 1.433

En este caso a menor peso, menor producción de PAPAÍNA, tomando las bases anteriores y además que en las plantas de sexo hermafrodita es más usual que se autofecunden y por lo tanto el cruzamiento de otros factores genéticos entre ellos, el de la productividad de látex, no se manifiesten en la misma escala que en las femeninas y por este motivo hay más homocigosis y menor vigor.

Tanto para cada fruto de ambos sexos la producción de látex fue diferente, en una misma planta algunos frutos produjeron desde menos de un milímetro de látex y otras superaron los 6 milímetros y aunque se tenían la misma madurez fisiológica no necesariamente fueron del mismo tamaño los frutos más productivos, siendo en ocasiones considerablemente menores. Por lo tanto como hay diferencia en la producción y a pesar de que provienen o son alimentados de un mismo tallo, esto indica que la producción

no se basa en la actividad metabólica de la planta - en general sino que debe tomarse en cuenta la del fruto y que va de acuerdo a los genes que los origina, y a la proximidad de las áreas de alta actividad fotosintética.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyo -
lo siguiente :

Hay diferencia en la producción de PAPAÑA entre
las plantas de sexo femenino y sexo hermafrodita -
en el papayo de la variedad Zapote o Mamey.

La producción de PAPAÑA es mayor en los frutos
provenientes de las plantas de sexo femenino.

La producción de PAPAÑA por hectárea de la va-
riedad observada en sexo femenino bajo condiciones
de trópico húmedo es de 8.8 kilogramos, conside-
rando una densidad de 1 300 plantas con 15 frutos,
cada uno de 2.2 kilogramos con una producción por
fruto de 0.454 gramos de PAPAÑA en promedio.

La producción de PAPAÑA por hectárea de la va-

riedad observada se sexo hermafrodita bajo las mismas condiciones es de 3.6 kilogramos considerando la misma densidad con 15 frutos cada uno de 1.319 kilogramos y una producción por fruto de 0.188 gramos de PAPAINE en promedio; y por último la producción de PAPAINE en cuanto al factor peso del fruto se manifiesta irregularmente.

En cuanto a las recomendaciones, para establecer una plantación de papayo de la variedad Zapote o Mamey en la que se desee aprovechar la producción de PAPAINE, deberán elegirse las plantas de sexo femenino, dejando una planta macho como polinizador por cada 24 plantas femeninas.

Así como también establecer el huerto con suelo y clima óptimo para usar la mayor densidad posible de población y obtener mayor producción por hectárea.

Las incisiones a los frutos deberan hacerse cuando esten totalmente verdes y de estas formas se obtendrá mayor cantidad de PAPAINA.

También al usar el método Moderno de extracción se gastan grandes volumenes de alcohol por lo cuál se recomienda la adquisición de un destilador para recuperar dichos volumenes.

6 . RESUMEN.

Con material de *Carica Papaya* L. de la variedad Zapote o Mamey se realizó un estudio sobre la influencia del peso y el sexo en la producción de PAPAÍNA, bajo condiciones de tropico humedo, se usó el diseño experimental de bloques al azar, los tratámientos fueron dos: 15 frutos de plantas femeninas y 15 frutos de plantas hermafroditas; para la toma de datos se ecogieron los frutos al azar eliminando orillas y bordes en la huerta, se usó el Método Moderno de extracción usado por la Comisión Nacional de Fruticultura y los resultados fueron los siguientes: 454 gramos de PAPAÍNA pura por frutos de 2.20 kilogramos en promedio para el primer tratámiento o sean plantas femeninas, y para el tratámiento de plantas hermafroditas los

resultados fueron de 188 gramos de PAPAÍNA por fruto de 1.319 kilogramos en promedio.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza y mostraron diferencia significativa al 1 por ciento entre tratamientos y no en bloques o repeticiones, se les hizo la prueba de t resultando superior el tratamiento de plantas femeninas en la producción de PAPAÍNA.

7. BIBLIOGRAFIA.

- ANONIMO -1973- Obtención y Procesamiento -
de la Papaina Conafrut-SAG
México pag, 1 - 12
- SINGH AND TRIPATHI 1961 - A new method of pa
pain production EE.UU 90-92
- SINGH AND TRIPATHI 1957-INDIAN J.HORT - I Se
lection of fruit for the studies
in the preparation of papain
EE.UU 77 -82
- KRISHNAMURTHY ET AL 1960-J.SCI. FOOD AGRIC
PILOT PLAN - Studies on -
the preparation of crude pa-
pain EE.UU. 433 - 436.
- GIORIO 1960 - Analysis of the cost of pro-
ducing, papain in Somalia.
571 - 574.
- HOROVITZ 1954 - Determinación del sexo en
Carica papaya Agron.Trop.
3 (4) : 229 - 249.

- MOSQUEDA V.R. 1970- Experimento preliminar sobre la respuesta del cultivo de pa paya a diferentes niveles de fertilización en el suelo de Veracruz ENA, Chapingo.Mex
- ANONIMO 1972 - 32 frutales, aspectos generales de su producción en México Conafrut - SAG, México Pag., 55 - 56
- ANONIMO 1974 - El papayo Conafrut - SAG México pag. 3 - 6.
- I. M. C. E. 1976- Publicación No. 495 pag. - 25 - 28 - 47.
- ANONIMO 1972 - La papaya aspectos de su cultivo y aprovechamiento Conafrut - SAG, México pag.1-14.
- ANONIMO 1976 - Introducción al cultivo del pa payo Conafrut - SAG, México Pag. 1 - 14
- ANONIMO 1976 - Botanica de la ppapaya Conafrut - SAG México Pag. 4

- ANONIMO 1973 - Desarrollo de nuevas variedades de papaya y selección de semilla Conafrut - SAG México pag. 3 - 7.
- ANONIMO 1973 - Motivos por los que algunos papayos no fructifican Conafrut SAG - México pag. 3 - 7.
- ANONIMO 198 - La papaya y cualidades que la acompañan Conafrut - SAG México Pag. 5.
- ANONIMO 1974 - Producción y comercialización de la papaya en el estado de Veracruz Conafrut - SAG México Pag. 6.
- F. C. I. V. H. 1976- Ciudad Industrial Publicación Villahermosa, Tab., Pag. 6
- TORRES Y RIOS 1967 - Bases de un programa de mejoramiento de papaya Carica papaya L. en Colombia Agronomía Tropical Vol. 17 Pag. 353.
- MICHELETTI Y RICCELLI - Descripción morfológica y citológica de una planta segregante de un cruce entre C. Cautiflora C. Monoica - Agronomía Tropical Vol. II Pag. 193.