

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**ESTUDIO DE LA MORFOLOGIA DEL FRUTO DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) SEGÚN
EL TIPO DE FLOR EN CRUZAMIENTOS CONTROLADOS; EN EL MUNICIPIO DE
CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

SERGIO GEOBÁNY LIMA SIGÜINA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DEL 2,005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | | |
|---------------|-----------|----------------------------------|
| DECANO | Ing. Agr. | Ariel Abderramán Ortiz López |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. | Alfredo Itzep Manuel |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. | Manuel de Jesús Martínez Ovalle |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. | Erberto Raúl Alfaro Ortiz |
| VOCAL CUARTO | MEP | Juvencio Chom Canil |
| VOCAL QUINTO | MEP | Bayron Geovany Gonzáles Chavajay |
| SECRETARIO | Ing. Agr. | Pedro Peláez Reyes |

Guatemala, abril del 2,005

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE LA MORFOLOGIA DEL FRUTO DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) SEGÚN EL TIPO DE FLOR EN CRUZAMIENTOS CONTROLADOS; EN EL MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación cumpla con los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,

Sergio Geobány Lima Sigüina

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por ser mi guía y mi fortaleza en el camino de la vida.

MIS PADRES: Josefa Sigüina Matías y Sergio Augusto Lima Barrera como un regalo al esfuerzo por mi superación, gracias por el ejemplo de como luchar en la vida y que todo sueño puede ser una realidad.

MI ESPOSA: Flor de María Morgan Arévalo, quien siempre fue mi apoyo y ahora el complemento de mi vida.

MI HIJA: María Fernanda Lima Morgan, el regalo máspreciado que Dios nos ha dado y mi inspiración para seguir creciendo.

MIS HERMANOS: Erika Violeta, Aníbal Antonio, Abdias y Roger Augusto Lima Sigüina, por su apoyo y solidaridad en cada momento de mi vida, gracias.

MI FAMILIA: Baudilio Morgan, María Estela Arévalo. Juliana, Romilio, Walter Morgan Arévalo por demostrarme cariño y comprensión para conseguir el éxito.

MIS ASESORES: Ing. Agr. Guillermo Méndez y muy en especial a Ing. Agr. Francisco J. Vásquez por su paciencia y colaboración para que esta investigación fuese una realidad.

MIS AMIGOS: Jorge Mairén, Roberto Bolaños y en especial a Joaquín León por ser parte importante del éxito alcanzado.

A MI FAMILIA EN GENERAL: Por su apoyo permanente a lo largo de mi vida. Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| Índice de cuadros..... | iii |
| Índice de figuras..... | iv |
| Resumen..... | v |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 2. Planteamiento del problema y justificación..... | 3 |
| 3. Marco teórico..... | 4 |
| 3.1 Marco conceptual..... | 4 |
| 3.1.1 Aspectos generales del cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 4 |
| 3.1.2 Clasificación botánica..... | 5 |
| 3.1.3 Zonificación del cultivo..... | 6 |
| 3.1.4 Expresión del sexo en los vegetales..... | 6 |
| 3.1.4.1 Expresión del sexo para una flor individual..... | 6 |
| 3.1.4.2 Expresión del sexo para una planta individual..... | 7 |
| 3.1.4.3 Expresión del sexo en grupo de plantas..... | 7 |
| 3.1.5 La Flor en papaya..... | 7 |
| 3.1.5.1 Descripción de los tres tipos básicos de flores en papaya..... | 8 |
| 3.1.6 Frutos..... | 13 |
| 3.1.6.1 Clasificación de frutos y su forma..... | 13 |
| 3.1.7 Usos medicinales..... | 16 |
| 3.1.8 Selección de plantas, flores y frutos para la propagación..... | 17 |
| 3.2 Alelos múltiples..... | 20 |
| 3.3 Marco referencial..... | 21 |
| 3.3.1 Localización..... | 21 |
| 3.3.2 Clima..... | 21 |
| 3.3.3 Suelos..... | 21 |
| 4. Objetivo..... | 22 |
| 5. Hipótesis..... | 23 |
| 6. Metodología..... | 24 |
| 6.1 Metodología experimental..... | 24 |
| 6.1.1 Fase I..... | 24 |
| 6.1.2 Fase II..... | 26 |

| | |
|--|----|
| | ii |
| 7. Resultados y discusión..... | 29 |
| 7.1 Observaciones generales de los resultados..... | 29 |
| 7.2 Cruzas y autopolinizaciones realizadas..... | 31 |
| 7.2.1 Resultados de los cruzamientos y autopolinizaciones..... | 32 |
| 7.3 Discusión de las variables cuantitativas..... | 39 |
| 7.4 Discusión de variables cualitativas constantes..... | 42 |
| 8. Conclusiones..... | 44 |
| 9. Recomendaciones..... | 45 |
| 10. Bibliografía..... | 46 |
| 11. Apéndice | 48 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| 1. Composición del fruto de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) citado por Valdez (12)..... | 15 |
| 2. Segregación de plantas pistilada, estaminada y andromonoicas, según Storey (15), 1958..... | 18 |
| 3. Factores que gobiernan al sexo en papaya (<i>Carica papaya</i> L.) por una serie alélica de tres genes alélicos, según Hofmey's 1,976..... | 19 |
| 4. Porcentaje de la descendencia en las cruas y realizadas, entre los tres genes que controlan la producción de flores, según Hofmey's, citado por Velásquez (18)..... | 19 |
| 5. Cruzas y autopolinizaciones realizadas en las diferentes expresiones sexuales según el tipo de flor y planta en el cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 28 |
| 6. Resultados de la expresión sexual y porcentaje de germinación, en las 10 cruas y autopolinizaciones realizadas en el cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 31 |
| 7. Descripción de los datos obtenidos en las variables cuantitativas expresadas en rangos y medias de las cruas y autopolinizaciones realizadas en el cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.), año 2,000-2,001..... | 40 |
| 8. Variables cualitativas que se manifestaron constantes en las cruas y autopolinizaciones realizadas en el cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 42 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1. Flor pistilada de una planta de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 9 |
| 2. Flor estaminada de una planta de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 10 |
| 3. Flor hermafrodita pentandria de una planta de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 11 |
| 4. Flor hermafrodita elongata de una planta de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... | 12 |
| 5. Fruto de papaya ovoide proveniente de una flor pistilada..... | 13 |
| 6. Fruto de papaya alargado proveniente de una flor hermafrodita elongata..... | 14 |
| 7. Fruto de papaya semi-ovoide proveniente de flores hermafrodita..... | 14 |

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA DEL FRUTO DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) SEGÚN EL TIPO DE FLOR EN CRUZAMIENTOS CONTROLADOS; EN EL MUNICIPIO DE CUILAPA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

STUDY OF THE MORPHOLOGY PAPAYA (*Carica papaya* L.), ACCORDING TO THE TYPE OF FLOWER IN CONTROLLED CROSSING; IN THE MUNICIPALITY OF CUILAPA IN SANTA ROSA.

RESUMEN

El cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.), se dice que originaria de América Central y Guatemala posee áreas con potencial para su explotación como lo es la Costa Sur, el Oriente del país y Petén, donde se está cultivando. Este cultivo es de gran importancia económica para los productores y muy rica en vitaminas “A” y “C” principalmente para los consumidores, además posee cualidades medicinales las cuales no son aprovechadas al máximo. La papaya más cultivada en Guatemala es de tipo criollo o nativa, pero posee el problema que se obtiene una gran cantidad de plantas androicas la cual es improductiva, y para lo cual se debe saber que tipo de semilla se utilizará para la siembra, siendo este el objeto por lo cual se realizó la investigación que consistió en el estudio de la morfología del fruto de papaya (*Carica papaya* L.), según el tipo de flor en cruzamientos controlados; para poder así proporcionar información importante sobre la descendencia genética de las diferentes cruas y autopolinizaciones realizadas en dicho cultivo y poder así obtenerla menor cantidad de plantas improductivas y la mayor cantidad de plantas que nos proporcionen frutos ovoide-alargados, con lo cual ayudaremos al productor de papaya a disminuir sus costos de producción.

La investigación se realizó en la finca El Jute, la cual está ubicada en el municipio de Cuilapa del departamento de Santa Rosa, en el periodo comprendido entre mayo del 2,000 para Diciembre del 2,001, utilizando para su análisis rangos y medias para variables cuantitativas y

análisis deductivo de los resultados para variables cualitativas estudiadas de acuerdo al descriptor.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar que no existe variabilidad significativa entre algunas variables debido a que se utilizó el mismo cultivar por lo que la información fue tomada como información general.

Los resultados muestran que la autopolinización de las flores hermafroditas elongatas o decandria (posee diez estambres), es donde se obtiene el 100% de plantas productivas y el mayor número de plantas que producen los frutos ovoide-alargados que son los que se desea obtener. Además se puede predecir, que la morfología del fruto depende del tipo de flor que lo produzca, así: una flor hermafrodita elongata nos producirá un fruto ovoide-alargado, una flor hermafrodita pentandria nos producirá un fruto semi-ovoide en forma de pentágono su base, una flor pistilada produce un fruto ovoide o semi-ovoide y una flor estaminada no proporcionara fruto. Esta información fue obtenida en la presente investigación y por lo cual se debe continuar con la misma, se debe evitar el desarrollo de plantas androicas en las plantaciones para no contaminar nuestros campos con plantas improductivas. De esta forma iniciaremos mejoramos nuestras plantaciones y obtendremos más información de nuestras condiciones climáticas y del material genético.

1. INTRODUCCION

El cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.), en Guatemala es de mucha importancia y el cual se ha estado impulsando debido a su consumo en fresco, de gran valor nutritivo en vitamina “C” y “A”, revistiendo importancia el látex rico en papaína la cual se obtiene de frutos jóvenes la cual como fermento es utilizada para medicamentos, sazoadores de carnes y en la industria de la cerveza (10).

La papaya (*Carica papaya* L.) es un cultivo de las zonas más cálidas del país, como lo son la Costa Sur y Oriente de Guatemala. Se cree que Guatemala es autosuficiente en la producción de papaya, esto considerando el gusto del consumidor que en su mayoría está acostumbrado a la papaya tipo criollo siendo esta de forma alargada su fruto, que es la que más se cultiva en el país (10). El fruto de la papaya es demandado por el mercado local, así como Canadá, Estados Unidos, Alemania y algunos países de Centro América cita Montenegro (10), lo cual obliga a ofrecer un producto de calidad.

La presente investigación se realizó con objetivo de obtener plantas de papaya que nos proporcionen la mayor cantidad de frutos ovoide-alargados, resultado de cruza y autopolinizaciones controladas en función de las flores y tipos de plantas usadas en las estas y poder evitar el alto porcentaje de plantas androicas o plantas improductivas que normalmente se obtienen en las plantaciones de este cultivo y las cuales aumentan los costos de producción debido a que el sexo en estas plantas solo se puede identificar en la fase de floración. Esta investigación se realizó en el municipio de Cuilapa del departamento de Santa Rosa, utilizando el material tipo criollo que es el que más se cultiva en Guatemala.

Los resultados obtenidos nos indican que las autopolinizaciones produzcan los mejores resultados con un 100% de plantas productivas y con gran cantidad de plantas productoras de frutos ovoide-alargados, obteniendo así información de nuestras propias condiciones climáticas que son de gran utilidad para los productores de papaya.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de papaya (*Carica papaya* L.), tiene gran importancia tanto para el productor como para el consumidor de esta fruta, por su rentabilidad y su valor nutritivo respectivamente como también el uso medicinal que muchas personas aprovechan de este cultivo.

El productor de papaya (*Carica papaya* L.) se encuentra con muchos problemas producidos por enfermedades como también por las plagas que son muy severos y los cuales elevan sus costos en la producción, pero existe un problema que al momento de la siembra se debe tomar en cuenta que es la expresión sexual en este cultivo debido a su alto porcentaje de plantas androicas o plantas improductivas que normalmente se presentan en este cultivo y las cuales se pueden identificar hasta la fase de floración que es el momento donde se puede identificar el sexo siendo entre los 4 a 6 meses en este cultivo, elevando así sus costos de producción debido a los cuidados que estas plantas necesitan. El agricultor por lo tanto siembra de 3 a 4 semillas por postura para poder así, al momento de seleccionar la planta que este desea sea una planta productiva y mejor así que esta produzca frutos ovoide-alargados que son los que demanda el consumidor.

Debido a la necesidad de contar con información de nuestras propias condiciones para la producción de este cultivo y poder así tener la capacidad de saber como seleccionar nuestra propia semilla para obtener plantas que nos produzcan frutos ovoide-alargados, se hicieron cruza y autopolinizaciones controladas proporcionando así la información necesaria para que los productores de papaya (*Carica papaya* L.), puedan conseguir una mayor rentabilidad del cultivo. Realizándose la investigación en el municipio de Cuilapa del departamento de Santa Rosa.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1. Aspectos generales del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)

Se considera que el cultivo de la papaya es originario de América tropical (1). La papaya es un árbol, pequeño de ramas palmadas, de madera blanda o suave, nativo de Centro América (1). El historiador Ovidio (1513-1525) citado por Storey (15), dice que se llevaron semillas a Panamá y Santo Domingo, después a Manila y que a mediados del siglo XVI la papaya se extendió rápidamente a África y a la India, y en el siglo XVIII ya era muy conocida en el mundo.

Su tronco es recto, generalmente cilíndrico, suave, esponjoso, fibroso, jugoso y hueco de color gris o café grisáceo, de 10 a 30 centímetros de diámetro y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes causadas por la caída de las hojas e inflorescencias (18).

El follaje está constituido por una corona compacta de hojas grandes en la parte terminal del tallo, alternas, palmeado lobular con 7 a 11 lóbulos, de color verde oscuro en el haz, más claro y con nervios prominentes en el envés. Los pecíolos son largos, rectos o ligeramente curvados hacia arriba en la parte distal, pueden alcanzar entre 25 a 70 cm. de longitud o más, con las características de que su centro se encuentre vacío. Las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las viejas se secan y caen (3).

Esta planta y su fruto se conoce por un sinnúmero de nombres tales como: papaya, lechosa, mamón, momoeiro, melón, zapote y fruta bomba. De todos estos el más generalizado es el de papaya, el cual parece que es de origen antillano (11).

Durante los últimos años la papaya se ha convertido en una de las frutas de importancia económica para el país, pues de unas pocas hectáreas, se estima que en 1,996 existían alrededor de unas 700 hectáreas. Las frutas de papaya maduras son ricas en vitaminas “A” y “C”. Adicionalmente reviste importancia el látex rico en papaína la cual se obtiene de los frutos jóvenes y es utilizada de muchas formas. La papaína como fermento, se utiliza para ablandar carnes, para la fabricación de medicamentos y para aclarar bebidas (9).

3.1.2. Clasificación botánica según Velásquez (7)

| | |
|----------|---------------|
| Reino | Vegetal |
| Subreino | Embroyonta |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Dillenidae |
| Orden | Pariales |
| Familia | Caricacea |
| Género | <i>Carica</i> |
| Especie | <i>papaya</i> |

La papaya es un miembro de la familia Caricaceae, una pequeña familia Dicotiledónea consistente de cuatro géneros y 31 especies. El género y el número de especies incluidos son

Carica 22; *Jarilla* 1; *Jacararia* 6; *Cylicomorpha* 2. Los primeros árboles son originarios de América Tropical, la última en África. Hasta la fecha el número de cromosomas ha sido contado en solamente ocho especies de *Carica*, todas las especies contadas tienen $2n = 2X = 18$ cromosomas (15).

3.1.3 Zonificación del cultivo

Las regiones con grandes potenciales para el cultivo de la papaya y los cuales se están explotando son: las regiones de Sur Oriente, Nor Oriente y Costa Sur, los cuales en su mayoría poseen la papaya nativa. El cultivo de papaya requiere de una temperatura que oscile de 21 a 31°C, con una precipitación que esté entre 1,500 a 2,000 mm anuales, con una humedad relativa que vaya de 70 a 85%, que exista abundante luz, suelos con adecuado contenido de materia orgánica profundos, de buena retención de humedad y buen drenaje, con alturas de 0 a 1,000 msnm, con lo cual se consiguen altos rendimientos (10).

3.1.4 Expresión del sexo en los vegetales

Cuando se habla de expresión del sexo en los vegetales se puede referir a una flor, una planta individual o grupo de plantas. Por lo que según Galun, 1977, citado por Vásquez (16), indica que este autor propone la clasificación más clara y es la que se describe a continuación:

3.1.4.1. Expresión de sexo para una flor individual

Hermafrodita: flor que tiene ambos estambres y carpelos, ($\text{♂} \text{♀}$).

Estaminada (o androica): flor que solo tiene estambres, (♂).

Pistilada: flor que solo tiene carpelos, (♀).

3.1.4.2. Expresión del sexo para una planta individual

Hermafrodita: Planta con flores hermafroditas únicamente, ($\overline{\text{♀}} \cdot \overline{\text{♂}}$).

Monoica: Plantas con flores pistiladas y estaminadas, ($\text{♀} \cdot \text{♂}$).

Androica: Planta con flores estaminadas únicamente, ($\text{♂} \cdot \text{♂}$).

Ginoica: Planta solo con flores pistiladas, ($\text{♀} \cdot \text{♀}$)

Andromonoica: Plantas con ambas flores hermafroditas y Estaminadas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \overline{\text{♂}}$).

Ginomonica: Plantas con ambas flores hermafroditas y pistiladas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \text{♀}$).

Trimonoica: Plantas con los tres tipos de flores: Hermafroditas, estaminadas y pistiladas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \overline{\text{♂}} \cdot \text{♀}$).

3.1.4.3. Expresión del sexo en grupos de plantas

Hermafrodita: grupo con solo plantas hermafroditas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \overline{\text{♂}}$).

Monoico: grupo con solo plantas monoicas, ($\text{♂} \cdot \text{♀}$) ($\text{♂} \cdot \text{♀}$).

Dioico: grupo de plantas androicas y ginoicas, ($\text{♂} \cdot \text{♂}$) ($\text{♀} \cdot \text{♀}$).

Androdioico: grupo con plantas hermafroditas y androicas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \overline{\text{♂}}$) ($\text{♂} \cdot \text{♂}$).

Ginodioico: grupo de plantas hermafroditas y ginoicas, ($\overline{\text{♀}} \cdot \text{♀}$) ($\overline{\text{♀}} \cdot \text{♀}$).

3.1.5 La flor en papaya

La papaya es muy especial en su manifestación sexual, por lo general es dioica, lo que quiere decir que una planta es androica y otra es ginoica, pero existen plantas que poseen flores hermafroditas, es decir, con flores con los dos sexos en una misma flor, que es lo que se persigue obtener en su mayoría. En términos generales las flores son pequeñas, blancas o amarillentas

muy fragantes, aparecen una o más de ellas en forma de racimos sobre la inserción de los pecíolos, pero generalmente una sola de ellas desarrolla fruto.

En algunos genotipos puede presentarse el fenómeno de las “reversiones” ó cambio de sexo según la época, por efecto de las condiciones climáticas (3).

Los tipos de flor determinan la presencia o ausencia de estambres funcionales, estigma y ovario. Los tres tipos sexuales básicos, a saber son: pistiladas, estaminadas y hermafroditas, las formas pistiladas y hermafroditas son las que producen frutos (7).

3.1.5.1 Descripción de los tres tipos básicos de flores en papaya

A. Flor pistilada Son flores llamadas hembras, de aproximadamente 5 cm., de forma algo acampanada, cáliz gamosépalo, de 5 pétalos grandes de color blanco cremoso, ligeramente carnosos y curvados, generalmente libres o imperceptiblemente soldados a su base, el ovario es grande, globoso, súpero, posee en su interior gran cantidad de óvulos en placentación parietal, la cual se puede ver en la figura 1.

La flor carece de estambres y, si a veces los tiene, son rudimentarios y no funcionan citado por Valdez (12). Esta flor depende del polen de otras flores para ser fecundada. Si un árbol produce solo flores pistiladas se llama ginoica que son plantas estables con un gen recesivo que no se afecta por cambios ambientales (3).



Figura 1. Flor pistilada de una planta de papaya (*Carica papaya* L.)

B. Flor estaminada Son flores llamadas masculinas, donde la corola es gamopétala y está formada por cinco pétalos que a la vez forman un largo tubo fino de color blanco cremoso, los pétalos son alargados y algo gruesos, con 10 estambres más o menos cortos y agrupados en círculo, de anteras amarillo-anaranjado; también presenta un pistilo rudimentario, fisiológicamente estéril, que se extiende hasta cerca de la mitad del tubo de la corola y el cual no tiene estigma (12).

Las flores estaminadas están en inflorescencias con pedúnculos largos; sin embargo, en plantas androicas, aparecen algunas hermafroditas sobre todo en períodos fríos o lugares altos, que llegan a formar frutos pequeños sin valor comercial (3). La flor estaminada se puede ver en la figura 2.



Figura 2. Flor estaminada de una planta de papaya (*Carica papaya* L.)

C. Flor hermafrodita También llamadas flores bisexuales o flores completas las cuales son flores alargadas, con pedúnculos cortos, pétalos unidos a la mitad del ovario, posee diez estambres fértiles con filamentos cortos y anteras de una coloración amarillo-anaranjado, localizados en la cara anterior de los pétalos. El ovario es de forma cilíndrica, el estilo más bien corto con un estigma notorio. El 80% de las flores son axilares (17).

Las flores hermafroditas son intermedias entre las flores pistiladas y las estaminadas, en tamaño y forma, son menos bultosas que las flores pistilada, pero no tan delgadas como las masculinas; tienen una estructura perfecta con estigma y estambres funcionales y normalmente se auto polinizan (7).

Las flores hermafroditas, por las características de la flor, han sido divididas en tres subgrupos o tipos: 1) Flores muy parecidas a las pistiladas, se les denomina pentandrias, 2) Parecidas a las

flores estaminadas son llamadas elongatas la cual se muestra en la figura 4 y finalmente 3) Intermedias o irregulares, por poseer características intermedias, son conocidas así (3).

La flor pentandria la cual se observa en la figura 3, difiere de la flor pistilada en que poseen 5 estambres fértiles que producen polen, cuyos filamentos son largos y gruesos colocados en las hendiduras de la base del pistilo, se alternan con los 5 pétalos casi libres de la corola. Poseen estigmas menos desarrollados que en las flores pistiladas, y los frutos que producen son grandes y globosos, parecidos a los que producen las flores pistiladas pero con cinco surcos bien marcados que se observan en el fruto ya formado (3).



Figura 3. Flor hermafrodita pentandria de una planta de papaya (*Carica papaya* L.)

Las flores intermedias tienen ovario funcional y número irregular de estambres, algunos de los cuales tienen adheridos sus filamentos carnosos al ovario, lo que ocasiona que se produzcan frutos deformes, de poco valor comercial, conocidos como carpelódicos o “caras de gato”. Estas flores posiblemente pertenezcan a variaciones del tipo elongata (7).

Las flores elongatas son alargadas y gamopétalas es decir los pétalos están soldados y más de un tercio de la parte inferior, poseen 10 estambres fértiles colocados en dos series de cinco cada uno, adherido al tubo de la corola, además posee un ovario cilíndrico y alargado de allí su nombre, por lo que los frutos son cilíndricos, elipsoidales o piriformes (7).



Figura 4. Flor hermafrodita elongata de una planta de papaya (*Carica papaya* L.)

En flores hermafroditas puede ocurrir esterilidad femenina o ginoesterilidad por atrofiamiento de los ovarios, debido a la interacción entre ciertos genotipos y condiciones ambientales de baja humedad en el suelo, junto con poca disponibilidad de nitrógeno (3).

También es posible que ocurra carpelodía, en donde algunos estambres se fusionan al ovario dando como resultados una deformación y posterior caída de fruto. Se da como consecuencia de una interacción entre ciertos genotipos y condiciones de baja temperatura sobre todo nocturna. A los diferentes grados de carpelodía se le atribuyen la mayoría de las formas florales elongatas.

Dado que la esterilidad y la carpelodía se producen solo en ciertos genotipos, es conveniente no seleccionar semilla de estas variedades para tratar de erradicar esas manifestaciones en próximas siembras (3).

3.1.6 Frutos

El fruto de la papaya es una baya proveniente de un ovario súpero, de pericarpio carnoso y succulento, cuyo color puede variar desde el amarillo hasta rojo. Un fruto contienen gran cantidad de semillas, ellas se desarrollan en 5 hileras adheridas a la pared interior del ovario, son oscuras y esféricas, aproximadamente de 5 mm de diámetro y recubiertas por una masa gelatinosa (3).

3.1.6.1. Clasificación de frutos y su forma

A. Fruto ovoide Este proviene de flores pistiladas. Estos frutos los cuales se muestran en la figura 5, son de forma redonda poseen mesocarpio muy delgado de gran calidad. Este fruto flota en el agua, tiene mal aspecto a los ojos del comprador y del productor (17).



Figura 5. Frutos de papaya ovoide, proveniente de una flor pistilada.

B. Fruto alargado Proviene de flores hermafroditas elongadas y se muestran en la figura 6. La base peduncular y el ápice poseen el mismo diámetro y el fruto es de forma alargada con el máximo porcentaje de pulpa. Muy consistente al madurar. El cultivo de

este tipo constituye el éxito económico del huerto comercial y la superación de una industria al seleccionar este material por la mayor proporción de pulpa en su contenido (17).



Figura 6. Fruto de papaya alargado proveniente de una flor hermafrodita elongata.

C. El Fruto semi-ovoide Proviene de flores hermafroditas de tipo pentandria de base peduncular con un diámetro perfecto pero al extremo y se presenta en la figura 7. El fruto es más bien corto y posee mayor porcentaje de pulpa en relación al tipo ovoide, también es más consistente al madurar. Prácticamente este material si puede comerciarse (17).



Figura 7. Fruto de papaya semi ovoide, proveniente de una flor hermafrodita pentandria.

La planta de papaya inicia su producción los nueve o diez meses de edad y pueden seguir produciendo hasta alcanzar los tres años, posterior a este período reducen la calidad y cantidad de frutos. Todas las partes de la planta producen un látex lechoso que emana con facilidad del tejido cuando se les provoca una herida. Dicha sustancia contiene papaína que son enzimas proteolíticas (capaces de digerir proteínas), el látex procedente de frutos verdes se ha utilizado como ablandador de carnes, en la clarificación de cerveza y vinos, para curtir pieles; además en la elaboración de goma de mascar, cosméticos y finalmente como remedio casero para aliviar afecciones digestivas, artritis, asma, constipación, diarreas, úlceras, gripes, disentería y reumatismo, entre otras aplicaciones, por lo que en un principio se le conoció internacionalmente como fruta nutritiva (3). En el cuadro 1, se presenta el análisis químico donde se muestran los contenidos nutricionales del fruto de papaya según Posadas (12).

Cuadro 1. Posadas (12), reporta que según el análisis químico hecho por INCAP para

América Latina, el fruto de papaya tiene la siguiente composición.

| COMPONENTE | FRUTO MADURO | FRUTO VERDE |
|------------------|--------------|-------------|
| Valor energético | 32 cal. | 28 cal. |
| Humedad | 90.7 % g. | 91.6 % g. |
| Proteína | 0.1 % g. | 0.1 % g. |
| Carbohidratos | 8.3 % g. | 6.9 % g. |
| Fibra | 0.6 % g. | 0.8 % g. |
| Ceniza | 0.4 % g. | 0.6 % g. |
| Calcio | 20.0 mg. | 41.0 mg |
| Fósforo | 13.0 mg. | 22.0 mg |

| | | |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Hierro | 0.4 mg. | 0.3 mg |
| Vitamina A | 110.0 mcg. | -- |
| Tiamina | 0.03 mg. | 0.04 mg. |
| Riboflavina | 0.04 mg. | 0.04 mg. |
| Niacina | 0.3 mg. | 0.2 mg. |
| Ácido Ascórbico | 46.0 mg. | 6.0 mg. |
| Porción no comestible | 25 % cáscara | 18 % cáscara |
| | 19 % semilla | 19 % semilla |

3.1.7. USOS MEDICINALES

En América Latina y en el Caribe, se utiliza el látex para combatir los parásitos intestinales las niguas, llagas o úlceras, dando muy buen resultados (7).

Las flores de la papaya, hervidas y concentrada la decocción en forma de jarabe, sirve para aliviar la tos en los estados catarrales y es además expectorante (7).

Las semillas de la papaya son usadas como antihelmínticas, emenagogas, febrífugas. Algunos nativos de las Antillas Menores y Sur América las mascan para calmar la sed, considerándolas estimulantes y por gustarles el sabor algo picante. El aceite de la semilla se usa como medicina (7).

El hecho simple de que la papaya facilite la digestión y asimilación de grandes cantidades de proteína, abre una excelente oportunidad a los afectados de tuberculosis, de acuerdo con la opinión de que una dieta rica en proteínas y pobre en carbohidratos ayuda, aún en los casos más avanzados, a una curación rápida y a la cicatrización de las lesiones producidas por este mal (7).

Además, la papaya es comida fresca, en la confección de helados, cócteles, batidos, dulces en almíbar, etc. (7).

3.1.8 Selección de las Plantas, Flores y Frutos para la propagación

El sexo de las plantas de papaya se reconoce cuando se inicia la floración, entre los cinco y seis meses después de trasplantadas al campo definitivo. Sin embargo, ello resulta tardío, ya que cuando estas están desarrolladas se corren el riesgo de que el huerto tenga alta producción de plantas androicas (Improductivas). Para evitar que suceda esto, las semillas deben tomarse de los frutos redondeados o de frutos alargados ya que estos se han originado de flores pistiladas y hermafroditas respectivamente (8).

Las semillas de la papaya pueden dar origen a plantas de diferentes sexos: Androicas, ginoicas, hermafroditas, monoicas, andromonoicas, ginomonoicas y trimonoicas, según haya ocurrido la fecundación de las flores que originaron los frutos. Por lo que si realizamos las siguientes cruces los huertos serán más o menos productivos y con distintas características de los frutos:

- a. Si la semilla proviene de la unión de una flor hermafrodita y de una estaminada, se obtendrá $\frac{1}{3}$ de plantas androicas, $\frac{1}{3}$ de plantas ginoicas y la otra tercera parte será hermafroditas (8).
- b. Si las semillas del fruto provienen del cruce de una flor hermafrodita con una flor pistilada, la mitad de las plantas serán ginoicas y la otra mitad hermafroditas, todas capaces de fructificar (8).

- c. Si el cruce es de una flor hermafrodita con otra hermafrodita, no hay autofecundación 2/3 de las semillas darán plantas hermafroditas y 1/3 serán ginoicas (8).

Para que todas las plantas del huerto sean productivas conviene que las semillas provengan de cruces de flores hermafroditas por pistiladas o hermafroditas por hermafroditas (ó autofecundación de hermafroditas) (8).

Storey 1,958 (15), clasifico los árboles de papaya en 31 fenotipos sobre la base de pedúnculos largos ramificados y de estaciones sexuales sensibles. 15 de estas variaciones son entre árboles andromonoicos. El principal fenotipo es el árbol ginoico.

Aparejamiento entre las formas básicas sexuales producen progenies segregando, como se muestra en el cuadro 2, en el cual P= pistilada, S= estaminada y A= andromonoica.

Cuadro 2. Segregación de plantas pistiladas, estaminadas y andromonoicas, según Storey (15), 1,958.

| APAREJAMIENTO | P | S | A |
|---------------|---|---|---|
| P X S | 1 | 1 | - |
| P X A | 1 | - | 1 |
| S X S | 1 | 2 | - |
| A X A | 1 | - | 2 |
| A X S | 1 | 1 | 1 |
| S X A | 1 | 1 | 1 |

Hofmey's 1,976, citado por Velásquez (18), aclaró en África del Sur, la constitución genética del papayo. Para ello clasificó a los factores que gobiernan al sexo por tres genes alélicos que operan de acuerdo con un solo factor, (cuadros 2 y 3).

Cuadro 3. Factores que gobiernan al sexo en papaya por una serie de tres genes alelicos.

| FACTOR | TIPO GENETICO |
|------------------------------|---------------|
| 1) m = para la femineidad | m m |
| 2) M1 = para hermafroditismo | M1m |
| 3) M2 = para la masculinidad | M2m |

En el cuadro 4, se presentan los resultados obtenidos por Hofmey's al realizar los cruzamientos.

Cuadro 4. Porcentaje de la descendencia en las cruzas realizadas, entre los tres genes que controlan la producción de flores, según Hofmey's, citado por Velásquez (18).

| CRUZAS | % DESCENDENCIA |
|-------------|----------------------------------|
| 1 M2m X m m | 50% M2m + 50% m m |
| 2 M1m X m m | 50% M1m + 50% m m |
| 3 M2m x M1m | 33.3% m1m2 + 33.3% M1M + 33.3% m |
| 4 M1m X M1m | 66.6% M1m + 33.3% m m |

Observándose que al cruzar una flor estaminada x una pistilada se obtuvo una descendencia de el 50% de plantas androicas y el 50% de plantas ginoicas (18).

Al cruzar una flor hermafrodita x una pistilada se obtuvo un 50% de plantas hermafroditas y un 50% de plantas ginoicas (18).

Al cruzar una flor estaminada por una flor hermafrodita el porcentaje en la descendencia fue de partes iguales para los tres tipos genéticos sexuales (18).

Por último al cruzar flores hermafroditas se obtuvo una descendencia de $\frac{2}{3}$ de plantas hermafroditas y $\frac{1}{3}$ de plantas ginoicas (18).

3.2. Alelos múltiples

El número máximo de alelos que posee un individuo en un locus génico es dos, uno en cada cromosoma homólogo. Pero debido a que un gene puede cambiar o mutar en sus formas alternativas, por el proceso de mutación, teóricamente es posible encontrar un gran número de alelos en una población de individuos. Si se identifican más de dos alelos en un locus génico, se tienen una serie de alelos múltiples (14).

Hofmeyer ha aclarado la constitución genética de la papaya en cuanto a los factores que gobiernan al sexo. El sexo de las flores que produce una planta de papaya, esta controlada por tres genes alélicos que operan de acuerdo con un solo factor mendeliano; donde m es para femineidad, M1 para hermafroditismo y M2 para masculinidad (11).

3.3. Marco referencial

3.3.1 Localización

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la finca El Jute, perteneciente al municipio de Cuilapa en el departamento de Santa Rosa. Dicho municipio tienen como límites al Norte Nueva Santa Rosa y Casillas (Santa Rosa); al Este con Oratorio y San José Acatempa (Jutiapa); al Sur con Chiquimulilla (S. R.); Santa María Ixhuatán y Oratorio (S. R.). La finca El Jute está situada a una altura de 500 msnm con una latitud norte de 14°15' 10" y longitud oeste de 90°16' 42" (4, 5,6). El material genético que se utilizó es el local o criollo.

3.3.2 Clima

Según Holdridge, citado por De la Cruz (2), la zona ecológica a la que pertenece la finca El Jute, es la zona de vida de Bosque muy Húmedo Subtropical (Cálido) con las siglas bmh-S(c), con una precipitación que oscila entre 1200 a 2000 mm. Posee una temperatura media anual de 20 a 25°C y una evapotranspiración potencial de 1000 a 1200 mm.

3.3.3 Suelos

Según Simmons (13), los suelos que predominan en esta región están entre la serie Cuilapa, los cuales son de textura franco arcillosa, poco profundos, de color café o café rojizo y formados sobre material volcánico, de topografía inclinada.

4. OBJETIVO

Determinar la mejor cruza o autopolinización que produzca la mayor cantidad de frutos ovoide-alargados por medio de cruzamientos controlados en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.).

5. HIPOTESIS

Es factible predecir la proveniencia del fruto ovoide-alargado, según el tipo de flor utilizada en cruzamientos controlados en papaya (*Carica papaya* L.)

6. METODOLOGIA

El área del departamento de Santa Rosa es de gran potencial para el cultivo de la papaya y el cual está siendo explotado de buena forma (9).

Este trabajo se realizó en el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa, con una plantación que se encontraba en la fase de floración y de fructificación donde se inició la fase I.

6.1. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1.1. FASE I

A. Selección de plantas Se seleccionaron plantas ginoicas, androicas, hermafroditas y andromonoicas según la clasificación de Galun citada por Vásquez (16), conforme al examen de las flores que expresaron las plantas. La selección se realizó en la fase de floración que es la fase donde se puede determinar la expresión del sexo, donde se tomaron 2 plantas por cada tipo de expresión del sexo para cada cruce que hacen un total de 32 plantas.

B. Realización de cruces Luego de identificar plenamente las plantas de papaya en base a la expresión del sexo, se aislaron físicamente los diferentes tipos de flores y cubrieron con bolsas de papel, no tomando en cuenta las primeras flores producidas por la planta, debido a que los frutos que se obtienen de estas, pueden presentar problemas fisiológicos (algunas veces sin semillas), por lo que las flores fueron tomadas del medio del área de floración.

Las flores se cubrieron antes de que se realizara la antesis, para evitar con ello la contaminación de granos de polen extraño por los insectos o el viento. La flor hermafrodita se emasculó antes de la antesis para evitar una autopolinización. Se aprovecharon las flores hermafroditas de autopolinización para obtener polen y realizar las cruzas que necesiten este tipo de polen y evitar aislar otras flores. Luego de aisladas las flores se procedió a realizar las cruzas y autopolinizaciones que se presentan en el cuadro 5.

La flor polinizada fue cubierta nuevamente con bolsa de papel, evitando la contaminación de la crusa de otro tipo de polen para que se tuviera así la seguridad de que el fruto fuera el producto deseado de los progenitores cruzados. Se tuvo un control constante hasta la aparición del fruto el cual fue identificado.

C. Cruzas a realizar

- a. Cruza A** Se cruzó una flor pistilada de una planta ginoica con una flor estaminada de una planta androica, esta se realizó con un pincel esterilizado transportando los granos de polen de las anteras de la flor estaminada al estigma de la flor pistilada y luego se volvió a cubrir con la bolsa de papel, hasta tener la formación del fruto.

De la forma como se realizó la crusa antes descrita, se realizaron las cruzas y autopolinizaciones 16 en total, las cuales se describen en el cuadro 5.

Realizada esta fase, se esperó hasta llegar a la etapa de madurez fisiológica del fruto en la planta, siendo cosechado y del cual se obtuvo la información necesaria para la investigación. La semilla obtenida de los frutos producto de las cruza se utilizó para la realización de la fase II.

6.1.2. FASE II

Luego de la cosecha de los frutos producto de las cruza, de la cantidad total de semilla de cada fruto, se tomó una muestra de 25 semillas al azar, las cuales fueron sembradas, en un surco para cada muestra de semillas, obteniendo con ello la información necesaria de la expresión del sexo y otras variables a estudiar.

6.2.3. Se estudio el tipo morfológico del fruto versus la flor de donde provenían.

6.2.4. Estudiando el número de semillas por planta y el número de plantas productoras de frutos ovoide-alargados, se tomó la de mayor proporción de plantas que produjera el tipo de fruto ovoide-alargado.

Toma de Datos Estos datos se tomaron a la progenie resultado de las cruza.

1. Variable Cualitativa

- | | |
|---|---|
| 1.- Color del tallo al trasplante | 7.- Color del mesocarpio maduro |
| 2.- Presencia de ramas | 8.- Forma de la semilla |
| 3.- Color de la flor | 9.- Textura de la semilla |
| 4.- Color de las anteras | 10.- Color de la semilla |
| 5.- Forma del fruto | 11.- Brillo de la semilla |
| 6.- Color del epicarpio del fruto maduro. | 12.- Facilidad de separa la semilla de la placenta. |

2. Variables Cuantitativas

- | | |
|---|---|
| 1.- Altura de la planta a floración (mts) | 6.- Relación ancho-largo del fruto |
| 2.- Días al inicio de la floración | 7.- peso del fruto (gr.) |
| 3.- Días a cosecha, en base a la pérdida de color verde en el ápice | 8.- Número de semillas por fruto |
| 4.- Ancho del fruto (cms) | 9.- Porcentaje de germinación |
| 5.- Largo del fruto (cms) | 10.- Sabor del mesocarpio del fruto maduro (grados brix). |

Las variables cualitativas se analizaron por sus frecuencias, porcentajes y medias. Las variables cuantitativas fueron analizadas por su media, rango de distribución y porcentajes.

Cuadro 5. Cruzas y autopolinizaciones realizadas en las diferentes expresiones sexuales según el tipo de flor y planta en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)

| CRUZA | FLOR | TIPO DE PLANTA |
|-------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 | ♀ X ♂ | GINOICA X ANDROICA |
| 2 | ♀ X ♂ | GINOICA X ANDROMONOICA |
| 3 | ♂ ₁ X ♂ | HERMAFRODITA X ANDROICA |
| 4 | ♂ ₂ X ♂ | HERMAFRODITA X ANDROICA |
| 5 | ♂ ₁ X ♂ | HERMAFRODITA X ANDROMONOICA |
| 6 | ♂ ₂ X ♂ | HERMAFRODITA X ANDROMONOICA |
| 7 | ♂ ₁ X ♂ | ANDROMONOICA X ANDROMONOICA |
| 8 | ♂ ₂ X ♂ | ANDROMONOICA X ANDROMONOICA |
| 9 | ♀ X ♂ ₁ | GINOICA X HERMAFRODITA |
| 10 | ♀ X ♂ ₂ | GINOICA X HERMAFRODITA |
| 11 | ♂ ₁ X ♂ ₂ | HERMAFRODITA X HERMAFRODITA |
| 12 | ⊙ ₁ | ANDROMONOICA |
| 13 | ♂ ₂ X ♂ ₁ | HERMAFRODITA X HERMAFRODITA |
| 14 | ⊙ ₂ | ANDROMONOICA |
| 15 | ♂ ₁ X ♂ | ANDROMONOICA |
| 16 | ♂ ₂ X ♂ | ANDROMONOICA |

♀ = Flor pistilada

♂ = Flor estaminada

♂₁ = Flor hermafrodita pentandria

♂₂ = Flor hermafrodita elongata

⊙ = Autopolinización en una planta hermafrodita

♂ X ♂ = Autopolinización en una planta andromonoica

De cada una de las cruzas antes descritas, se realizaron 5 de cada tipo.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. OBSERVACIONES GENERALES DE LOS RESULTADOS

Durante la realización del estudio de la morfología del fruto de papaya (*Carica papaya* L.), según el tipo de flor en cruzamientos controlados en el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa, se registraron datos de 22 variables 10 son cuantitativas y 12 fueron cualitativas, de las cuales 10 de ellas manifestaron variabilidad y 12 fueron constantes, estas se reportan en los cuadros 6, 7 y 8.

Se obtuvo información general del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). Siendo este cultivo semi perenne y con un contenido de flores donde se pueden obtener como ya se ha mencionado las distintas expresiones sexuales de las flores como pistiladas, estaminadas y hermafroditas, observándose en esta investigación que durante los meses de marzo, abril y mayo, que son los meses más calurosos en Guatemala país, este cultivo presenta cambios en su expresión sexual ya que conforme la temperatura aumenta y la madurez fisiológica de la planta va avanzando, la planta hermafrodita se convierte en una planta andromonoica (planta con flores hermafroditas y estaminadas), con el apareamiento de flores estaminadas en la parte axilar de estas plantas.

La planta andromonoica posee algunas veces dos tipos de flor hermafrodita, siendo estas la hermafrodita pentandria (flor con cinco estambres) y la flor hermafrodita elongata o decandria (flor alargada con 10 estambres) las cuales se pueden identificar fácilmente, por el número de estambres en cada una de ellas y su forma, siendo la hermafrodita elongata una flor alargada y la hermafrodita pentandria una flor que es más corta y es muy parecida a una flor pistilada (3).

La flor hermafrodita pentandria conforme la temperatura aumenta, principalmente durante los meses antes mencionados, presenta problemas de atrofiamiento (carpelodia) fusionándose los estambres con el pistilo provocando la formación de frutos de mala apariencia a los cuales los han denominado como cara de gato (3). Comercialmente son de poca importancia, a la vez el abortamiento de flores y frutos es severo en plantas con este tipo de flor, obteniéndose así en esta época un bajo porcentaje de dicho tipo de flor el cual va disminuyendo hasta no poder encontrar este tipo de flor en las plantaciones de papaya en estos meses del año.

Con respecto a la expresión del sexo del resto de las flores como, flores pistiladas y estaminadas se observó un comportamiento normal por lo que no se presentó ningún problema. Únicamente que en algunos cruzamientos se tuvo problemas en el cuaje de los frutos, los que se discuten posteriormente. Con respecto a la expresión del sexo por planta se observó que se contaba al inicio de la floración con plantas androicas(planta macho, solo posee flores estaminadas), ginoicas(planta hembra la cual solo presenta flores estaminadas en su morfología floral) y plantas hermafroditas(plantas que poseen solo flores hermafroditas encontrándose dos tipos de estas, las flores hermafroditas pentandria y las flores hermafroditas decandrias o elongatas siendo flores completas ya que presentan los dos sexos en la misma flor), pero el comportamiento de estas fue afectado directamente por el apareamiento de las flores estaminadas axilares las cuales aparecían en las plantas hermafroditas por lo que estas plantas hermafroditas se convirtieron en plantas andromonoicas ya que contaban con flores hermafroditas y estaminadas, obteniendo al final plantas androicas, ginoicas y andromonoicas.

En el cuadro 6, el cual se presenta en la siguiente pagina, muestra los resultados obtenidos en los diferentes cruzamientos y autopolinizaciones realizadas, obteniendo información de la

expresión sexual de las progenies de las cruzas y el porcentaje de germinación, con lo cual se puede inferir sobre los objetivos que se persiguen en la presente investigación.

7.2. CRUZAS Y AUTOPOLINIZACIONES REALIZADAS

CUADRO 6. Resultados de la expresión sexual y porcentaje de germinación en las 10 cruzas y autopolinizaciones realizadas en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.)

| CRUZA O AUTOPOLINIZACIÓN | REPRESENTACION DE LA FLOR | TIPO DE PLANTA | % DE GERMINACION | EXPRESION DEL SEXO/No. DE PLANTAS OBTENIDAS | | | NUMERO DE PLANTAS PRODUCTIVAS |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------|---|-----------|-----------|-------------------------------|
| | | | | G | AM | A | |
| 1 | ♀ X ♂ | G X A | 90 | 56% 14 | 0% 0 | 44% 11 | 14 |
| 2 | ♀ X ♂ | G X AM | 85 | 32% 8 | 68% 17 | 0% 0 | 25 |
| 3 | ♂ _{1/2} X ♂ | AM X A | 80 | 32% 8 | 48% 12 | 20% 5 | 20 |
| 4 | ♂ _{1/2} X ♂ | AM X AM | 92 | 32% 8 | 64% 16 | 4% 1 | 24 |
| 5 | ♀ X ♂ _{1/2} | G X AM | 90 | 40% 10 | 60% 15 | 0% 0 | 25 |
| 6 | ♂ _{1/2} X ♂ _{1/2} | AM X AM | 90 | 52% 13 | 48% 12 | 0% 0 | 25 |
| 7 | ♂ _{1/2} | AM | 85 | 44% 11 | 56% 14 | 0% 0 | 25 |
| 8 | ♂ _{1/2} X ♂ _{1/2} | AM X AM | 90 | 36% 9 | 64% 16 | 0% 0 | 25 |
| 9 | ♂ _{1/2} | AM | 95 | 16% 4 | 84% 21 | 0% 0 | 25 |
| 10 | ♂ _{1/2} X ♂ | AM | 90 | 20% 5 | 80% 20 | 0% 0 | 25 |

DONDE:

♀ = Flor pistilada

♂ = Flor estaminada

♂₅ = Flor hermafrodita pentandria

♂₁₂ = Flor hermafrodita elongata (decandria)

⊕ = Auto polinización de flor hermafrodita

♂ X ♂ = Autopolinización de flor hermafrodita con Flor androica en una planta andromonoica.

G = Planta ginoica

AM = Planta andromonoica

A = Planta androica

* = Planta hermafrodita se asume como andromonoica.

7.2.1. RESULTADO DE LOS CRUZAMIENTOS Y AUTOPOLINIZACIONES

En el cuadro 5, se presentan las 16 cruza y autopolinizaciones planificadas de las cuales se obtuvieron resultados positivos únicamente 10 entre cruza y autopolinizaciones descritas en el cuadro 6. Siendo 5 cruza y 1 autopolinización las cuales no se realizaron y se encierra en paréntesis los números de estas, las cuales se observan en el cuadro 5, (3): cruce de una flor hermafrodita pentandria de una planta hermafrodita con una flor estaminada de una planta androica, (5): una flor hermafrodita pentandria de una planta hermafrodita con una flor estaminada de una planta andromonoica, (7): una flor hermafrodita pentandria de una planta andromonoica con una flor estaminada de una planta andromonoica, (8): una flor hermafrodita decandria de una planta andromonoica con una flor estaminada de una planta andromonoica, (9): una flor pistilada de una planta ginoica con una flor hermafrodita pentandria de una planta

hermafrodita y la (15): autopolinización de una flor hermafrodita pentandria con una flor estaminada de la misma planta andromonoica. No se pudieron realizar debido a problemas de expresión sexual en el caso de plantas hermafroditas que se convirtieron en plantas andromonoicas, otras por no poder tener presencia de flores como es el caso ya conocido con la hermafrodita pentandria como de aborto y cuaje de frutos.

A.CRUZA 1 Esta cruza es el resultado de cruzar una flor pistilada de una planta ginoica (planta hembra) con una flor estaminada de una planta androica (planta macho). Su facilidad en la polinización por ser la planta ginoica una de las más fáciles de identificar y la cual posee el tipo de flor mas grande, por lo cual no da problemas para su fecundación. Esta cruza posee el problema grande que proporciona una gran cantidad de plantas androicas 11(44%) siendo estas improductivas su interés comercial se pierde, además esta cruza proporcionó un total de 14(56%) plantas ginoicas las cuales producen el tipo de fruto ovoide o redondo y en este caso se pudo observar un fruto de buen tamaño, buen peso y de muy buena apariencia.

Los frutos que se obtuvieron en esta cruza fueron semi-alargados los cuales provienen de flores pistiladas, no presentando la tradicional forma ovoide y esto se debe al manejo que se ha venido realizando en esta plantación, el cual consiste en no dejar que en cada generación obtenida de este cultivar las plantas androicas que se presenten no puedan realizar la fase de la antesis y así contaminar este campo obteniendo así en cada generación una mejora genética y por lo tanto el fruto obtenido es de mejor calidad y este material genético se va uniformizando.

Lo negativo de esta cruza es el alto porcentaje de plantas androicas obtenidas y lo cual la convierten en una cruza comercialmente no rentable para el productor de papaya que cada día

pretende aumentar su productividad y a la vez disminuir sus costos de producción. Una de las variables que sí llama mucho la atención en esta cruce es el alto contenido de azúcar en el fruto lo cual lo reflejan los 11.6 grados Brix que es muy bueno, siendo esta cruce la que tiene el porcentaje más alto y la convierte en la cruce que proporciona el fruto más dulce. La semilla obtenida de estos frutos presentó un porcentaje de germinación del 90%.

B. CRUZA 2 En esta cruce se utilizó una flor pistilada de una planta ginoica y el polen de una flor estaminada de una planta andromonoica. Esta cruce al igual que la anterior se facilita trabajarla ya que el tipo de planta y flor requeridas para su realización es fácil identificarlas. La planta ginoica no presenta problemas para su polinización y la planta andromonoica por la gran cantidad de flor estaminada ofrece un buen potencial para la realización de dicha cruce, obteniendo así una buena cantidad de plantas andromonoicas y ginoicas siendo estas 8(32%) y 17(68%) respectivamente, la cual la convierte en una buena cruce ya que el total de plantas son productivas, además es la tercera cruce con mayor dulzura con 10.2 grados Brix obtenidos.

Esta cruce presentó el problema de ser un poco difícil el cuaje del fruto de este fruto, esto se debe a la flor estaminada obtenida de la planta andromonoica. Se realizaba la cruce pero la flor y el fruto pequeño era abortado, realizándose así varias cruces hasta conseguir los resultados que se muestran en el cuadro 6. La flor estaminada que se expresó en la planta andromonoica posee un pistilo rudimentario y una buena cantidad de estambres y esta flor no produce fruto debido a que tiende a caerse luego de realizada la antesis. Esta cruce es una buena opción para su utilización en la producción de papaya comercialmente ya que la mayoría de plantas que produce proporcionan el fruto ovoide alargado que es el que pretendemos obtener por ser el más

consumido. El porcentaje de germinación de la semilla proveniente del fruto obtenido de esta cruza fue del 85%.

C. CRUZA 3 Al cruzar una flor hermafrodita elongata de una planta andromonoica con el polen de una flor estaminada de una planta androica, la polinización es muy fácil de realizar debido al alto porcentaje de flores que poseen estas plantas así también la facilidad con que se obtiene el cuajado de los frutos, esta cruza proporcionó 5(20%) plantas androicas, 8(32%) ginoicas y 12(48%) andromonoicas de un total de 25 plantas, lo cual la convierte en una cruza no deseada por el alto porcentaje de plantas improductivas que posee, las cuales elevan los costos de producción debido a que la identificación de estas plantas se realiza hasta la fase de floración con lo cual los gastos incrementan en el mantenimiento de las plantas improductivas y el riesgo de contaminar los campos con polen de flores estaminadas de plantas androicas aumenta. Esta cruza es la número 7 en cuanto a su dulzura y esto la convierte en una cruza de frutos con grados brix 9.5 aceptables en promedio. Las semillas de esta cruza presentaron un 80% de germinación.

D. CRUZA 4 El cruzar una flor hermafrodita elongata de una planta andromonoica con una flor estaminada de una planta andromonoica se obtuvieron los siguientes resultados: 1(4%) planta androica, 8(32%) plantas ginoicas y 16(64%) plantas andromonoicas, siendo una cruza fácil de realizar por la amplia cantidad de flores y plantas de este tipo, presentando siempre el problemas en el cuajado de la flor y fruto pequeño.

En cuanto a la dulzura de los frutos obtenidos de esta cruza fue de 9.2 grados brix lo cual es un promedio aceptable lo cual nos da la idea de ser la una buena cruza en cuanto a sabor de fruto, además por proporcionarnos una planta androica la convierte en una cruza que no es muy

recomendable realizar para la obtención de semilla para su comercialización. El porcentaje de germinación que se obtuvo de estos frutos fue de 92%.

E. CRUZA 5 Fue realizada con flores pistiladas de plantas ginoicas con polen de flores hermafroditas elongatas o decandria de plantas andromonoicas obteniéndose en esta cruza una proporción de 10(40%) plantas ginoicas y 15 (60%) plantas andromonoicas y ninguna androica, convirtiéndose en una buena opción para la producción de semillas ya que todas las plantas que posee son productivas. Para la realización de la cruza es fácil por la gran cantidad de plantas y flores disponibles para su polinización como también la facilidad del cuajado de los frutos en cuanto a su dulzura ocupa el sexto lugar con un 9.6 grados brix que es bueno, esta cruza es una buena opción para el productor de papaya. El porcentaje de germinación que obtuvimos de esta cruza es del 90%.

F. CRUZA 6 De el cruzamiento entre una flor hermafrodita pentandria que proviene de una planta andromonoica con una flor hermafrodita elongata proveniente de una planta andromonoica se obtuvieron 13(52%) plantas ginoicas y 12(48%) plantas andromonoicas, siendo una buena opción ya que las plantas obtenidas son productivas en su totalidad. Esta es una de las cruza más difíciles debido a los problemas antes mencionados con el tipo de flor hermafrodita pentandria la cual es difícil de encontrar en los mes de abril y mayo o sea los meses más calurosos del año, ya que en estos meses esta flor tiende a desaparecer, pero podría ser una buena opción si los cruzamientos se realizaran en los meses menos calurosos del año.

En esta cruza se presentaron frutos pequeños y de mala apariencia comercial, además se tuvo mucho abortamiento de flor y fruto por lo que la convierte en una cruza difícil de realizar, debido

a los problemas mencionados. En esta cruz el problema no son las plantas androicas sino la mala calidad de los frutos, esto se le atribuye a problemas ambientales, también se pudo reflejar que es la cruz con la dulzura más baja con 7.8 grados brix en esta investigación, por lo que esta cruz no es muy recomendable para fines comerciales. El porcentaje de germinación que proporcionó esta cruz fue de 90%.

G. CRUZA 7 Los resultados obtenidos de esta autopolinización de una flor hermafrodita pentandria de una planta andromonoica, las autopolinizaciones que se realizaron fueron varias, debido a que se perdieron algunas practicadas por aborto ya sea de la flor como del fruto fecundado. Obteniendo de las autopolinizaciones frutos de mala calidad, pequeños y con mala apariencia lo cual comercialmente no son del agrado del consumidor no solo por su mala apariencia, posee una dulzura de 9.2 grados brix en sus frutos que es aceptable. Pero lo que se pudo observar es que la progenie que se obtiene de la semilla extraída de estos frutos producto de las autopolinizaciones, convierten a estas en una buena opción por su gran porcentaje de plantas productivas que aporta siendo la totalidad de las plantas productivas con 11(44%) de plantas ginoicas, 14(56%) de plantas andromonoicas con gran potencial para la producción de semillas. Los frutos de flores hermafroditas pentandrias siempre son pocos en una planta sea esta hermafrodita o andromonoica ya que la flor que más predomina en este tipo de plantas es la flor hermafrodita decandria o elongata. El porcentaje de germinación de esta autopolinización fue de 85%.

H. CRUZA 8 Cuando cruzamos una flor hermafrodita elongata de una planta andromonoica con una flor hermafrodita pentandria de una planta andromonoica se obtienen los siguientes resultados: 9(36%) plantas ginoicas y 16(64%) plantas andromonoicas esta cruz por los tipo de

planta que proporciona, es una de las mejores y la cual no es difícil de realizar, siempre que se encuentre la flor hermafrodita pentandria. En cuanto a dulzura es una cruce que reporta un 10.1 grados brix, con esto se convierte en una muy buena opción tomando en cuenta el tipo de frutos que obtenemos en las plantas ginoicas y las andromonoicas. Esta cruce nos proporcionó un 90% de germinación.

I. CRUZA 9 Al momento de realizar una autopolinización de una flor hermafrodita elongata de una planta andromonoica se obtuvo un total de 4(16%) plantas ginoicas y 21(84%) plantas andromonoicas, y ninguna improductiva la cual la convierte en una excelente cruce, ya que proporciona los resultados que el productor necesita, además de ser una cruce de las más fáciles de realizar al no tener problemas ni en su polinización como tampoco en el cuaje de sus frutos y que se puede realizar en cualquier época del año siempre y cuando nuestra plantación se encuentre en la fase de floración, estas plantas que se obtuvieron son productivas en su totalidad y con la mayor cantidad de plantas las cuales presentan en su mayoría frutos ovoide-alargados el cual es el que se pretende obtener para una buena comercialización. Esta autopolinización además proporcionó 9.2 grados brix el cual es un fruto aceptable.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la expresión del sexo en las cruces realizadas en esta investigación se puede decir que esta es la mejor cruce obtenida y la cual es recomendable realizar con fines de comercialización y mejoramiento en los campos cultivados, ya que en esta cruce se obtienen los mejores resultados, con el 100% de plantas productivas y la mayor cantidad de plantas andromonoicas que producirán frutos ovoide-alargados.

J. CRUZA 10 Si se cruza una flor hermafrodita elongata con una flor estaminada de una misma planta andromonoica o sea una autopolinización en la cual se obtuvieron 5(20%) plantas ginoicas y 20(80%) plantas andromonoicas, refleja que es una cruza con potencial para explotar y producir los frutos que se pretende obtener, que es el fruto ovoide-alargado. Se pudo observar que los resultados de esta cruza son muy similar a los de la autopolinización y que de acuerdo a la expresión sexual se perfila como una de las mejores diez cruzas realizadas nada más la supera la autopolinización realizada en la autopolinizacion 9, pero presenta un 10.3 grados brix mayor al dato de la autopolinización 9, lo que hace recomendar este cruzamiento con fines comerciales donde se garantizará que la semilla que se siembre producirá una planta productiva y mejor aún se estará obteniendo en su mayoría plantas que proporcionaran frutos ovoides alargados que son los que interesan a nivel comercial.

Se había planteado realizar el análisis de χ^2 Chi-cuadrado para corroborar los resultados obtenidos con los obtenidos por Hofmeyer (1,941) y storey (1938). Sin embargo no se encontraron resultados similares con estos autores por lo que solo se describieron los resultados, sin realizar esta prueba estadística.

7.3. DISCUSION DE VARIABLES CUANTITATIVAS

En el cuadro 7, se describen las variables cuantitativas en las cuales se observa que existe diferencias, pero que debido a que esta se obtuvo en un mismo cultivar la información no es tan significativa por los que se describe a continuación.

El promedio general de día al inicio de floración para todas las cruzas y autopolinizaciones fue de: 1.30 m haciendo la observación que no se observan variaciones relevantes en estas

CUADRO 7 Descripción de los datos obtenidos en las variables cuantitativas expresados en rangos y medias de las cruzas y autopolinizaciones realizadas en el cultivo de papaya, año 2,000 – 2,001.

| VARIABLE | MEDICION | CRUZA Y AUTOPOLINIZACIONES | | | | | | | | | | \bar{X}_g |
|------------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| ALTURA DE PLANTA A FLORACION (mts) | RANGO | 1.18-1.42 | 1.21-1.40 | 1.20-1.48 | 1.28-1.57 | 1.17-1.37 | 1.20-1.42 | 1.23-1.34 | 1.18-1.31 | 1.13-1.38 | 1.15-1.43 | |
| | \bar{X} | 1.35 | 1.28 | 1.33 | 1.40 | 1.25 | 1.30 | 1.28 | 1.22 | 1.25 | 1.35 | 1.30 |
| DÍAS A INICIO DE FLORACION | RANGO | 138-144 | 147-154 | 146-159 | 143-148 | 143-154 | 142-153 | 150-160 | 140-147 | 139-147 | 135-146 | |
| | \bar{X} | 142 | 152 | 150 | 146 | 152 | 149 | 154 | 145 | 143 | 138 | 147.1 |
| DÍAS A COSECHA | \bar{X} | 318 | 316 | 330 | 318 | 312 | 318 | 329 | 317 | 320 | 319 | 319.7 |
| ANCHO DEL FRUTO (DIAMETRO cms) | \bar{X} | 17.5 | 14.3 | 13.1 | 12.8 | 14.7 | 14.6 | 13.9 | 14.4 | 13.9 | 14.2 | 14.34 |
| LARGO DEL FRUTO (cms) | \bar{X} | 29.3 | 39.2 | 42.7 | 46.3 | 38.9 | 45.9 | 43.4 | 47.9 | 48.9 | 47.8 | 43.03 |
| REL. ANCHO/LARGO DEL FRUTO(cms) | \bar{X} | 0.59 | 0.36 | 0.31 | 0.28 | 0.38 | 0.32 | 0.32 | 0.30 | 0.28 | 0.30 | 0.34 |
| PÉSO DEL FRUTO (Kg.) | \bar{X} | 2.55 | 2.68 | 2.5 | 2.22 | 2.77 | 2.40 | 2.72 | 3.13 | 3.27 | 3.09 | 2.73 |
| NUMERO DE FRUTOS/PLANTA | \bar{X} | 25 | 29 | 30 | 33 | 28 | 29 | 33 | 36 | 35 | 31 | 30.9 |

característica, además se pudo observar que la variable días a cosecha se comportó de la manera similar con una medio general de 147.1 días, siendo un buen promedio.

La relación ancho/largo del fruto en las diferentes cruza y autopolinizaciones mostró mucha variación, mientras esta relación va aumentando el fruto de papaya va teniendo forma redonda u ovoide tal es el caso de las cruza 1, 2 y 5. Sin embargo se identificaron cruza y autopolinizaciones con una forma alargada debido a que su diámetro fue de 0.28 a 0.33m tal es el caso de la cruza 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 10. Se obtuvo un promedio general en cuanto a esta característica de 0.34.

Con respecto al número de frutos por planta en el cultivo de la papaya se observaron resultados en cruza y autopolinizaciones que reportaron 33 y 36 frutos en promedio siendo estas la cruza 4 y 8, y las autopolinizaciones 7 y 9, mostrando mayor producción al inicio de la fase de fructificación. Sin embargo estos datos deben tomarse con mucha reserva debido a que la producción de frutos en este cultivo continua y esta información se obtuvo para las primeras etapas de fructificación.

En cuanto al peso del fruto de papaya el cual se da en kilogramos, se observó que las cruza 8 (3.27) y las autopolinizaciones 9(3.27) y 10 (3.09) presentaron los mejores pesos en promedio y se debe al tamaño del fruto.

7.4. DISCUSION DE VARIABLES CUALITATIVAS CONSTANTES

En el cultivo de la papaya, las variables cualitativas se presentaron constantes observándose así que estas no proporcionan información que determine la expresión del sexo y la morfología del fruto siendo tomadas en cuenta como información general la cual se describe en el cuadro 8.

CUADRO 8. Variables cualitativas que se manifestaron constantes en las cruces y autopolinizaciones realizadas en el Cultivo de papaya (*Carica papaya* L.).

| CARÁCTER | ESTADO |
|--|---------------------------------|
| - Color del tallo al trasplante | - Verde claro |
| - Presencia de ramas | - Ausentes |
| - Color de la flor | - Blanca |
| - Color de las anteras | - Amarillo-naranja |
| - Forma del fruto | - semi-redondo y alargado |
| - Color del epicarpio del fruto maduro | - Amarillo y Amarillo-naranja |
| - Color del mesocarpio del fruto maduro | - Amarillo-naranja y anaranjado |
| - Forma de la semilla | - Ovoide |
| - Textura de la semilla | - Rugosa |
| - Color de la semilla | - café-claro |
| - Brillo de la semilla | - Opaco |
| - Facilidad de separar la semilla de la planta | - Intermedia |

Se debe de tener en cuenta que toda esta información obtenida de este cultivo es extraída de un mismo cultivar de la localidad donde se hizo la investigación, el cual es nativo.

En el caso del color de la semilla se pudo observar que, en todos los frutos existían semillas café-claro en su mayoría y semilla café oscura en una buena cantidad, pero no es suficiente para identificar el tipo de plantas a obtener.

Muchos agricultores han manifestado que el color de la semilla puede identificar el tipo de planta a que dará origen, sin embargo es este trabajo fue determinante observar diferentes colores de semillas y no puede ser utilizado para identificación del sexo.

8. CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados se obtuvieron de las autopolinizaciones de las flores hermafroditas elongatas o decandrias, reportándose el 100% de plantas productoras de frutos y no se obtuvieron plantas androicas las cuales no son productivas. Así mismo la autopolinización de una flor hermafrodita elongata o decandria con polen de una flor estaminada de la misma planta proporcionó el 100% de plantas productivas no expresando plantas androicas o improductivas. Ambas autopolinizaciones proporcionan en su mayoría plantas que producen fruto ovoide alargado que es el que se pretende obtener, debido a que es el más demandado por los consumidores.
2. Mediante la presente investigación se confirmó que la morfología de la flor definirá el tipo de fruto a obtener, así una flor hermafrodita elongata producirá un fruto ovoide alargado, una flor hermafrodita pentandria producirá un fruto semi ovoide en forma de pentágono, una flor pistilada producirá un fruto ovoide o semi alargado y una flor estaminada no producirá fruto.

9. RECOMENDACIONES

1. Para fines de producción de semillas se recomiendan las autopolinizaciones de flores hermafroditas elongatas o decandrias de una planta hermafrodita o andromonoica y de una flor hermafrodita elongata con una flor estaminada de la misma planta, ya que esta nos proporciona progenies de plantas productivas, así mismo nos produce frutos ovoide-alargados que mas demandan los consumidores.
2. Se recomienda no dejar que las plantas androicas realicen su fase de antesis debido a que estas contaminarían los campos de producción y las semillas extraídas de frutos de estos campos nos proporcionarían muchas plantas androicas con seguridad.
3. Continuar con la investigación sobre las progenies que se obtendrían de las cruza y autopolinizaciones realizadas en la presente investigación.

10. BIBLIOGRAFIA

1. CATIE, Programa de Recursos Genéticos, CR; GTZ, CR. s.f. Los recursos genéticos de plantas cultivadas de América Central. Costa Rica. p. 10.
2. Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida basado en el sistemaza Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Guzmán Díaz, G. 1998. Papaya. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sistema Unificado de Información Institucional. p 4-7.
4. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1984. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cuilapa, no. 2158 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. tomo 1, p. 558-562.
6. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1979. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1, 000,000. Color. p.1-7.
7. Jiménez Díaz, JA. 1996. El cultivo de papaya Hawaiana. México, Instituto del Trópico Húmedo de Tabasco. p. 15-26. (Serie Fruticultura Tropical).
8. Lechosa. 1984. 2 ed. Venezuela, Fundación de Servicios para la Agricultura. p. 19-23. (Serie Petrolera y Agricultura no. 6).
9. Montenegro, A. s.f. Seminario sobre oportunidades de inversión en fruticultura. Guatemala, PROFRUTA. p. 1-10.
10. _____. 1995. El cultivo de la papaya en Guatemala. Guatemala, PROFRUTA. 3 p.
11. Ochse JJ. 1995. Cultivo y mejoramiento de planta tropical. Trad. por Alonzo Blackaller Valdés. México, Limusa. p. 652-660.
12. Posadas Valdez, H. 1988. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 11 materiales de papaya (*Carica papaya* L.) recolectados en el país bajo condiciones del centro de agricultura tropical Bulbuxya, San Miguel Panam, Suchitepequez Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 8-11.
13. Simmons, C; Tarano, J; Pinto, J. 1959. Clasificación de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
14. Stansfiel, W. 1988. Genética. México, McGraw-Hill. 405 p. (Serie Schaum).
15. Storey, WB. s.f. Papaya (*Carica papaya* L.). Estados Unidos, Universidad de California. p. 1-4.

16. Vásquez, FJ. 1999. Aspectos biológicos relacionados con la floración, polinización, fecundación y formación de frutos y semillas en la Facultad de Agronomía. Guatemala, USAC. p. 11-12.
17. Velásquez Beltrán, MR. 1983. El cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) y su importancia económica. Guatemala, DIGESA. p. 4-17.
18. Velásquez López. LW. 1987. Cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.): proyecto de producción de frutas tropicales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Estación de fomento Los Brillantes. p. 1, 2,5-7.

11. APENDICE

Descriptores para el género *Carica sp.*

A. Datos vegetativos:

1. Color del tallo al trasplante
 1. Verde oscuro
 2. Verde claro
2. Altura de planta a Floración (mts)
3. Tipo de planta según las flores que posea.
4. Presencia de ramas (naturalmente)
 1. Presentes
 2. Ausentes

Flores

5. Días al inicio de la floración
6. Color de la flor
 1. Blanco
 2. Blanco-amarillento
 3. Amarilla

7. Color de las anteras:

1. Amarillas
2. Amarillo-naranja

Fruto:

8. Días a cosecha, en base a la pérdida de color verde en el ápice.
9. Forma del fruto:
 1. Redondo
 2. Semiredondo
 3. Oblongo
 4. Alargado
10. Color del epicarpio del fruto maduro
 1. Amarillo
 2. Amarillo-naranja
 3. Anaranjado

11. Ancho del fruto (cms) se tomara de la parte media
12. Largo del fruto (cms) del pedúnculo hasta el extremo distal del fruto
13. Relación largo-ancho del fruto
14. Peso del fruto maduro (gr.)
15. Color del mesocarpio (pulpa) del fruto maduro:
 1. Amarillo
 2. Amarillo-naranja
 3. Anaranjado
16. Número de frutos por planta
17. Sabor del mesocarpio del fruto maduro:
 1. grados brix
18. Forma de la semilla:
 1. Semiredonda
 2. Alargada
 3. Ovoide
19. Textura de la semilla:
 1. Lisa
 2. Semilisa
 3. Rugosa
20. Color de la semilla:
 1. Café claro
 2. Café oscuro
 3. Negra
21. Brillo de la semilla:
 1. Opaco
 2. Intermedio
 3. Brillante
22. Facilidad de separar la semilla de la placenta:
 1. Difícil
 2. Intermedio
 3. Fácil



Planta de papaya androica o planta macho.
alargados



Planta de papaya con frutos ovoide-
alargados



Planta de papaya con frutos de provenientes de flores
pentandrias



Planta de papaya ginoica con frutos semi ovoide

