



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**

## **Trabajo de Graduación**

**Caracterización *in situ* de germoplasma  
de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz] en la comunidad  
El Castillito, Las Sabanas, Madriz**



### **AUTOR**

Br. Juan Carlos Morán Centeno

### **ASESORES**

MSc. Alvaro Benavides González

MSc. José Cisne Contreras

### **CONSULTOR**

MSc. Daniel Querol Lipcovich

**MANAGUA, NICARAGUA**  
**AGOSTO, 2009**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**

## **Trabajo de Graduación**

**Caracterización *in situ* de germoplasma  
de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz] en la comunidad  
El Castillito, Las Sabanas, Madriz**

### **AUTOR**

Br. Juan Carlos Morán Centeno

Presentado a la consideración del  
Honorable Tribunal Examinador como requisito para optar al grado de  
**INGENIERO EN SISTEMAS DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**MANAGUA, NICARAGUA  
AGOSTO, 2009**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<i>i</i>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<i>ii</i>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<i>iii</i>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<i>iv</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>vi</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>vii</i>
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
<b>3.1</b> Localización del área experimental	4
<b>3.2</b> Características ambientales y geomorfológicas de la zona	5
<b>3.3.</b> Materiales y equipos	7
<b>3.4</b> Descripción del material genético y tratamientos	7
<b>3.4.1</b> Registro de Información	7
<b>3.5</b> Descripción de variables cuantitativas	7
<b>3.6</b> Descripción de variables cualitativas	9
<b>3.7</b> Plagas y enfermedades identificadas en chayote	10
<b>3.8</b> Análisis de la información	10
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	11
<b>4.1</b> Información de encuesta	11
<b>4.1.1</b> Condición de establecimiento del chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	11
<b>4.1.2</b> Uso del chayote en la comunidad de El Castillito	15
<b>4.1.3</b> Plagas y enfermedades identificadas	16
<b>4.2</b> Descriptores cuantitativos	18
<b>4.2.1</b> Variables de fruto	18
<b>4.2.2</b> Variables de semilla	20
<b>4.2.3</b> Variables de tallo	21
<b>4.3</b> Descriptores cualitativos y atributos	21

4.3.1	Presencia de espinas en el fruto	21
4.3.2	Ubicación de las espinas en el fruto	22
4.3.3	Presencia de costillas o surcos en el fruto	24
4.3.4	Rugosidad en el pericarpio	25
4.3.5	Depresión de la base del fruto	26
4.3.6	Forma del fruto	26
4.3.7	Color del fruto	27
4.3.8	Lustre del fruto	28
4.3.9	Consistencia del fruto después de la cocción	29
4.3.10	Sabor del fruto después de la cocción	29
4.3.11	Fibra en el fruto después de la cocción	29
4.3.12	Predominancia de puntos blancos en la hoja	30
4.3.13	Color del envés en la hoja	30
4.3.14	Corrugación del fruto en corte transversal	30
4.4	Correlaciones fenotípicas en chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	31
4.5	Análisis de componentes principales (ACP) en chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	32
4.6	Análisis de agrupamiento en chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	36
4.6.1	Análisis de agrupamiento con variables cuantitativas	36
4.6.2	Análisis de agrupamiento con variables cuantitativas y cualitativas	38
4.7	Características de interés en el germoplasma chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] en El Castillito	40
4.8	Rendimiento	43
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	44
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	45
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	50
	<b>Anexo 1.</b> Ficha de colecta de información para la caracterización de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	51
	<b>Anexo 2.</b> Germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	54

## **DEDICATORIA**

A:

Dios nuestro señor por haberme brindado salud y permitido seguir adelante en mis estudios y poder culminarlos con éxito.

A mi familia especialmente a mis padres Francisca Centeno, Nicolás Morán, a mis Hermanas Araceli y Deysis Centeno por su apoyo en los momentos más difíciles. A mis hermanos José y Ramón (q.e.p.d) por ser una fuente de ilusión para seguir luchando cada día.

A mi recordado profesor y amigo: MSc. Reinaldo Laguna (q.e.p.d) por ser una fuente de inspiración para alcanzar mis metas profesionales.

**Br. Juan Carlos Morán Centeno**

## AGRADECIMIENTO

A:

Dios nuestro señor por haberme brindado salud y haberme permitido seguir adelante en mis estudios y poder culminarlos con éxito.

A mis asesores: MSc. Álvaro Benavides González y MSc. José Cisne Contreras por su valioso apoyo en el transcurso de mi formación profesional. A mi consultor MSc. Daniel Querol Lipcovich por la revisión y sugerencias al texto, así como la bibliografía proporcionada.

Al Ing. Saúl López Silva, por su apoyo en el arreglo de las fotos y en el texto.

A los habitantes de la Comunidad El Castillito por permitirme realizar los muestreos y colectas de chayote en sus fincas.

A la Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP) de la Universidad Nacional Agraria, por el apoyo prestado en la realización del estudio.

A los Profesores de la Universidad Nacional Agraria por guiarme con sus conocimientos hasta formarme como profesional y una mejor persona.

**Br. Juan Carlos Morán Centeno**

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Estadísticos descriptivos y significación estadística (T Student) en las variables cuantitativas del germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	19
2.	Variación de las variables cualitativas en el germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	23
3.	Matriz de correlación de descriptores en [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.].	31
4.	Análisis de los componentes principales para descriptores cuantitativos de Chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	33
5.	Intervalos de confianza en variables cuantitativas para cada uno de los conglomerados en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	37
6.	Intervalos de confianza en variables cuantitativas para cada uno de los conglomerados en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.]	40
7.	Rendimiento estimado de frutos en el germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.].	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del municipio Las Sabanas, Madriz. Alcaldía Las Sabanas. INETER (2008).	4
2.	Promedios de temperatura (Temp.), humedad relativa (H. R.), y total de precipitación (Prec.). Estación Meteorológica de Somoto. INETER, 2008.	5
3.	Características del sitio de colectas de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	12
4.	Número de accesiones muestreada de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] Por cada productor en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	13
5.	Prácticas agronómicas realizadas al chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	14
6.	Especies asociadas al chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz	15
7.	Fruto atacado en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] por el perforador ( <i>Diaphania nitidalis</i> ), y sus diferentes estados. Estado larvario (b), pre pupa (c) y adulto (d).	16
8.	Afectación por mildiu vellosa. Síntomas iniciales (a) y afectación severa (b) en la lamina foliar en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	17
9.	Variación en tamaño, longitud y color de fruto en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	19
10.	Variación en tamaño, forma y color de semilla en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	20
11.	Variación en la superficie (presencia de espinas), tamaño y color en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	22
12.	Variación en la ubicación de espinas en el pericarpio, color y forma del fruto en germoplasma de chayote [ <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	24

13. Variación en la presencia de costillas o surcos y color en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 24
14. Variación de la rugosidad, tamaño, color y forma en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 25
15. Variación en la depresión de la base, color y espinas en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 26
16. Variación en la forma, color y tamaño en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 27
17. Variación en colores, forma y tamaño del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 28
18. Variación en el lustre, forma y tamaño del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 28
19. Dispersión bidimensional de variables cuantitativas en el germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 34
20. Dispersión bidimensional del germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 35
21. Dendrograma de la relación de germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] a través de variables cuantitativas en. El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 37
22. Dendrograma de la relación de germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] a través de variables cuantitativas y cualitativas. El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 39
23. Características de interés del germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz. 41
24. Germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Escala vertical cada 20 cm. De arriba hacia abajo Fichas 1-7, 8-14, 15-21, 22-28, 29-35. 42

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó para determinar variación fenotípica en un muestreo *in situ* en pataste o chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] existente en la comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz. Se muestrearon 35 accesiones de chayote, y se midieron 34 variables cuantitativas y cualitativas, en las que se pueden mencionar el tamaño de fruto y semilla, forma y color del fruto, presencia de espinas y cantidad de fibra, entre otras. Se utilizó un análisis descriptivo, análisis de correlación, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados. Se muestrearon frutos de coloración crema hasta verde oscuro, frutos de forma redonda, ovoide o alargada, con presencia de espinas. Se determinó correlación entre las variables cuantitativas, y mediante los tres primeros Componentes Principales se aisló el 60 % de la variación total. El análisis de conglomerado mediante el método Ward y la distancia de Gower agrupó a las 35 accesiones recolectadas en 6 grupos sobresaliendo la longitud, espesor y peso de fruto, así como el peso de semilla, forma del fruto, presencia de espinas, costillas en el pericarpio, y el color del fruto. Se concluye que los materiales muestreados presentaron variación en muchas características cuantitativas y cualitativas.

**Palabras claves:** *Sechium edule* (Jacq.) Sw., Agrupamiento, Componentes Principales

## ABSTRACT

The present work was undertaken to determine phenotypic variation in a sampling spot chayote or chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] in the El Castillito, Las Sabanas, Madriz department. Were sampled and collected 35 samples (accessions of chayote) and measured 34 quantitative and qualitative variables, which include the fruit and seed size, shape and color of fruit, presence of thorns and fiber, among others. We used a descriptive analysis, correlation analysis, principal components analysis and cluster analysis. Were sampled fruits with cream to dark green color, round fruits, ovoid or elongated, as well as presence of spine. Correlation was found between quantitative variables, and through the first three principal component 60 % of the total variation was isolated. The cluster analysis by Ward method and the Gower distance grouped the 35 accessions collected in 6 groups or clusters, especially the length, thickness and of fruit and seed weight, fruit shape, presence of thorns, ribs in the pericarp, and the color of the fruit. We conclude that the materials sampled vary in many quantitative and qualitative characteristics.

**Keywords:** *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Cluster, Principal Components.

## I. INTRODUCCIÓN

El chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] tiene su origen en Mesoamérica, por lo tanto la variabilidad genética existente en esta región es de suma importancia como reservorio genético. Sus frutos son utilizados básicamente para el consumo humano, en la región mesoamericana se consumen las planta raíces, tallos, frutos, hojas, y cogollos (Potzoy y Alvarado, 2003).

Los principales productores son: Costa Rica, Guatemala y México, además de la República Dominicana, Brasil y Perú como productores en América. El chayote costarricense se vende en los Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Holanda, Francia, Alemania y Centroamérica. La producción anual en Costa Rica alcanza cerca de 40 mil toneladas, de las cuales el 80 % de la producción es exportado a Estados Unidos y Europa principalmente; mientras que el mexicano se coloca únicamente en el mercado de los Estados Unidos, de forma estacional, debido a que su producción se ve afectada por aspectos climáticos (Friedland, 1992).

En Nicaragua esta planta ha formado parte de los patios de las casas, para su autoconsumo. En el norte del país se han observado un gran número de genotipos de chayote, y en Somoto se puede encontrar diversidad que presentan diferentes características: formas, color, presencia de espinas y tamaño en el fruto, forma y color de hojas, entre otras características fenotípicas interesantes. Aunque este acervo genético no ha sido aprovechado a nivel comercial, el INTA (2004) en colaboración con los productores de chayote de Molino Sur y Yasica Sur, Matagalpa, y financiado parcialmente por el FUNICA, crearon un híbrido de chayote llamado Los Cocos, con características agronómicas deseables.

Nicaragua posee zonas agroecológicas aptas para aumentar el área de siembra e incrementar los rendimientos en la producción del chayote, además este rubro tiene alto potencial de exportación y de industrialización.

Los pequeños productores de Las Sabanas, departamento de Madriz tradicionalmente han cultivado el chayote para autoconsumo y preservado algunos genotipos. Muchos de los materiales tradicionales de chayote conocido en la zona como pataste, y que fueron utilizados anteriormente han desaparecido; pero existe el interés de los campesinos de preservar los genotipos existentes y ampliar la base genética en la zona a través de la introducción de otros genotipos de interés.

Para una adecuada conservación de los recursos genéticos vegetales, se hace necesario su caracterización (agronómica, morfológica, genética, bioquímica, etc.) con el objetivo de describir y diferenciar las variedades, las poblaciones de una misma especie o en algunos casos de diferentes especies. Para la mayoría de los cultivos de importancia económica se han elaborado guías de descriptores, que detallan las características que pueden ser útiles para la identificación y clasificación (Sánchez *et al.*, 1998; Hidalgo, 2003).

La recolección y conservación del material genético permite utilizarlos en programas de mejoramiento, siendo la caracterización un componente fundamental para determinar el valor real o potencial de una especie, al registrar las características que son altamente heredables, fácilmente observables y que son expresadas en todos los ambientes (Crisci y López 1983).

Tomando en cuenta lo anterior, el estudio se realizó mediante la prospección y caracterización *in situ* en los huertos de las familias campesinas. Se utilizaron encuestas y fichas de inventario, en las que se estudiaron los materiales de chayote existentes en la zona.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Generar información mediante la caracterización *in situ* de genotipos de pataste o chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz] en sistemas de fincas orgánicas de la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

### **Objetivos específicos**

- Definir las características morfológicas que en mayor proporción determinan similitud y/o variación entre los diferentes materiales de chayote muestreados.
- Determinar la relación y agrupación de las accesiones de chayote en función de sus características morfológicas.
- Conformar un catálogo de los materiales de chayote encontrados en las unidades de producción.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área experimental

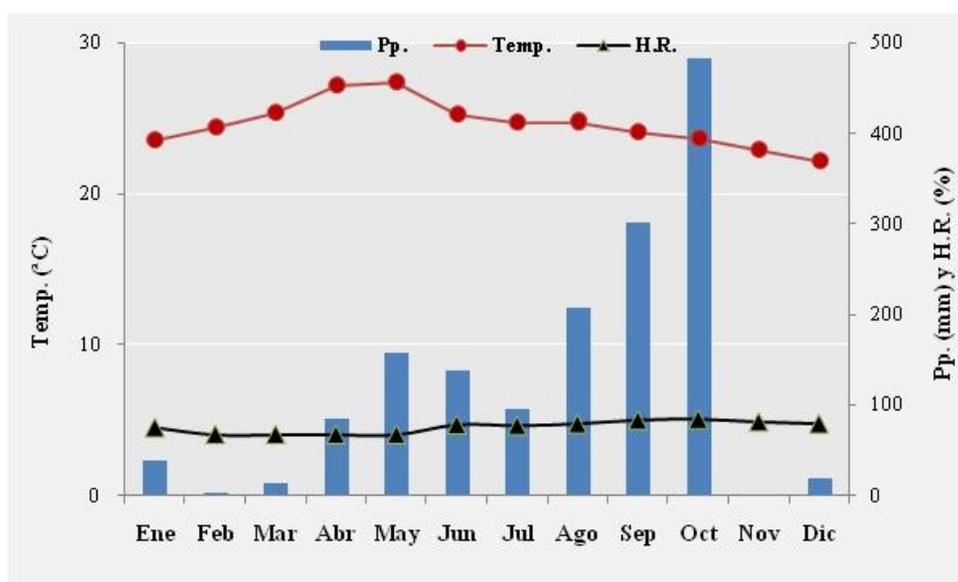
El estudio se llevó a efecto en la comunidad El Castillito, municipio Las Sabanas Departamento de Madriz, ubicado en la zona de amortiguamiento de la reserva biológica Tepec-Xomolth La Patasta. En fecha comprendida entre los meses de julio a diciembre del año 2008. Ubicado en la región norte del país entre los 13° 12' y 13° 40' de latitud norte y 86° 05' y 86° 45' de longitud oeste. Limita al Norte y noreste con el departamento de Nueva Segovia, al sur con Estelí, con Jinotega al sureste, con la República de Honduras al oeste y al suroeste con el municipio de San Francisco del Norte, departamento de Chinandega (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del municipio Las Sabanas, Madriz. Alcaldía Las Sabanas. INETER (2008).

Esta área tiene gran potencial económico por poseer suelos aptos para el manejo y explotación del recurso forestal, y cultivos de altura como el café, fresa, mora, frambuesa y durazno, entre otros. Se cuenta con una vegetación variada: pinos, café, roble, guácimo, eucalipto, cedro, además de arbustos y hierbas (MARENA, 2000).

La cual presenta un clima de nebliselva, con altura entre 1001 y 2107 msnm. La temperatura mínima es de 18 °C, un promedio de 22 °C y máxima de 26 °C, con una evaporación entre 1480 mm a 2424 mm. La precipitación media anual oscila entre 200 a 400 mm/año con una humedad relativa que fluctúa entre 70 y 90 %. Por lo general la época lluviosa da inicio en la segunda semana de abril y finaliza en la primer semana de diciembre, los meses más lluviosos son junio y octubre, y los meses que presentan menor incidencia de lluvia son: enero, febrero y marzo (Alcaldía de Las Sabanas, 2007; citado por Montesinos, 2008). En la Figura 2, se aprecia las condiciones climáticas del municipio de Las Sabanas, que son los registros más cercanos a El Castillito.



**Figura 2.** Promedios de temperatura (Temp.), humedad relativa (H. R.), y total de precipitación (Prec.). Estación Meteorológica de Somoto. INETER, 2008.

### 3.2 Características ambientales y Geomorfológicas de la zona

Del estudio de diagnóstico realizado por Montesinos (2008), se adquirió la siguiente información de la comunidad El Castillito:

La serranía Tepec-Xomolth La Patasta es una cadena continua de cumbres alineadas a lo largo de una antigua falla del período terciario, donde surgió una serie de volcanes de base coalescente. El cerro Tepec-Xomolth todavía conserva su antigua forma cónica aunque su cráter está erosionado (López, 2005).

## **Relieve**

La región se encuentra en una zona dominada por altiplanicies, serranías, terrenos montañosos quebrados, de moderadamente hasta muy escarpados y pendientes que varían del 15 a 75 %, alineamientos de lomas montañosas y colinas onduladas. En general el terreno es bastante accidentado, característica que ha resultado de un sistema denso y complejo de fracturas geológicas, propias de la gran provincia fisiográfica de Las Tierras Altas del Interior conocida como Escudo Central Montañoso (MARENA, 2008).

## **Suelo**

La topografía es irregular con pendientes pronunciadas (30-75 %), y los suelos pueden variar de jóvenes a inmaduros, y en la mayoría de los casos están fuertemente erosionados. La textura es franco-arcillosos y con pH de 6.2.

## **Características socio-económicas**

El municipio de las Sabanas, es uno de los municipios más pobres del departamento de Madriz. Su base económica es agropecuaria, y junto con Yalagüina, ocupan el último lugar en la producción de cultivos agrícolas y comercio con el 5 % y 3 %, respectivamente, y 1 % para la producción de carne de res e industrias.

## **Aspectos productivos**

El 73 % del territorio de Las Sabanas tiene potencial forestal, de los cuales el 23 % está destinado a la conservación y protección de la flora y fauna, el agua y los ecosistemas. Los pobladores de Las Sabanas se dedican a las actividades agropecuarias tradicionales y al comercio. Cultivan maíz, café, frijol, sorgo y plátanos, y otras hortalizas. Aunque existen programas de apoyo a los pequeños productores, como la producción de hortalizas bajo riego, éstos no son suficientes, y requieren mucha capacitación (Alcaldía de Las Sabanas, 2007; citado por Montesinos, 2008).

### **3.3 Materiales y equipos**

Los materiales y equipos utilizados en la prospección y colecta fueron los siguientes: balanza, cinta métrica, regla milimetrada, vernier, tabla de colores Munsell, fichas de registro, cámara fotográfica, bolsas de papel kraft y beaker.

### **3.4 Descripción del material genético y tratamientos**

El presente estudio se realizó a través de la caracterización *in situ* del pataste o chayote en las parcelas de las familias campesinas. Los descriptores utilizados fueron los propuestos por Lira (1995a), Cruz y Querol (1985), en el que se incluyen datos de pasaporte, ecología y recolección.

#### **3.4.1 Registro de Información**

En el campo de los recursos Fitogenéticos las colectas realizadas se identifican a través de un número de ficha y accesión. En el presente estudio las fichas fueron representadas por una efe mayúscula (F) seguido del número correspondiente (F1...F35). En el caso de la accesión esta fue identificada con las iniciales del colector seguida del número (JCMC1...JCMC35) la encuesta se presenta en el Anexo 1.

1. Datos de pasaporte
2. Recolección
3. Descripción de la planta
4. Características organolépticas (palatabilidad)

Las características organolépticas se tomaron en base a los parámetros propuestos por Cruz y Querol (1985), y esta colecta de chayote se realizó con la participación de los habitantes de la comunidad de El Castillito.

### **3.5 Descripción de variables cuantitativas**

Para obtener los caracteres cuantitativos se realizaron mediciones directas en diferentes partes de la planta y fruto.

### **Número de frutos**

El número de frutos colectado para cada accesión fue variable, por lo que se procedió a tomar un promedio de cinco frutos al azar para la toma de dato.

### **Longitud del fruto y semillas**

La medición longitudinal de 5 frutos colectados para cada accesión, se realizó con un vernier y una regla milimetrada. Las medidas resultantes se promediaron para obtener la longitud promedio del fruto. Esta misma metodología se implementó para tomar los datos de longitud de la semilla.

### **Diámetro del fruto y diámetro del cuello del fruto**

Se usó un vernier colocándolo en la parte central, y en el cuello del fruto respectivamente. Seleccionando un total de 5 frutos por accesión.

### **Espesor de la pulpa del fruto**

Se midió con una regla milimetrada y para el cálculo de los datos se realizaron cortes transversales y longitudinales en un total de 5 frutos para cada accesión.

### **Peso del fruto y peso de semilla**

Se evaluó en total 5 frutos por accesión al azar, se determinó el peso en gramos utilizando una balanza y posteriormente se promedió. De igual forma se determinó el peso promedio para las semillas.

### **Volumen del fruto y semilla**

Se tomó un total de 5 frutos, posteriormente se introdujeron en un beaker milimetrado con agua, los milímetros de agua que los frutos lograban desplazar se dividían entre la cantidad de frutos. De esta forma se logró el volumen promedio de frutos. Este mismo método se manejó para fijar el volumen promedio para las semillas.

### **Diámetro y grosor de la semilla**

El grosor, se midió tomando al azar 5 semillas por accesión. Se utilizó un vernier, los datos se dividieron entre el número de semilla para obtener el grosor promedio. El diámetro se calculó utilizando la misma metodología ubicando el vernier en la parte trasversal de cada una de las 5 semillas empleadas, las medidas resultantes se promediaron.

### **Longitud del pedúnculo del fruto**

La medición se realizó con una regla milimetrada en un total de 5 frutos por accesión en la planta (los datos posteriormente se promediaron para obtener una longitud promedio).

### **Longitud de entrenudos y pedúnculo de la hoja**

Se utilizó una regla milimetrada y cinta métrica midiendo directamente a la planta en el campo. La longitud del pedúnculo de la hoja se midió desde la parte de inserción de la hoja hasta la unión con el tallo.

### **Diámetro del tallo**

Se determinó utilizando un vernier el cual se colocó en el tallo de la planta directamente en campo.

## **3.6 Descripción de variables cualitativas**

En la toma de datos para estos caracteres los descriptores a emplear son los propuestos por Lira (1995a) y Cruz y Querol (1985).

Los colores fueron cotejados con la tabla de Munssel y posteriormente codificados en la encuesta. Asimismo, se midieron las siguientes variables: presencia y ubicación de espinas y costillas o surcos en el fruto, rugosidad en el pericarpio, depresión en la base del fruto, forma, color, lustre del fruto; así como la consistencia, sabor, fibra del fruto, predominancia de puntos blancos, color y vellos en la hoja, corrugación del fruto transversal, corrugación externa del fruto y color del tallo.

### 3.7 Plagas y enfermedades identificadas en chayote

La toma de datos se realizaron por medio de muestreos y colectas en campo; posteriormente en el Laboratorio Microbiología de la Universidad Nacional Agraria se identificaron las accesiones que presentaban síntomas de enfermedad, así como la presencia de algunas plagas insectiles. Para esta actividad, se utilizaron microscopio, platos petri, pinzas, PDA (Papa-Dextrosa-Agar) como sustrato para el cultivo e identificación de patógenos.

### 3.8 Análisis de la información

La matriz de datos se organizó en caracteres continuos y discontinuos. Se utilizaron los programas Minitab (v. 15) e InfoStat en el análisis estadístico e información generada.

Los caracteres evaluados fueron objeto de análisis estadístico descriptivo (moda, mínima, media, máxima y error estándar), análisis de correlación y análisis multivariados.

A los descriptores cuantitativos se les calculó la media muestral ( $\bar{y}$ ), desviación estándar muestral (S) y error estándar ( $S/\sqrt{n}$ ) con el objetivo de conformar intervalos de confianza (IC):  $IC = \bar{y} \pm s / \sqrt{n}$

Las variables cuantitativas fueron utilizadas para establecer la relación entre las accesiones de chayote se empleó el método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with the Arithmetic Averages) y la distancia Euclídea. Dicho método calcula la distancia entre dos grupos como el promedio de las distancias entre todos los pares de individuos de los dos grupos (Franco *et al.*, 1997). Asimismo, para la agrupación de germoplasma de chayote mediante variables cuantitativas y cualitativas, se utilizó la distancia de Gower y el método Ward con el objetivo de encontrar dos individuos y/o grupos cuya unión produzca el mínimo incremento en la suma de cuadrados total dentro del grupo (López, 1991).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La colecta del material estudiado se desarrolló durante los meses de septiembre a diciembre del 2008, los materiales se muestrearon y recolectaron entre los 1450-1600 msnm y entre los 13° 12' y 13° 40' de latitud norte, 86° 05' y 86° 45' de longitud oeste, presentando dos floraciones al año en los meses de mayo y septiembre, realizándose las cosechas en los meses de octubre y diciembre. Según Cruz y Querol (1985) y Lira (1995a), en las plantas cultivadas se encuentran algunos tipos que pueden producir hasta cuatro cosechas al año.

### **4.1 Información de encuesta**

#### **4.1.1 Condición de establecimiento del chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]**

La Reserva Natural Tepec-Xomolth La Patasta, está compuesta por bosques de Nebliselva, vegetación variada y características semihúmedas que prevalecen en el territorio, lográndose encontrar especies de pino, café, roble, guácimo, eucalipto, y cedro, ente otras (Alcaldía de Las Sabanas, 2007). Además de estos cultivos, los productores mantienen el cultivo de chayote o chayote en sus fincas o en el patio de sus casas, y algunos lo han venido conservando desde hace más de 30 años.

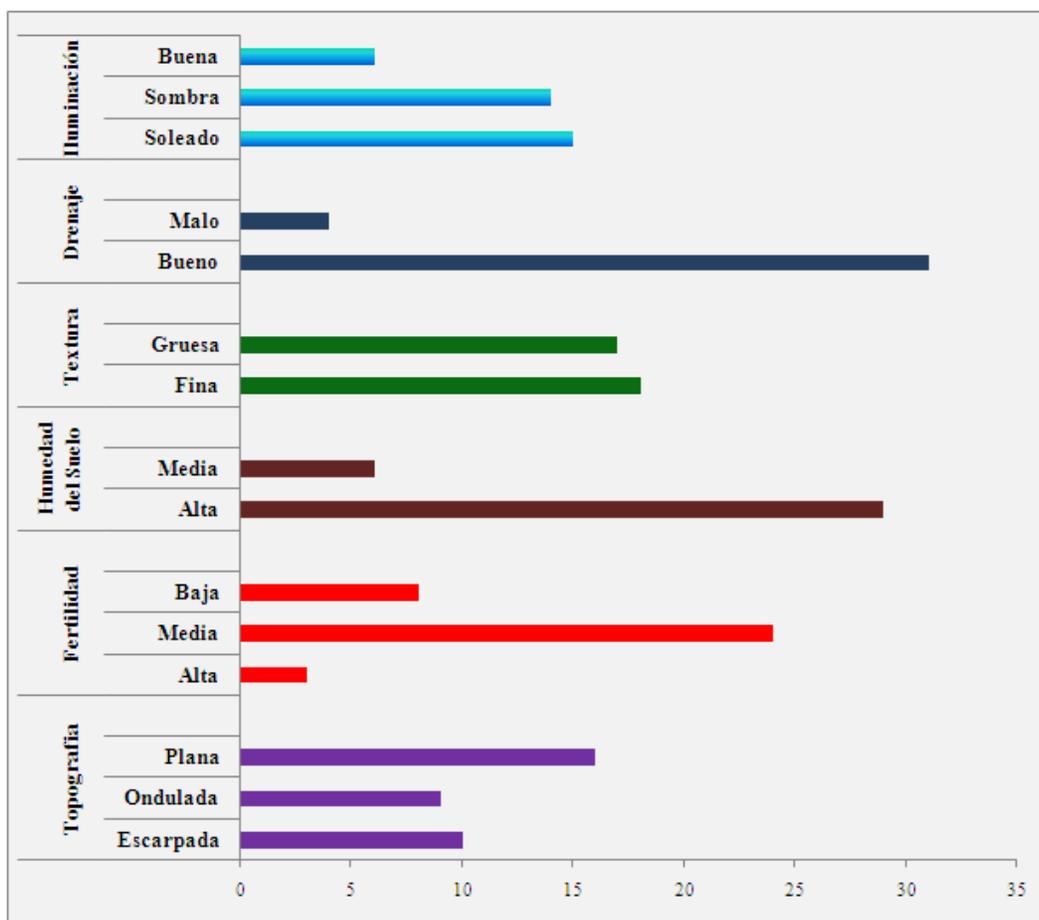
En las fincas donde se realizaron los muestreos y colectas del material de chayote, el 28.57 % de las accesiones se muestrearon en suelos con topografía escarpada, el 45 % en suelos con topografía plana y el restante 25.71 % en terrenos ondulados.

El drenaje o evacuación de aguas provenientes del riego y/o lluvia, fue medido de forma visual en el 88.57 % de los suelos (drenaje bueno), esta característica estuvo relacionada con la topografía del terreno.

De igual manera, el 48.57 % de los suelos mostraron textura gruesa, lo que facilita el escurrimiento del agua, y el 11.43 % de los suelos presentaron mal drenaje. El 51.43 % de textura fina.

Las muestras fueron colectadas en puntos de la finca con un 17.14 % de iluminación buena y una humedad del suelo alta (82.86 %); En cambio el 42.86 % se encontraron en lugares soleados y las restantes colectas fueron tomadas de espacios con sombra de 40 % y una humedad media de 17.14 %.

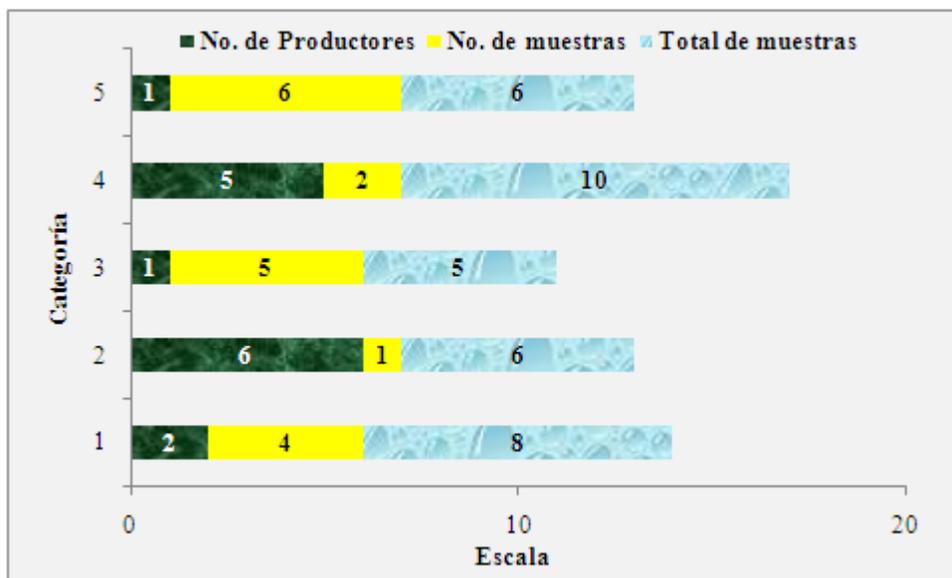
La fertilidad del suelo o la capacidad que tiene el mismo de sostener el crecimiento de los cultivos, un 68.57 % mostró fertilidad de media a alta y un 22.86 % baja (Figura 3). Esta característica es muy subjetiva, pero el productor la relaciona con la materia orgánica en el suelo y la producción de sus cultivos.



**Figura 3.** Características del sitio de colectas de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en La comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

La comunidad El Castillito comprende un total de 236 personas agrupadas en 43 familias, en la cual el número de individuos por familia varía de 2 hasta 18 miembros (Montesinos 2008); asimismo, el tamaño y diversidad de cultivos y especies varió en las parcelas.

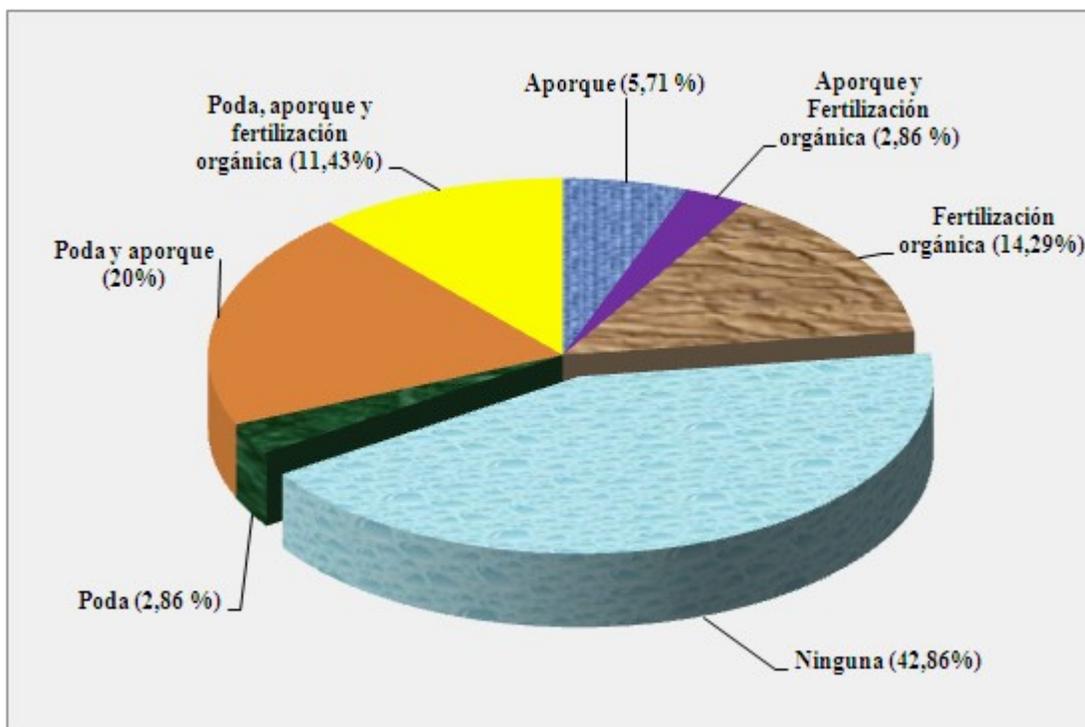
El muestreo y colecta se realizó en un total de 15 familias, las cuales fueron agrupadas en cinco categorías de productores, utilizando el número de accesiones de chayote en sus fincas como criterio de agrupación. Donde la categoría uno estuvo conformado por dos productores, los cuales presentaron dos accesiones cada uno; la categoría dos fue conformada por el mayor número de productores (6), con una muestra cada uno de ellos; Siendo la categoría cinco conformada por uno solo productor el que presentó la mayor cantidad de accesiones (6) en sus fincas (Figura 4, Anexo 2).



**Figura 4.** Número de accesiones muestreada de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] por cada productor en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

Considerando la importancia del chayote como alimento, las familias de El Castillito, lo cultivan de manera tradicional. El 57.15 % de los materiales colectados reciben manejo agronómico (aporque, poda y fertilización), y el resto no emplea ningún manejo (Figura 5, Anexo 2). Dichas actividades, se realizan en la temporada lluviosa (fertilización y aporque); y la poda después de la cosecha (diciembre).

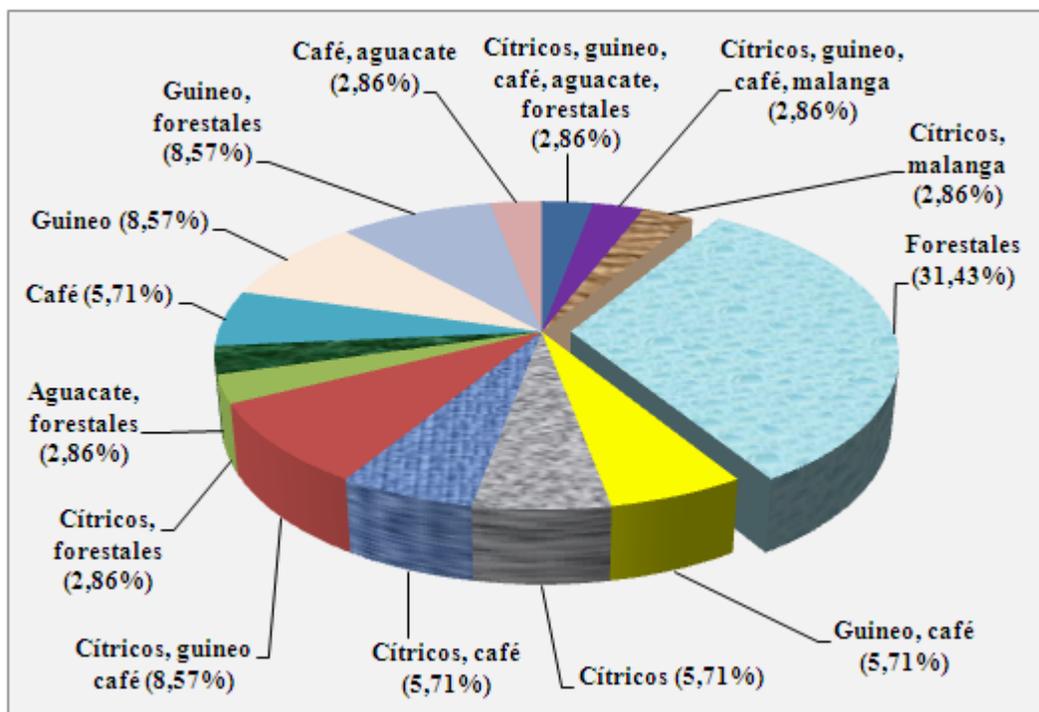
Lira (1995a) indica que el chayote es cultivado de forma tradicional en los patios y solares en Mesoamérica, donde el manejo agronómico es mínimo. En un estudio realizado por Montesino (2008), menciona que el chayote es cultivado de forma tradicional, y la producción es destinada al autoconsumo, y cuando existe un excedente se comercializa en el mercado del municipio de Las Sabanas.



**Figura 5.** Prácticas agronómicas realizadas al chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

Las condiciones climáticas de la región en la cual está asentada la comunidad El Castillito favorecen el desarrollo y crecimiento de un número significativo de especies vegetales útiles para la alimentación humana y para su comercialización (Montesino, 2008). Entre las especies asociadas al chayote sobresalen los cítricos (naranja criolla, naranja chocoya y naranja Washington Navel), frutales (aguacate, jocote), café y árboles forestales en un 31.43 %; y un 31 % asociadas con forestales únicamente (Figura 6).

El 22.85 % de las encuestas se reportan asociadas a especies de guineo, café y forestales, las que servían de tutor al chayote. Un 8.57 % de las asociaciones comprendían únicamente al chayote con el cultivo de café y el restante se encontraba asociado a frutales (aguacate y sapote) y plantas forestales (Figura 6).



**Figura 6.** Especies asociadas al chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

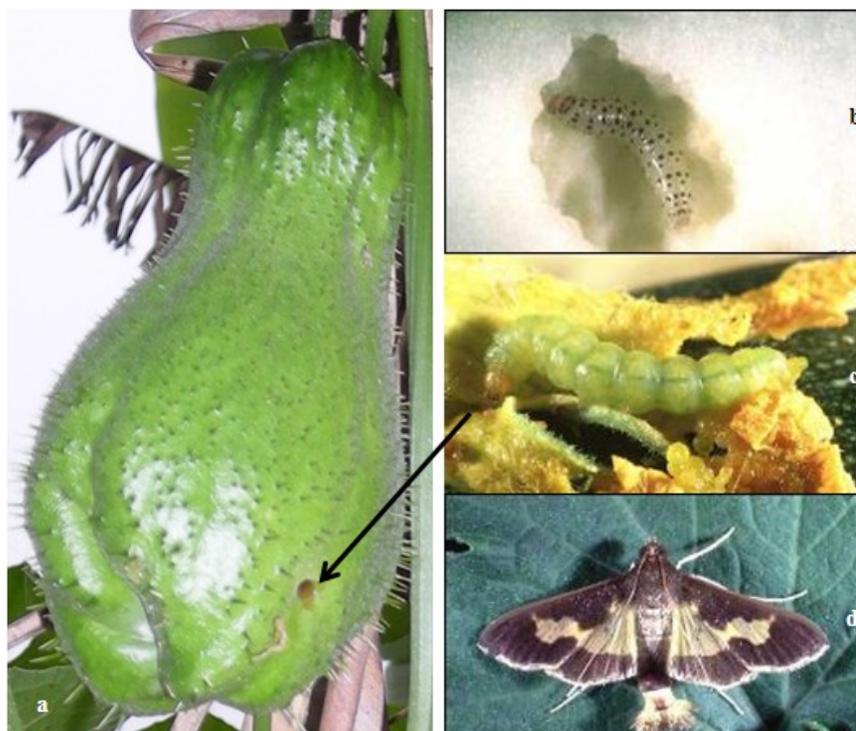
#### 4.1.2 Uso del chayote en la comunidad de El Castillito

El espacio destinado al cultivo de chayote estuvo comprendido entre 25 m<sup>2</sup> hasta media manzana (3513 m<sup>2</sup>). En la mayoría de los patios o parcelas se muestrearon de uno hasta 6 tipos de frutos tolerados por los productores. De las accesiones muestreadas y colectadas, el 95 % utilizaban únicamente el fruto para consumo humano y el 5 % consumía frutos y cogollos de la plantas; esto se debe principalmente a la falta de conocimiento de la población del uso del chayote como alimento de gran importancia nutricional. Lira (1995a), reporta que el chayote sirve como alimento humano y para forraje en América, y a su vez es utilizado con fines medicinales para tratar enfermedades renales e hipertensión.

### 4.1.3 Plagas y enfermedades identificadas

#### *Diaphania hyalinata* L y *D. nitidalis* (Stoll)

Algunas accesiones fueron afectadas por larvas de *D. hyalinata*. Esta plaga se alimenta de los tallos, el follaje y los frutos, produce galerías en los tallos provocando la muerte de los tallos y caída prematura de los frutos; pero la mayor afectación en el fruto fue causada por *D. nitidalis*. El 5.71 % del material muestreado y colectado presentó afectación en el fruto en la finca del Sr. Salvador Betanco. Argüello *et al.*, (2007) mencionan que esta plaga causa grandes pérdidas económicas, principalmente en el cultivo de melón. En la Figura 7 se observa el daño causado a los frutos por la acción de *D. nitidales* (a). Esta plaga es poco visible y según Capinera (2008) presenta un color amarillento en su estado de larva (b). Cuando ha alcanzado el estado de pre pupa esta sale del fruto, el estado de pupa ocurre en el follaje o en el suelo (c); Los adultos de esta plaga son palomillas blancas o perladas con franjas de color café bordeando las alas (d).

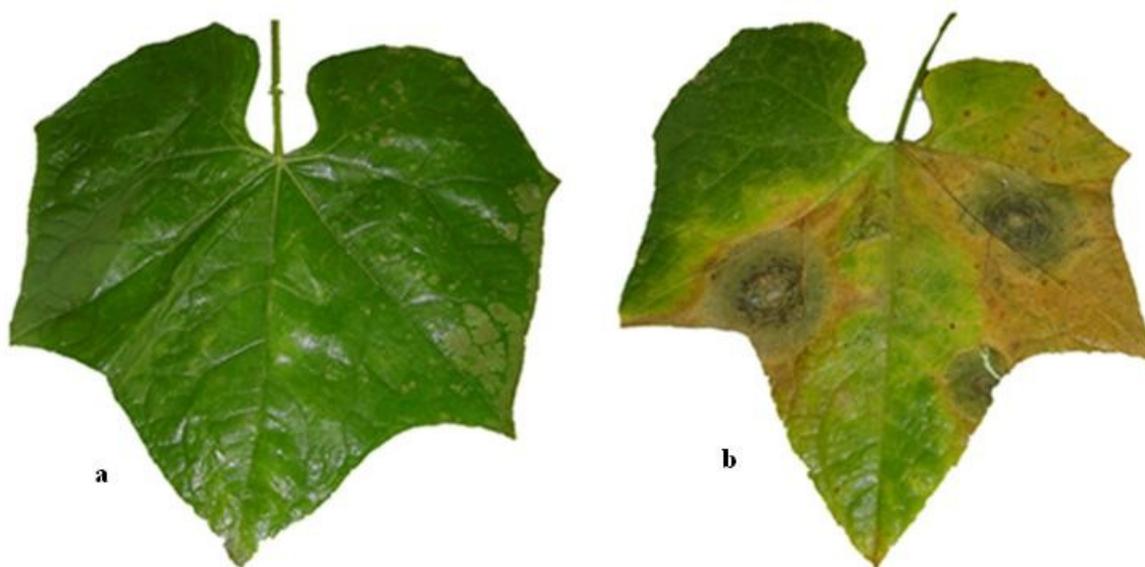


**Figura 7.** Fruto atacado en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] Por el perforador (*Diaphania nitidalis*), y sus diferentes estados. Estado larvario (b), pre pupa (c) y adulto (d).

### *Pseudoperonospora cubensis*

En el transcurso de los muestreos y recolectas de las accesiones de chayote se observó que las plantas mostraron síntomas causados por hongos. La sintomatología fue de una lesión inicial en el haz de las hojas de forma irregulares de color verde pálido, que posteriormente se tornó amarillenta antes de la muerte del tejido. Una vez colectada las muestras, en laboratorio se procedió a identificar el agente causal realizando cultivos de tejido en PDA, donde se identificó la presencia de *Pseudoperonospora cubensis* se transmite por medio del salpique de lluvia. El hongo *P. cubensis* no creció en el medio artificial PDA, ya que es un parásito obligado que solamente puede crecer en tejido vivo.

En el campo se muestrearon plantas sanas, y un 30 % de las colectas estaban afectadas por el hongo. Argüello *et al.*, (2007); mencionan que esta es una enfermedad de gran importancia al provocar la caída de las hojas; lo que disminuye la producción (Figura 8); encontrándose en un amplio rango de temperaturas y ambientes.



**Figura 8.** Afectación por mildiu veloso. Síntomas iniciales (a) y afectación severa (b) en la lamina foliar en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

## **4.2 Descriptores cuantitativos**

Se determinó la significación estadística a las variables cuantitativas mediante el estadígrafo T de Student. Los descriptores cuantitativos y cualitativos (número de frutos, rendimiento, longitud de la semilla y el diámetro del tallo) fueron las variables que no se diferenciaron estadísticamente en los materiales muestreados (Cuadro 1).

### **4.2.1 Variables de fruto**

Las variables cuantitativas de fruto resultaron significativas, con valores promedios de 9 cm en diámetro del fruto, 6.5 cm en espesor del fruto, 359 g en peso del fruto y 12 cm en longitud del fruto (Cuadro 1, Figura 24). En la Figura 9 se muestran los materiales que presentaron de mayor peso y longitud en sus frutos, así como los frutos más pequeños. Estos resultados son similares a los reportados por Lira (1995a), Cruz y Querol (1985), quienes observaron variación en chayote en forma, tamaño entre 5-29 cm, con diámetro entre de 3-13 cm y un rango en grosor de 4.39 a 9.98 cm.

En el mercado nacional se prefieren los frutos pequeños, de color verde claro y sin espinas, es por esto que el INTA (2004), desarrolló el híbrido de chayote denominado Los Cocos, con peso promedio de 415.88 g, y días a cosecha entre 85-90 después del trasplante, con tolerancia a virosis, y rendimiento potencial de 70.52 t ha<sup>-1</sup> (169580 frutos ha<sup>-1</sup>). Los frutos de este híbrido son de forma redondeada, color verde y de textura lisa. Muchas de estas características las presentan los materiales muestreados y recolectados en El Castillito (Cuadro 1 y 2) y Anexo 2 (Catálogo).

**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos y significación estadística (T Student) en las variables cuantitativas del germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]

Código	Descriptores	Rango	DE	Sig.
Num_Fru	Números de frutos planta	4 ± 6	0.51	ns
Rend	Rendimiento (Frutos)	250 ± 300	205.56	ns
Long_Fru	Longitud del fruto (cm)	6 ± 20	3.71	**
Dia_Fru	Diámetro del fruto (cm)	6 ± 12	1.44	**
Dia_CF	Diámetro del cuello del fruto (cm)	2.6 ± 5.2	9.03	*
Esp_Fru	Espesor del fruto (cm)	3.2 ± 7	9.22	*
Pes_Fru	Peso del fruto (g)	100 ± 800	232.43	*
Vol_Fru	Volumen del fruto (ml)	105 ± 804	194.32	*
Pes_Sem	Peso de semilla (g)	9 ± 19	7.37	*
Vol_Sem	Volumen de la semilla (ml)	9.1 ± 19.4	9.11	*
Log_Sem	Longitud de la semilla (cm)	2 ± 5	16.87	ns
Diam_Sem	Diámetro de la semilla (cm)	1 ± 2.5	5.44	*
Gros_Sem	Grosor de la semilla (cm)	0.6 ± 2	5.04	*
Long_Pfru	Longitud del pedúnculo del fruto (cm)	1 ± 5	2.02	*
Long_Ent	Longitud de entre nudos (cm)	10 ± 36	3.43	*
Long_Ph	Longitud de pedúnculo de la hoja (cm)	5 ± 22	5.41	*
Diam_Tall	Diámetro del tallo (mm)	4 ± 7	1.36	ns

\*  $\alpha = .05$

DE = Desviación Estándar.

\*\*  $\alpha = .01$

ns = No significativo.

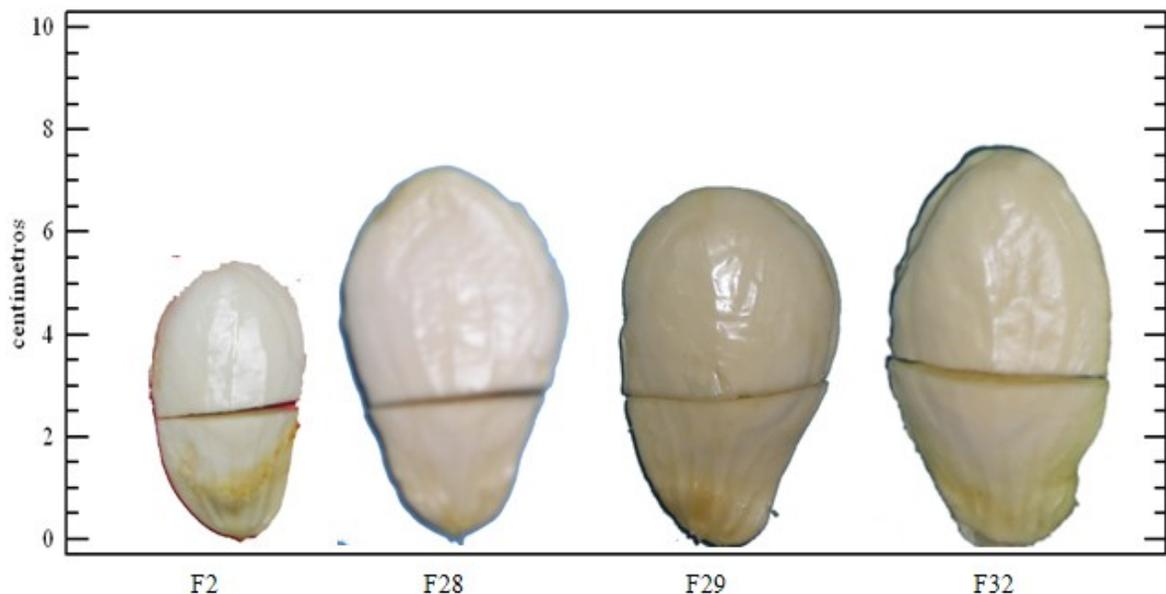


**Figura 9.** Variación en tamaño, longitud y color de fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

#### 4.2.2 Variables de semilla

Las variables de semilla que resultaron significativas, con valores promedios de 19 g para el peso, 20 ml en volumen, 2.8 cm en diámetro y 1.1 cm grosor de la semilla (Figura 10). Solís (1998) menciona que los frutos con semillas grandes se encuentran más en condiciones cultivadas que en aquellos que crecen de forma espontánea.

De acuerdo con Achal *et al.* (1986) la longitud y grosor posee una alta capacidad heredable que se expresa en cualquier tipo de ambientes. Cruz y Querol (1985) obtuvieron resultados similares con rangos promedio para el peso de 3.6-30.3 g, y rangos promedio para el volumen de 3.2-30.3 cm<sup>3</sup>, en el caso del grosor estos mismos autores manifiestan que los valores promedio se encuentran entre 0.86 y 1.56 cm (Cuadro 1 y Figura 10).



**Figura 10.** Variación en tamaño, forma y color de semilla en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] Colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

### **4.2.3 Variables de tallo**

#### **Longitud del pedúnculo del fruto y entrenudos**

Tomando en cuenta las diferencias entre cada una de las accesiones de chayotes se encontró diferencias significativas (Cuadro 1) en cuanto al tamaño de sus entrenudos comprendidos entre los 10-36 cm. La longitud del pedúnculo del fruto estuvo correlacionado con la longitud de los entrenudos, la longitud del pedúnculo de la hoja de la planta de chayote y el diámetro del tallo (Cuadro 3).

#### **Longitud de pedúnculo de la hoja**

El pedúnculo de la hoja inicia desde la unión del tallo hasta el punto de inserción de la lámina foliar. Para esta variable se obtuvieron rangos de 5-22 cm. Demolon (1975), considera que el desarrollo foliáceo está en función de la actividad meristemática asegurando el nacimiento de las hojas y los procesos celulares que ocasionan su crecimiento; cabe mencionar que nuestros resultados son muy similares a los reportados por Lira (1995a) quien menciona que el pedúnculo de la hoja puede llegar a medir entre 8 y 30 cm, que una característica muy similar entre los chayotes cultivados y aquellos que crecen de forma espontanea (Cuadro 1).

### **4.3 Descriptores cualitativos y atributos**

Los caracteres cualitativos (Ubicación y presencia de espinas, color, forma del fruto), son usados en la caracterización debido a que son fácilmente observados por el investigador y son transmitidos de una generación a otra, de acuerdo con Azurdia (1996a) estos son válidos para clasificar una población en diferentes condiciones ambientales.

#### **4.3.1 Presencia de espinas en el fruto**

Se observó que el 45.71 % de las accesiones no contaban con espinas en el fruto, un 28.57 % la presencia de espinas era intermedia y el resto de las accesiones tuvieron muchas espinas en todo el fruto (Cuadro 2, Figura 24). En la Figura 11, se puede observar la presencia espinas en las fichas 1, 6 y 18 (F1, F6 y F18), no así en la ficha 30 (F30).

Esta característica es mencionada por Cruz-León (1985-86), y Lira (1996b), quienes señalan que el chayote presenta una gran variación en cuanto al número de espinas. De acuerdo con Cruz-León (1985-86), posiblemente estas accesiones son el resultado del cruzamiento de chayote silvestres con plantas domesticadas introducidas dentro de la comunidad por parte de los productores.



**Figura 11.** Variación en la superficie (presencia de espinas), tamaño y color en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

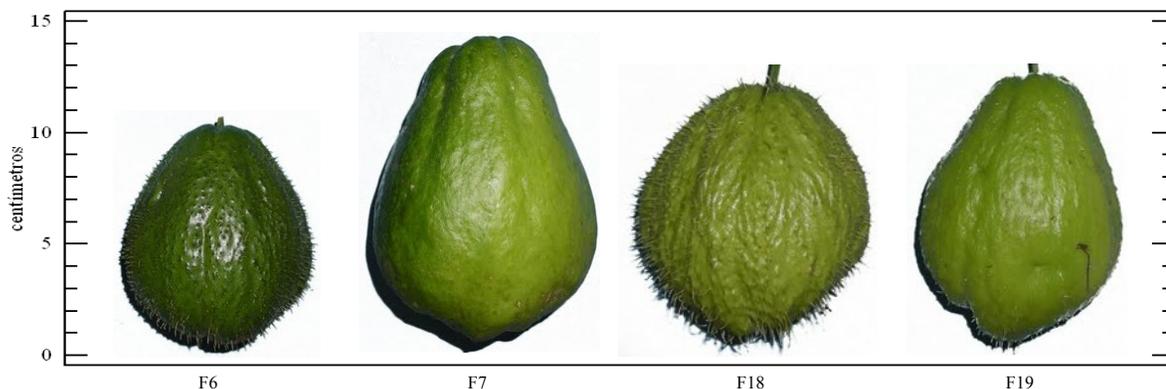
#### 4.3.2 Ubicación de las espinas en el fruto

Se determinó que el 20 % de los frutos muestreado tienen las espinas ubicadas en todo el fruto y un 34.29 % no cuenta con esta característica. El restante 45.72 % exhiben las espinas en diferentes partes del fruto (Cuadro 2, Figura 24). La Figura 12 muestra la presencia de espinas alrededor del pericarpio del fruto. Se observan frutos sin espinas (F7), frutos con muchas espinas alrededor del pericarpio (F18) y frutos con pocas espinas en la base del pericarpio (F6 y F19).

**Cuadro 2.** Variación de las variables cualitativas en el germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]

Variable	Atributo	%	Variable	Atributo	%
Presencia de espinas en el fruto	Ausente	45.71	Sabor de fruto	Simple	37.14
	Intermedia	28.57		Sabroso	54.29
	Prominente	25.71		Salado	8.57
Ubicación de espinas en el fruto	En todo el fruto	20.00	Cantidad de fibra en el fruto	Sin fibra	42.86
	Ausente	34.29		Poco fibroso	22.86
	Alrededor del fruto	14.29		Fibroso	20.00
Costillas en el fruto	En la base del fruto	31.43	Presencia de puntos	Muy fibroso	14.29
	Ausente	22.86		Ausente	60.00
	Intermedia	48.57		Prominente	40.00
	Prominente	28.56		Blanca	
Rugosidad en pericarpio	Rugoso	28.57	Color envés hoja	Verde claro	14.29
	Intermedia	45.71		Amarrillo	68.57
	Liso	24.71		Verde oscuro	17.14
Depresión en la base del fruto	Ausente	37.14	Vellos en la hoja	Ausente	0.00
	Intermedia prominente	25.78		Intermedia	0.00
Forma del fruto	Redondo	25.82	Corrugación del fruto transversal	Prominente	100
	periforme	48.57		Liso	11.43
	Alargada	22.86		Intermedia	34.28
				Corrugado	54.29
Color del fruto	Verde claro	2.86	Corrugación externa del fruto	Ausente	0.00
	verde olivo	37.14		Intermedia	65.71
	verde amarillo	20.00		Corrugado	34.29
Lustre del fruto	verde oscuro	51.43	Color tallo	Blanca	
	brillante	45.71		Verde olivo	100.00
	Oscuro	25.71		Verde claro	0.00
	Opaco	28.57			
Consistencia	Aguado	34.29			
	Sólido	65.71			

En colectas realizadas por Cruz y Querol (1985), en México determinaron que los chayotes domesticados han perdido estas características observándose mejor en aquellos chayotes que crecen de forma espontánea. Esta característica le permite una mayor resistencia a los frutos al daño físico por almacenamiento y transporte le brinda una mayor vida de almacenamiento al no hacer contacto directamente el pericarpio con el recipiente de almacenamiento; sin embargo, los frutos con muchas espinas no son muy apetecidos en el comercio, debido al daño que causan las espinas en las manos, teniendo mayor comercio los frutos sin espinas.

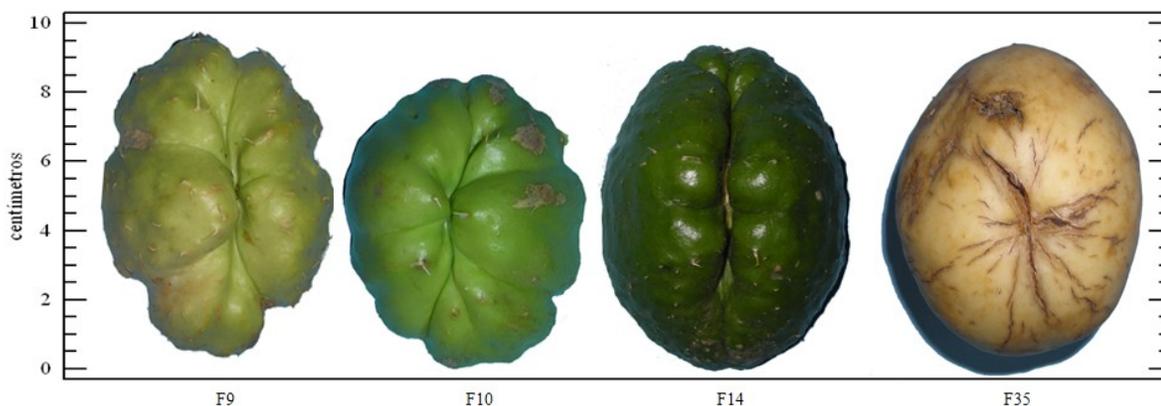


**Figura 12.** Variación en la ubicación de espinas en el pericarpio, color y forma del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

### 4.3.3 Presencia de costillas o surcos en el fruto

Con mayor frecuencia (28.56 %) se encontró chayotes con costillas muy pronunciadas, un 48.57 % con formas intermedias, y un 22.86 % sin esta característica en el pericarpio del fruto (Figura 13, Figura 14 y Figura 24).

De acuerdo con Cruz (1992) esta característica se debe a la estructura de la flor donde cada pétalo representa una costilla o surco en el fruto. Por otro lado, Lira (1995a), menciona que esta característica puede estar ausente o presente en la parte longitudinal de los frutos de chayote.



**Figura 13.** Variación en la presencia de costillas o surcos y color en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

#### 4.3.4 Rugosidad en el pericarpio

La rugosidad marcada en el fruto se observó en el 28.57 % del germoplasma colectado, un 24.71 % esta características estaba ausente, y el restante 45.71 % exponía esta característica de forma intermedia (Cuadro 2, Figura 24 y Anexo 2). En la Figura 14 y Figura 15, se aprecia la rugosidad alrededor del pericarpio del fruto en las fichas 9, 16 y 24 (F9, F16 y F24) y la ausencia en la ficha 28 (F28). Esta característica brinda cierta resistencia al fruto, ya que puede soportar daños físicos durante la manipulación en las labores de cosecha y comercialización. Sin embargo no es muy aceptado por parte de los consumidores al dificultarse la preparación de los mismos.

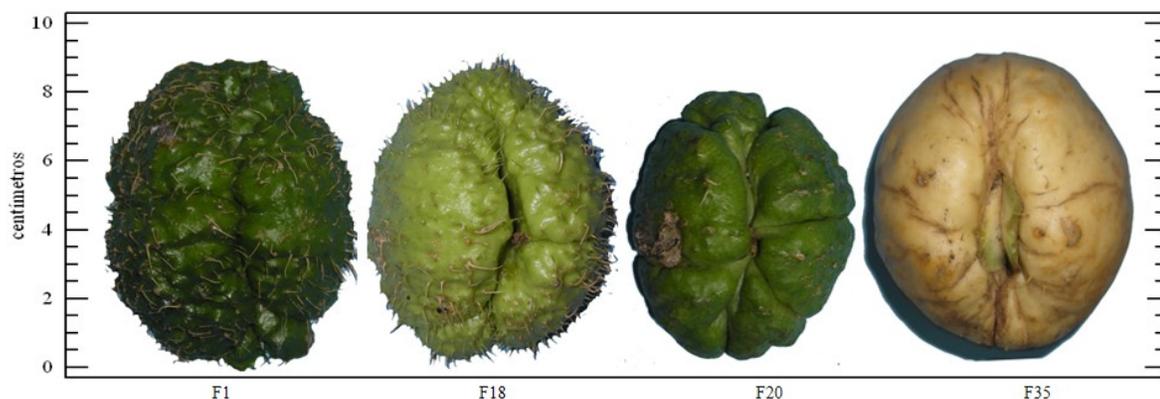
Según Lira (1995a) menciona que esto se debe a que generalmente se conservan las características del ovario. Castrejón y Lira (1992) y Newstrom (1991) indican que esta característica puede ser causa de la variación en aquellos chayotes relacionados con sus parientes silvestres, dicha variación no es comparable con la registrada para los tipos cultivados.



**Figura 14.** Variación de la rugosidad, tamaño, color y forma en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

#### 4.3.5 Depresión de la base del fruto

La depresión en la base del fruto está muy relacionada con la rugosidad y costillas en el fruto. En el germoplasma recolectado, se observó que el 37.14 % presentó una depresión bien marcada, el 25.78 % mostró depresión intermedia, y el restante 37.14 % no mostró esta característica (Cuadro2, Anexo 2). Esta característica brinda cierta resistencia al fruto, ya que puede soportar daños físicos durante la manipulación en las labores de cosecha y comercialización. Sin embargo, no es muy aceptado por parte de los consumidores al dificultarse la preparación de los mismos. Las Figura 15 exhibe materiales con depresión pronunciada en las fichas 1, 18 y 20 (F1, F18 y F20), a excepción de la ficha 35 (F35).

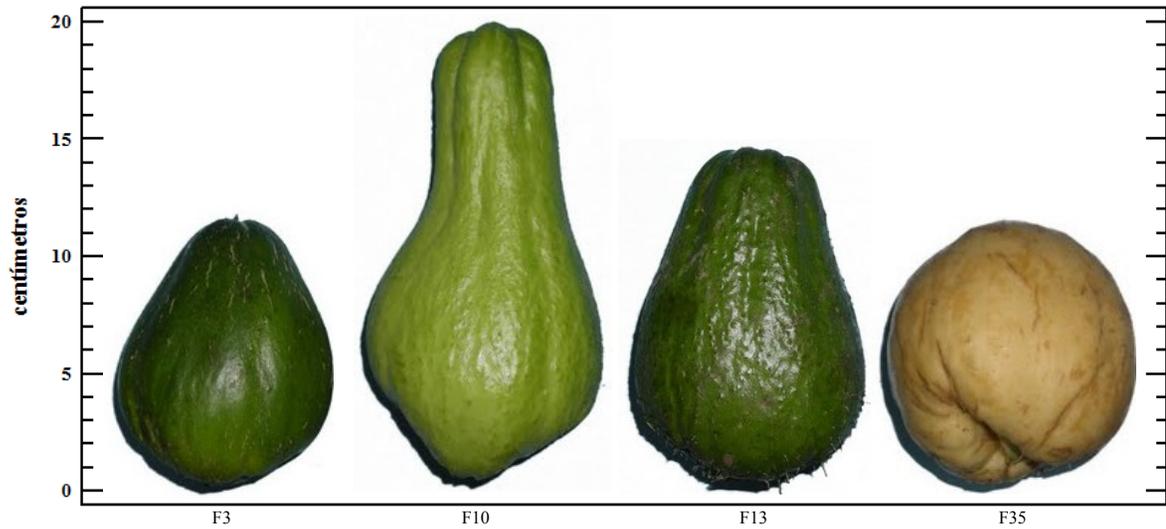


**Figura 15.** Variación en la depresión de la base, color y espinas en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

#### 4.3.6 Forma del fruto

Lira (1995a) indica que el chayote presenta una diversidad morfológica en sus frutos desde globosos hasta alargado pasando por ovoides y periformes.

Los frutos de chayote recolectados presentaron diferentes formas de los cuales el 25.82 % de los frutos eran redondos, el 22.86 % alargados y un 48.57 % en forma de pera (Cuadro 2 y Figura 24). En cuanto a esta variación morfológica del material colectado, las fichas 3, 10, 13 y 35 (F3, F10, F13, y F35), fueron las más representativas (Figura 16). Estos resultados son similares a los reportados por Cruz y Querol (1985).

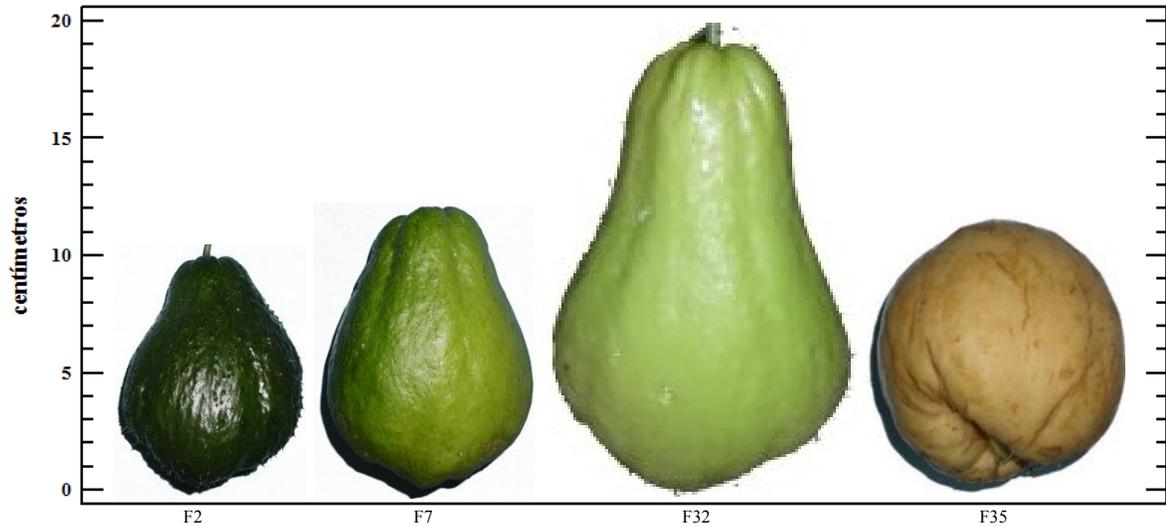


**Figura 16.** Variación en la forma, color y tamaño en el pericarpio del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

#### 4.3.7 Color del fruto

Los frutos mostraron diversos colores desde verde claro (2.86 %) hasta verde oscuro (51.43 %) pasando por tonalidades verde olivo (37.14 %) y (20 %) con frutos de color amarillo (Cuadro 2 y Figura 24). Según la Tabla de Colores Munssel, estos colores corresponden a: color verde claro (2.5 GY 8/8), verde oscuro (7.5 GY 5/8), verde olivo (2.5 GY 8/6) y amarillo (2.5 GY 2/6) respectivamente.

Estas tonalidades son mencionadas por (Cruz, 1992; Cruz-León 1985-86) y Lira (1995a), al evaluar frutos con pericarpio desde verde claro u oscuro, hasta blancos y amarillos pálidos. Los materiales muestreados y recolectados reflejaron dicha tonalidades (Figura 17).



**Figura 17.** Variación en color, forma y tamaño del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

#### 4.3.8 Lustre del fruto

El 45.71 % de los frutos presentaron un lustre brillante en el pericarpio, y el 25.71 % una tonalidad oscura, y el restante porcentaje de frutos una superficie opaca (Cuadro 2 y Figura 24). Potzoy y Alvarado (2003), plantean que esto se debe principalmente a las variaciones de colores que presentan los frutos de chayotes. Los materiales 15 y 16 (F15 y F16) fueron representativos de la característica brillante y oscura en el pericarpio del fruto; en cambio los materiales F21 y F22 mostraron un lustre opaco (Figura 18).



**Figura 18.** Variación en el lustre, forma y tamaño del fruto en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] colectado en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

#### **4.3.9 Consistencia del fruto después de la cocción**

Los frutos fueron hervidos en una olla de presión por 30 minutos se obtuvo que el 65.71 % de los frutos eran sólidos y un 34.29 % son aguados (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los reportados por Cruz y Querol (1985), donde los frutos de chayote al ser sometido al calor por un periodo de una hora presentaron consistencia duro y aguada. Dichos autores mencionan que esta es una característica de mucha importancia cuando se trabaja en programas de mejoramiento. De ello depende la aceptación por parte de los potenciales consumidores. La consistencia dura o aguada se observó en los materiales F12, F17, F29 y F35 (Figura 24).

#### **4.3.10 Sabor del fruto después de la cocción**

En la toma de datos se elaboró una escala comprendida del 1 al 3, y a los frutos sabrosos se le otorgaba un valor de 3; los frutos salados un valor de 2 y aquellos frutos simples un valor de 1. El 54.29 % de los frutos al momento de consumirlos fueron sabrosos al paladar en cambio un 8.57 % de los frutos fueron salados y de mal sabor; el restante presentó un sabor simple al momento de catarlos (Cuadro 2).

Cruz-León (1985-86), Lira (1995a), indican que el sabor amargo se presenta en los chayotes silvestres debido a las altas concentraciones de cucurbitacina; en cambio aquellos chayotes cultivados cuentan con una variabilidad de sabores desde simples hasta dulces. Los materiales colectados F5, F25, F30 y F31 (Figura 24) presentaron diversos sabores al momento de consumirlos.

#### **4.3.11 Fibra en el fruto después de la cocción**

Se observó que el 42.86 % de los frutos colectados no contiene fibra; mientras que el 14.29 % de los frutos eran muy fibrosos (Cuadro 2), siendo esta una característica que determina la aceptabilidad por parte de los consumidores de este cultivo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cruz y Querol (1985), en colectas realizadas en México señala que aquellos chayotes cultivados presentan diferentes cantidades de fibra y se considera que aquellas accesiones que presentaban frutos fibrosos están más emparentadas con chayotes silvestres.

Newstrom (1991) propone que esta característica se deriva del cruzamiento espontáneo de las plantas de chayote. Lira (1995a) menciona que los frutos de chayote presentan pulpa jugoso-carnosa a muy ligeramente fibrosa. El material colectado F1, F9, F12 y F20 mostraron estas características en sus frutos, respectivamente (Figura 24). Estas características fueron corroboradas por los pobladores de la comunidad.

#### **4.3.12 Predominancia de puntos blancos en la hoja**

Se determinó que todo el material de estudio presentaba esta característica; sin embargo esta se expresa mejor cuando los colores de las hojas son oscuros. Del material colectado el 40 % de las accesiones mostró esta característica muy pronunciada y el restante 60 % no la mostró (Cuadro 2).

#### **4.3.13 Color del envés en la hoja**

Para este descriptor se observó un 14.29 % de las hojas presentaron un color verde claro no obstante el 68.57 % mostró una tonalidad amarilla. Lira (1995a); menciona que esto es características de las cucurbitáceas. Entre las más representativa estuvieron las accesiones F28, F26, F4 y F21 (Cuadro 2).

#### **4.3.14 Corrugación del fruto en corte transversal**

Al realizar el corte transversal se obtuvo que el 54 % presentaron frutos corrugados; el 34.28 % mostró esta característica de forma intermedia y el restante carecía de esta modalidad en sus frutos (Cuadro 2); este atributo se observó mejor en aquellos materiales con espinas en toda la superficie (Figura 24).

#### 4.4 Correlaciones fenotípicas en chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos variables o descriptores. La correlación se mide mediante el coeficiente R, y el valor está entre 0 y  $\pm 1$ , y entre más cercano es a  $\pm 1$ , la relación es mayor (Hidalgo, 2003). Cuando se selecciona un determinado carácter, éste incluirá a los demás que están relacionados con dicha variable.

El presente estudio determinó que en general, existe una alta correlación entre variables de fruto. El peso del fruto está en dependencia directa con la longitud ( $r=0.646$ ,  $p=0.01$ ), lo que significa que entre más grande es el fruto este tendrá un mayor peso (Cuadro 3); de igual forma, se obtuvo una alta correlación entre las variables peso de la semillas y volumen de la semilla y demás variables de fruto y semillas, siendo altamente significativo ( $r=0.84$ ,  $p=0.01$ ).

De igual forma, la variable longitud del fruto estuvo correlacionada con el diámetro del fruto donde la relación es altamente significativa ( $r=0.802$ ,  $p = 0.01$ ). Para la relación de la variable diámetro de la semilla y grosor de la semilla se encontró una correlación significativa ( $r=0.475$ ,  $p=0.01$ ) demostrando que entre mayor fue el diámetro de la semilla mayor será el grosor de la misma (Cuadro 3, Figura 19).

**Cuadro 3.** Matriz de correlación de descriptores en [*Sechium edule* (Jacq) Sw.].

	Num-Fru	Rend	Long_Fru	Dia_Fru	Dia_CF	Esp_Fru	Pes_Sem	Vol_Sem	Diam_Sem	Long_Pfru	Long_Ent
	Coeficiente de correlación (r)										
Long_Fru	-0.085	-0.044									
Dia_Fru	0.034	-0.101	0.802								
Dia_CF	0.188	0.001	0.485	0.457							
Esp_Fru	0.111	0.047	0.395	0.402	0.498						
Pes_Fru	0.229	-0.051	0.646	0.655	0.586	0.574					
Vol_Fru	0.299	-0.080	0.644	0.670	0.611	0.513					
Pes_Sem	0.413	0.379	-0.163	-0.108	0.102	0.270					
Vol_Sem	0.333	0.240	-0.159	-0.028	0.081	0.223	0.840				
Log_Sem	0.122	0.080	-0.043	-0.106	0.173	0.322	0.429	0.388			
Diam_Sem	0.181	0.138	-0.115	0.045	0.190	0.328	0.363	0.352			
Gros_Sem	0.294	0.106	-0.174	-0.007	0.029	-0.175	0.247	0.278	0.475		
Long_Ent	0.061	0.185	0.058	0.024	0.024	-0.230	0.003	-0.056	-0.303	0.405	
Long_Phu	0.052	-0.280	0.029	-0.102	0.088	-0.061	-0.003	-0.135	-0.146	0.408	0.252
Diam_Tal	0.007	0.190	-0.214	-0.178	0.010	-0.222	0.089	0.121	-0.090	0.442	0.361

La relación es significativa si  $0.33 > r < 0.413$  con  $\alpha=0.05$  y altamente significativo si  $r \geq 0.413$  con  $\alpha=0.01$

Lo que concierne a la relación diámetro del tallo y longitud del pedúnculo del fruto se obtuvo una correlación significativa ( $r=0.442$ ,  $p=0.01$ ), y los frutos con mayor pedúnculo fueron colectados de plantas con mayor diámetro de tallo.

De igual manera, se observó una correlación significativa ( $r=0.405$ ,  $p=0.01$ ) entre las variables longitud de entre nudos y longitud del pedúnculo del fruto demostrando que entre mayor fue la longitud de entrenudo mayor fue el tamaño del pedúnculo del fruto (Cuadro 3).

#### **4.5 Análisis de componentes principales (ACP) en chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]**

Pla (1986), menciona que el ACP es una técnica que permite disminuir el conjunto de descriptores a un conjunto menor no correlacionados llamados componentes principales (CP), esto determina el aporte de las variables a la variación total de cada CP. Asimismo, Judez (1989), explica que cada componente tiene parte en la variabilidad total de los caracteres, y los CP serán interpretados independientemente, ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en otro CP.

El ACP concentra toda la variación presente en la matriz de datos originales en unos pocos ejes o componentes, éstos contienen información en diferentes proporciones de los descriptores originales y su número depende del número que se incorporen en el análisis. La contribución de los descriptores a cada CP se expresa en valores y vectores propios. De acuerdo con Hidalgo (2003) el valor propio representa la varianza asociada con el CP y decrece a medida que se generan dichos CP.

Los resultados obtenidos demostraron que los tres primeros componentes (CP-1, CP-2 y CP-3) aislaron el 60 % de la variación total (Cuadro 4), lo cual se aproxima a lo propuesto por Hidalgo (2003); que plantea que los tres primeros componentes deben aislar un óptimo del 70 % para poder discriminar. En estudios realizados por Benavides (2001 y 2004) en Sapotaceas y guanábana (*Annona muricata*), respectivamente, indican que estos porcentajes son difícil de alcanzar cuando se hace mayor énfasis en las variables de fruto y se estudia una sola especie, lo que hace indicar que estos porcentajes aceptables estarán en dependencia del objetivo de la investigación.

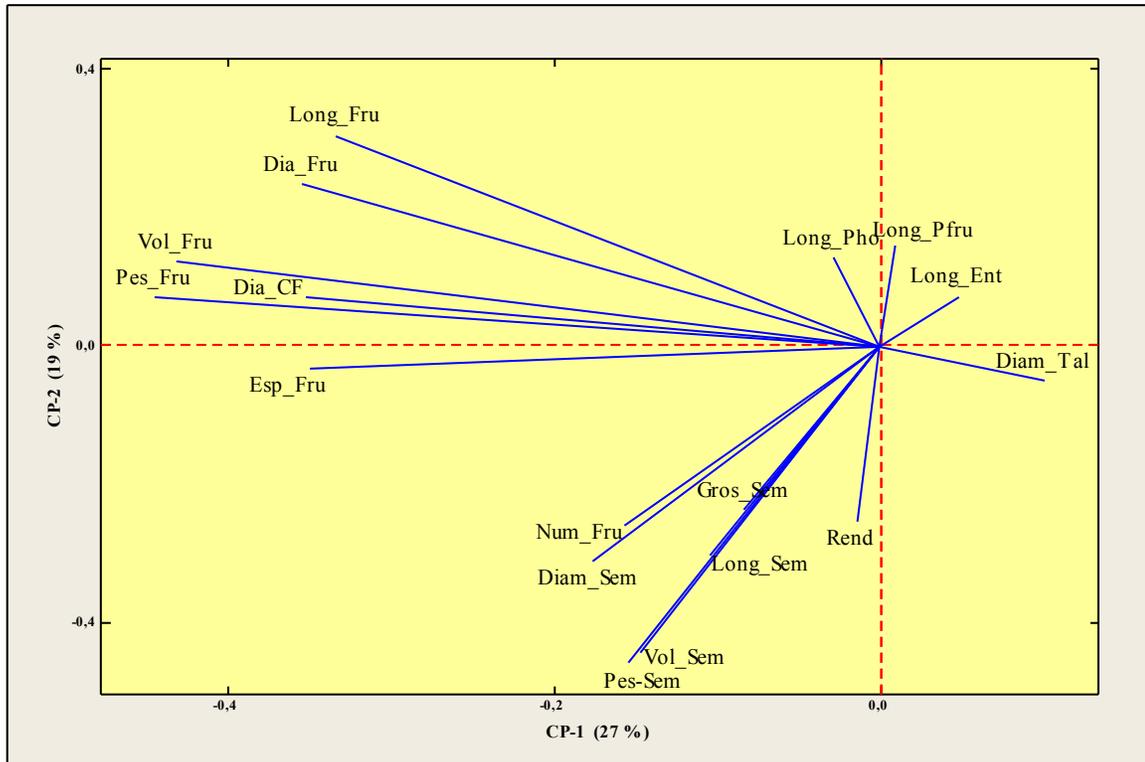
El CP-1 aisló el 27 % de la variación total (Cuadro 4 y Figura 19) y sobresalieron el volumen del fruto (Vol\_Fru), peso de fruto (Pes\_Fru), diámetro del cuello del fruto (Dia\_CF), diámetro del fruto (Dia\_Fru).

El CP-2 logró aislar el 19 % de la variación total acumulando con el CP-1 el 46 %. Dentro del CP-2 se encuentran los descriptores relevantes: peso de semilla (Pes\_Sem), volumen de semilla (Vol\_Sem), diámetro de semilla (Diam\_Sem), el cual presentó rangos menores con respecto al CP-1 con 8 % (Cuadro 4 y Figura 19). El CP-3 logró aisló el 14 % de la variación total (Cuadro 4) expresado por la longitud del pedúnculo del fruto (Long\_Pfru) y longitud de entre nudos de la planta (Long\_Ent).

**Cuadro 4.** Análisis de los componentes principales para descriptores cuantitativos de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]

Variables	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4	CP-5
Porcentajes de variación					
Num_Fru	2.434	6.760	4.709	7.023	3.063
Rend	0.020	6.401	1.392	3.460	31.136
Long_fru	11.156	9.242	0.230	0.476	4.666
Dia_Fru	12.603	5.523	0.397	0.260	5.905
Dia_CF	12.320	0.490	1.103	3.028	0.397
Esp_Fru	12.250	0.116	1.796	11.022	2.016
Pes_Fru	19.803	0.504	0.548	0.397	0.137
Vol_Fru	18.576	1.488	0.792	3.098	0.001
Pes_Sem	2.372	20.976	1.346	1.513	0.073
Vol_Sem	2.161	19.536	0.242	0.624	0.230
Long_Sem	1.103	9.060	1.742	8.410	6.708
Diam_Sem	3.098	9.734	0.672	0.828	7.076
Gros_Sem	0.706	5.617	5.760	31.360	0.640
Long_Pfru	0.008	2.074	20.070	14.592	6.605
Long_Ent	0.230	0.518	24.040	0.462	8.352
Long_Ph	0.078	1.613	16.060	3.133	22.090
Diam_Tal	1.020	0.250	19.100	10.304	0.810
Eigenvalor	4.22	3.05	2.19	1.43	1.3
% individual	27.00	19.00	14.00	8.00	8.00
% Acumulado	27.00	46.00	<b>60.00</b>	68.00	76.00

En el Cuadro 4 se presenta la contribución de cada una de los componentes principales utilizados para relacionar el germoplasma de chayote tomando en cuenta la variación de los descriptores cuantitativos y su contribución dentro de cada uno de los componentes principales. Los eigenvalores o autovalores (varianzas) indican el número de variables que más están aportando a la variación en cada CP.



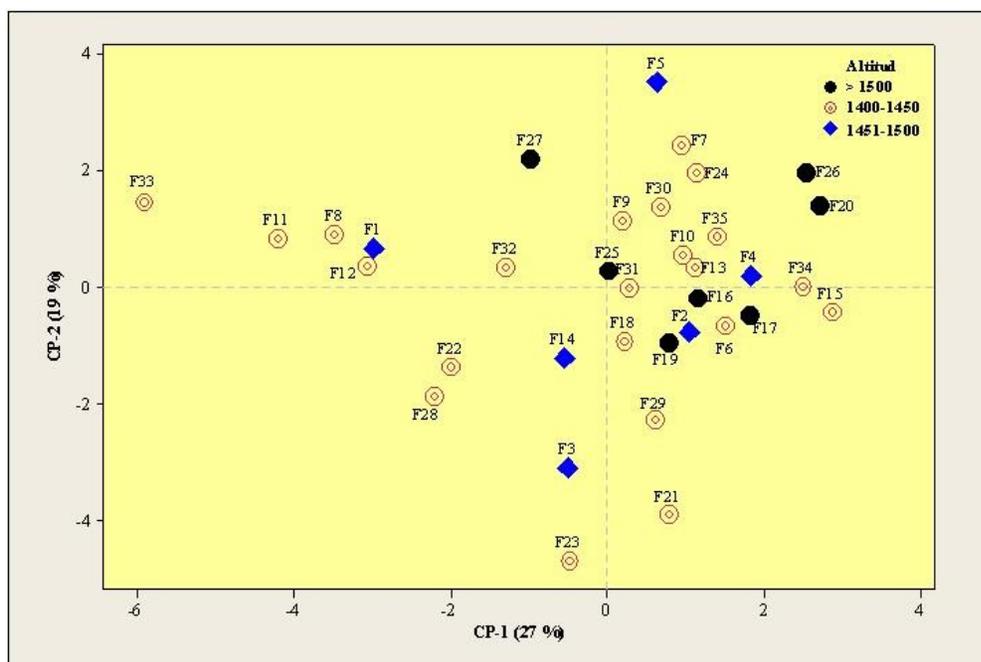
**Figura 19.** Dispersión bidimensional de variables cuantitativas en el germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] en El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

En la Figura 19 se observa que los descriptores mostraron correlación. Las variables de fruto presentaron el menor ángulo en sus vectores, por lo que la relación es más estrecha; de igual manera, las variables de semillas tienen comportamiento similar. El ACP realizado a las variables demostraron que el CP-1 separa en un 27 % de variación a las variables de fruto y semillas de las variables de tallo, y estas a su vez relacionadas con las accesiones muestreadas (Figura 20). El primer grupo correspondió a 6 descriptores de fruto que son los que más aportaron a la variación dentro del CP-1 (Figura 19). El grupo 2 estuvo conformado por 6 descriptores donde cuatro de ellos corresponden a la semilla, el grupo 3 presentó un total de 4 descriptores de la planta.

En el ACP, la ubicación de las variables y su aporte a la variación (Figura 19), y las accesiones en un determinado cuadrante indican los posibles agrupamientos (Figura 20) y la relación existentes entre las variables con respecto a las accesiones muestreadas.

En la Figura 20 se puede apreciar la distribución del germoplasma a través de todas las variables en el primer y segundo componente en las diferentes alturas en que fueron colectadas, donde se observan posibles indicios de agrupamiento. Entre los posibles agrupamientos, están las fichas 23, 21 y 3 (F23, F21 y F3), las que mostraron características semejantes entre sí; además se puede observar que las fichas 33, 11, 8, 1, y 12 (F33, F11, F8, F1 y F12), conformaron un grupo de accesiones.

Las fichas 16, 17, 19, 20 y 25 (F16, F17, F19, F20 y F25), comparten características similares con las fichas 26 y 27 (F26 y F27), tales como frutos medianos entre 9-16 cm, peso entre 125-450 g, color del fruto verde oscuro a verde amarillo, frutos con poca fibra, con costillas o surcos pocos profundos, de consistencia sólida y sabrosos al momento de consumirlos. Dichos materiales se colectaron a alturas mayores a los 1500 msnm.



**Figura 20.** Dispersión bidimensional del germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] muestreado en El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

#### **4.6 Análisis de agrupamiento en chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]**

El análisis de Agrupamiento (AA) o Conglomerados es un conjunto de técnicas que se utilizan para clasificar las variables o descriptores en grupos relativamente homogéneos llamados conglomerados. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de  $n$  individuos o  $p$  descriptores en un número pequeño de conglomerados, donde la conformación puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a los individuos. El AA puede aplicarse sobre una matriz básica de datos  $n \times p$ ,  $n \times n$  o  $p \times p$  (Hidalgo, 2003).

Los descriptores en cada grupo (conglomerado) tienden a ser similares entre sí (alta homogeneidad interna, dentro del conglomerado) y diferentes a los objetos de los otros grupos (alta heterogeneidad externa, entre conglomerados). El AA tiene como propósito esencial, agrupar aquellos individuos que reúnan idénticas características, es decir convirtiéndose en una técnica de análisis exploratorio diseñada para revelar las agrupaciones naturales dentro de una colección de datos. Por medio del análisis de conglomerado se observó la relación o similitud del material genético de chayote planteado en el ACP (Figura 21).

##### **4.6.1 Análisis de agrupamiento con variables cuantitativas**

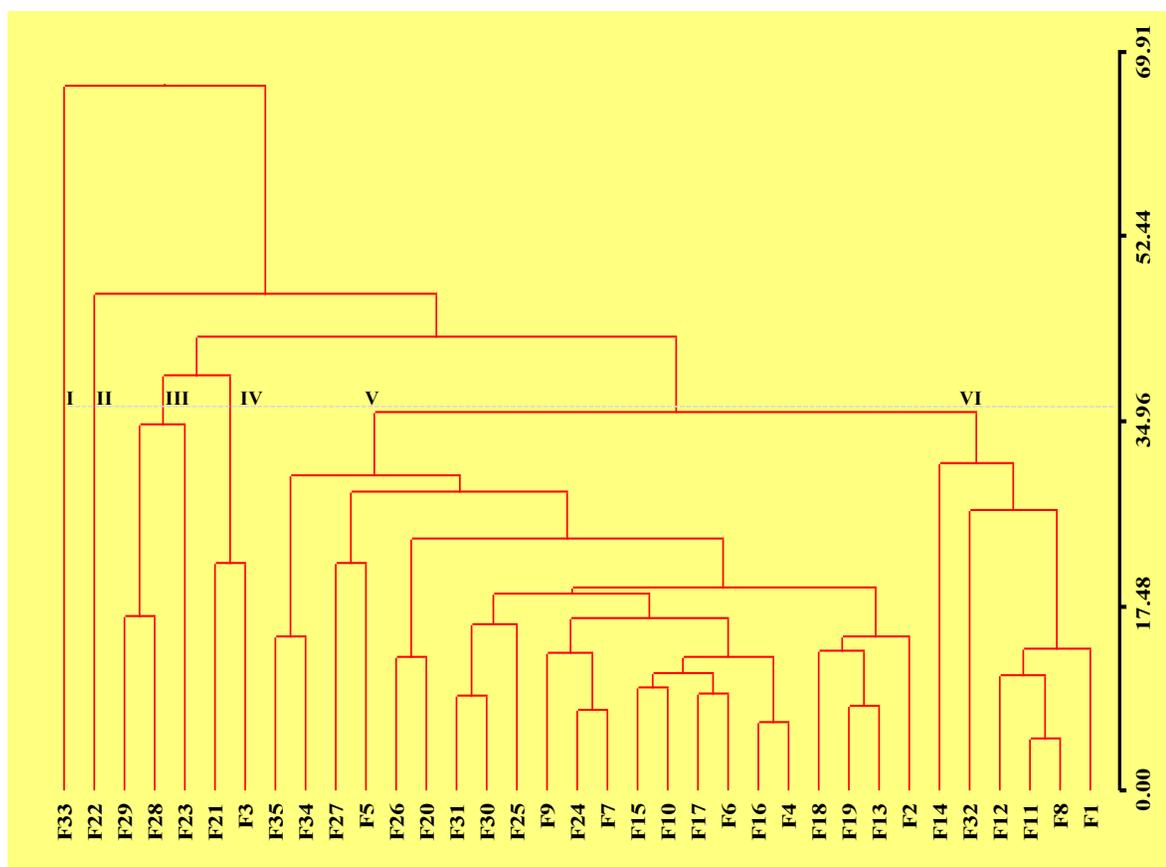
En la Figura 21 se observa la relación del material evaluado en forma de dendograma a través del método de ligamiento promedio o UPGMA y la distancia Euclídea; tomando en cuenta todas las variables cuantitativas congregando un total de seis conglomerado a una distancia de 35 unidades quedando distribuido de la siguiente manera (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Intervalos de confianza en variables cuantitativas para cada uno de los conglomerado en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.].

Conglomerado	Fichas	Peso_Fru (g)	Vol_Fru (ml)	Long_Fru (cm)	Diá_Fru (cm)
I	F33	350	357.5	18.25	6.25
II	F22	675	678.87	11.67	7
III	F23, F28, F29	125 ± 300*	129.5 ± 310.8	9 ± 11.85	7 ± 7.67
IV	F3, F21	241.7 ± 266.7	243.5 ± 270.7	11	7.67 ± 8
V	F2, F4, F5, F6, F7, F9, F10, F13, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F24, F25, F26, F27, F30, F31, F34, F35	125 ± 905	129 ± 918	8 ± 16	4 ± 10
VI	F1, F8, F11, F12, F14, F32	350 ± 820	358 ± 832	10.5 ± 19	4,8 ± 10.32

\*  $IC = \bar{x} \pm s / \sqrt{n}$

Los descriptores que mayor aporte brindaron para conformar agrupaciones del material de chayote colectado se pueden mencionar: longitud, peso, diámetro y volumen del fruto.



**Figura 21.** Dendrograma de la relación de germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] a través de variables cuantitativas en El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

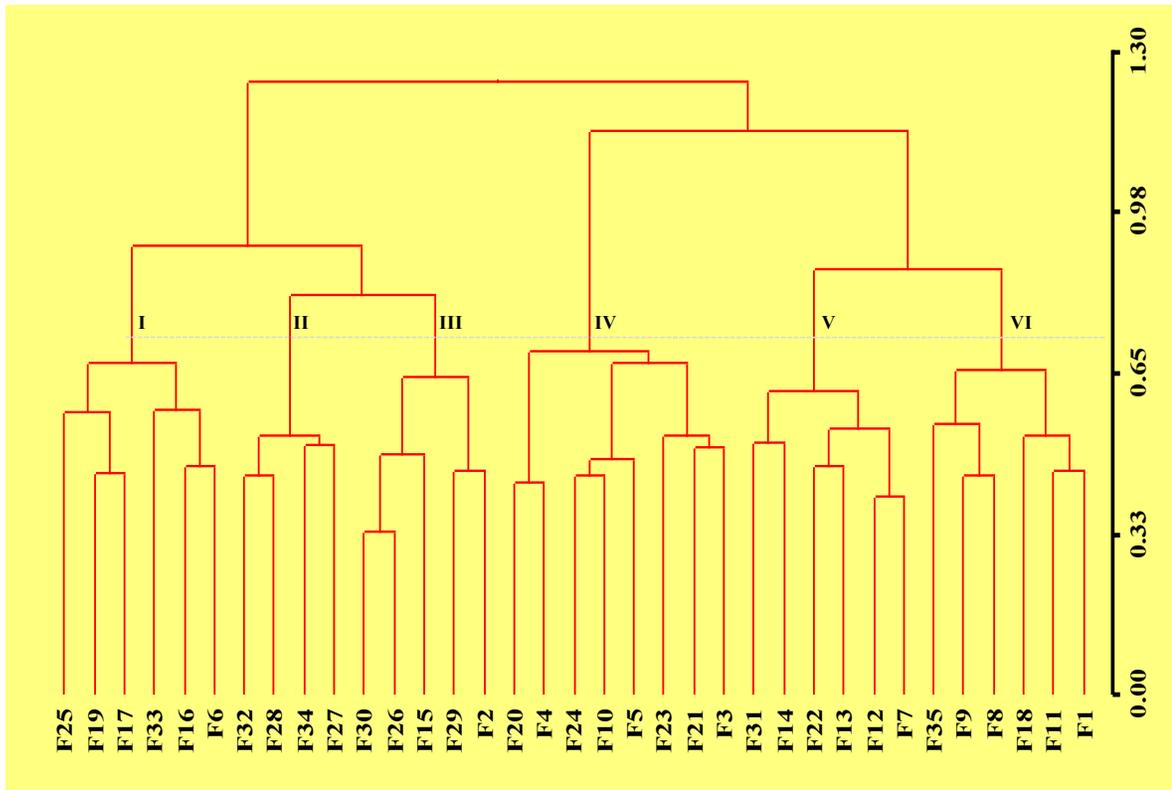
#### **4.6.2 Análisis de agrupamiento con variables cuantitativas y cualitativas**

El material colectado de chayote se distribuyó en un total de 6 Conglomerado tomando en cuenta los 34 descriptores (cuantitativos y cualitativos), empleado el método Ward y la distancia de Gower, como se presentó en la Figura 22. A una distancia de 0.66 unidades se delimitaron los siguientes conglomerados:

**Conglomerado I.** Contiene seis accesiones colectadas F6, F16, F17, F19, F25 y F33 las que comparten ciertas características como el color verde oscuro de los frutos no presentan costillas y son periformes. En cuanto a las características cuantitativas presentan un peso y volumen similar, este grupo representó el 17.14 % de las accesiones (Cuadro 6).

**Conglomerado II.** Se encuentran agrupadas un total de 4 fichas que compartieron ciertas características, donde el color del fruto es verde oscuro, simple y la presencia de costillas o surcos en los fruto de forma intermedia poco profundas en los materiales F27, F28 y ausente en los materiales F32 y F34. Este grupo representa el 11.43 % del total de accesiones se observó que las accesiones mostraron cierta similitud en cuanto al diámetro y longitud de sus frutos (Cuadro 6).

**Conglomerado III.** Presentó un total de 5 fichas con frutos de color verde oscuro en el fruto, simple y la presencia de espinas muy prominente en los materiales F2, F15, F26 y de forma intermedia en F29 y F30. Cabe mencionar que el material correspondiente a este conglomerado no presenta costillas en sus frutos. Este conglomerado reunió el 14.23 % de las accesiones, con cierta similitud en su diámetro (Cuadro 6).



**Figura 22.** Dendrograma de la relación de germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] a través de variables cuantitativas y cualitativas. El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

**Conglomerado IV.** Se observan agrupadas ocho fichas las que presentan atributos como forma del fruto alargado y costillas prominente de los materiales F3, F21, F23, F24 y de forma intermedia en F4, F5, F10 y F20, sus frutos son simples con una coloración verde olivo. Este grupo representa el 22.86 % de las accesiones muestreadas. Dichos materiales mantienen cierta similitud en cuanto al diámetro y longitud de sus frutos (Cuadro 6).

**Conglomerado V.** Este congrega un total de seis fichas que comparten ciertas particularidades entre ellas forma del fruto alargada, color del fruto verde oscuro para los materiales F13, F14, F22 y F31, frutos sabrosos y verde en los materiales F7 y F12, con fruto dulce. Este Conglomerado representa el 17.14 % de las accesiones muestreadas con peso y diámetros similares en sus frutos (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Intervalos de confianza en variables cuantitativas para cada uno de los conglomerado en germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.].

Conglomerado	Fichas	Peso_Fru (g)	Vol_Fru (ml)	Long_Fru (cm)	Dia_Fru (cm)
I	F6, F16, F17, F19, F25, F33	125 ± 550*	129 ± 558.9	9 ± 18.5	5.25 ± 9
II	F27, F28, F32, F34	300 ± 820	310 ± 832	11.5 ± 19	6 ± 10
III	F2, F15, F26, F29, F30	125 ± 905	129.5 ± 918	8 ± 12.3	6 ± 9.5
IV	F3, F4, F5, F10, F20, F21, F23, F24	200 ± 480	225 ± 485.9	11 ± 15	4 ± 8
V	F7, F12, F13, F14, F22, F31	262.3 ± 675	265 ± 680	11.67 ± 13	7 ± 9
VI	F1, F8, F9, F11, F18, F35	240 ± 700	245 ± 720	9 ± 17.83	5.75 ± 10.32

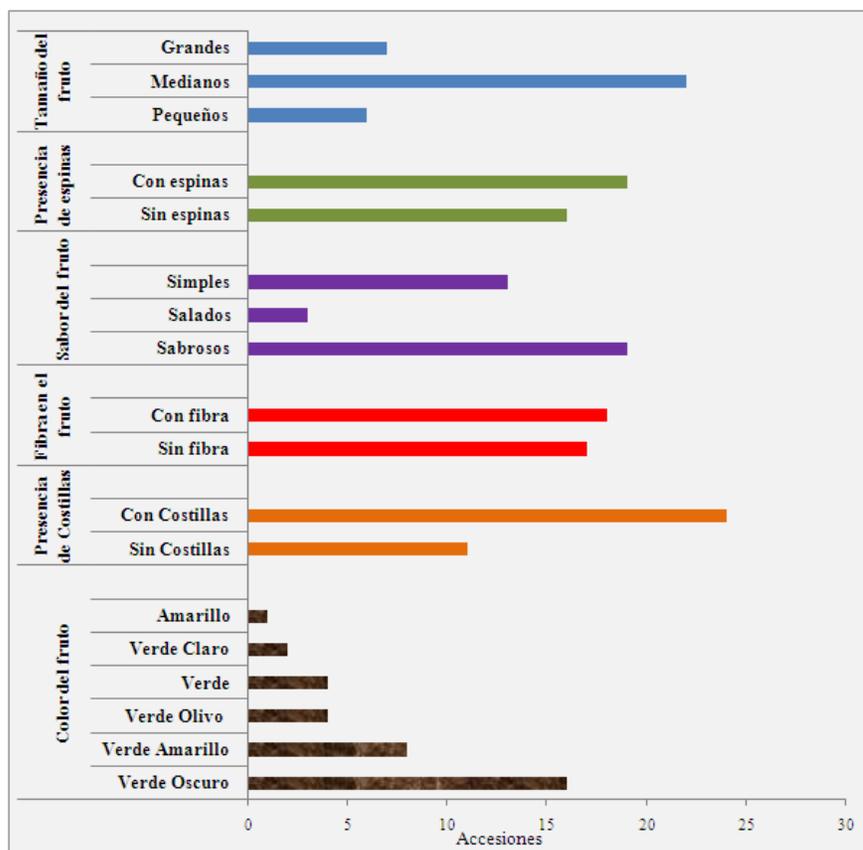
$$* IC = \bar{x} \pm s / \sqrt{n}$$

**Conglomerado VI.** Reunió un total de 6 accesiones con rasgos muy similares como es la presencia de espinas muy prominente en las accesiones F1, F8, F11, F18 con frutos alargados, y espinas de forma intermedia en las accesiones F9 y F35 con frutos periforme. Estos materiales no exhibieron costillas o surcos, representando el 17.14 % de las accesiones muestreadas con diámetro y longitud relacionados (Cuadro 6).

#### 4.7 Características de interés en el germoplasma chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en El Castillito

De las accesiones muestreadas y colectadas el 31.43 % presentan una superficie lisa; el 45.71 % no exhiben espinas en el fruto; un 62.86 % son frutos mediano con tamaños entre 9-15 cm de longitud y el 54.29 % son frutos agradables al paladar (sabrosos). Según los pobladores de la comunidad, las accesiones F3, F5, F25, F9, F24 y F35 cumplen con las exigencias de los consumidores, al no mostrar costillas, espinas, color verde claro y frutos de tamaño mediano entre 9-15 cm lo que permite su comercialización en el mercado de las Sabanas (Figura 23, Figura 24 y Anexo 2).

Basado en las exigencias del mercado nacional, el INTA (2004) desarrolló el híbrido de chayote “Los Cocos” logrando aceptación por parte de los consumidores que prefieren frutos pequeños, de color verde claro y sin espinas, formas redondas y medianos, sabrosos y sin fibra estos los de mayor demanda en los mercados nacionales. Lira (1995a) menciona que el mercado mexicano exige frutos periforme de color verde claro, lisos, y de aproximadamente 15 cm de longitud y 450 g de peso.



**Figura 23.** Características de interés del germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

A través de las mediciones realizadas y la utilización de técnicas multivariadas se logró observar que existe variación considerable en los tipos de chayote muestreados. La mayoría de los materiales se diferenciaron por el peso, volumen, longitud y diámetro del fruto. De igual manera, se puede mencionar que el color, forma del fruto, presencia de espinas y costillas en los frutos fueron algunos de los descriptores de mayor importancia. Esta variación de los materiales se puede apreciar en la Figura 24, y en el catálogo (Anexo 2), donde se resumen algunas características del germoplasma estudiado. Dicha variación encontrada en El Castillito, debe de ser conservada y aprovechada *in situ* por los pobladores, y en futuro utilizarlas en programas de mejora genética.



**Figura 24.** Germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Matriz. Escala vertical cada 20 cm. De arriba hacia abajo Fichas 1-7, 8-14, 15-21, 22-28, 29-35.

#### 4.8 Rendimiento

Debido a la falta de control al momento de realizar la cosecha por parte de los productores de la comunidad El Castillito, existe poca información del rendimiento real de cada uno de los materiales muestreados. Ante esta situación se realizó un cálculo estimado de manera preliminar para cada material (Cuadro 7).

El INTA (2004), reporta que el híbrido de chayote Los Cocos, presenta un rendimiento potencial de 70.52 t ha<sup>-1</sup> lo que equivale a 63,975.32 kg ha<sup>-1</sup>. Este rendimiento promedio es superior a los obtenidos en el Cuadro 7, debido al grado de mejoramiento realizado este material es superado únicamente por las fichas 3, 12 y 21 (F3, F12 y F21).

**Cuadro 7.** Rendimiento estimado de frutos en el germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.].

Ficha	Rendimiento kg /mz	Ficha	Rendimiento kg/mz
F1	5,817	F19	7,445.76
F2	1,728.48	F20	6,648
F3	86,331.67	F21	54,661.33
F4	2,742.3	F22	11,375.47
F5	1,994.4	F23	4,524.33
F6	3,440.34	F24	5,817
F7	5,141.12	F25	7,202
F8	14,847.2	F26	8,420.8
F9	7,063.5	F27	10,803
F10	1,308.83	F28	9,141
F11	23,184.9	F29	3,545.6
F12	69,157.67	F30	6,232.5
F13	26,475.66	F31	19,944
F14	7,271.25	F32	18,282
F15	2,659.2	F33	22,160
F16	4,321.2	F34	15,512
F17	4,875.2	F35	13,296
F18	5,983.2	INTA “Los Cocos”	44,737.99

## V. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en el presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones.

- Los materiales estudiados mostraron variación, en donde las variables cuantitativas obtenidas en los tres primeros componentes principales aislaron el 60 % de la variación total, destacándose 9 variables. Las dimensiones del fruto, así como el peso de semilla fueron las que más discriminaron a los materiales. De igual manera, las variables cualitativas del pericarpio y organolépticas (sabor, consistencia y fibra) en los frutos identificaron a los materiales.
- Las variables de tallo no ayudaron a discriminar materiales de chayote mostrando similitud en todas las accesiones muestreadas.
- Utilizando variables cuantitativas y cualitativas, se conformaron 6 núcleos representativos. Los núcleos 1 y 2 mostraron frutos verde oscuro y en forma de pera. Los grupos 3 y 4 presentaron espinas y costillas pronunciadas. Los frutos alargados con espinas y de mayor peso conformaron los grupos 5 y 6.

## VI. LITERATURA CITADA

**Achal, S. Lal, S. D, y Pant, C.C.** 1986. Study of the variability in Chilli. Progressive Horticulture 18 (3-4) p. 270-271.

**Alcaldía de Las Sabanas.** 2007. Tepec Xomolth La Patasta. Dirección de Catastro. En Power Point.

**Argüello, H. Lastres, L, y Rueda, A.** 2007. (Ed). Manual MIP en cucúrbitas. Programa de Manejo Integrado de plagas en América Central (PROMIPAC-ZAMORANO-COSUDE). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p. 244.

**Azurdia, C.** 1995. Chile (*Capsicum* spp.). Caracterización de Algunos cultivos nativos de Guatemala. En Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas e Internacional Board For Plant Genetic Resources. Guatemala. p. 75-101.

**Azurdia, C.** 1996a. Conservación *in situ* de los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 47-48.

**Azurdia, C.** 1996b. Las malezas como un reservorio genético de las plantas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 12-13.

**Benavides, G. A.** 2001. Prospección y caracterización preliminar *in situ* de cinco especies de Sapotáceas en Nicaragua. Revista LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Año 1. Vol. 1. No. 1. Sept-2001. p. 29-35.

**Benavides, G. A.** 2004. Caracterización numérica de germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) muestreado *in situ* en el Pacífico y Norte de Nicaragua. Revista LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Año 4. No. 4-Julio-2004. p. 29-35.

**Castrejón, J. y R. Lira.** 1992. Contribución al Conocimiento de la Relación Silvestre-Cultivo en el 'Chayote' *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae). p. 345 *in* Resúmenes Simposio Etnobotánica 92. Córdoba, España: Jardines Botánicos de Córdoba.

**Capinera J. L.** 2008. Pickleworm, *Diaphania nitidalis* (Stoll) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). University of Florida, IFAS Extension. EENY-164, 5 p.

**Crisci, J. V. y López A.,** 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía No. 26. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de Desarrollo Científico y tecnológico, Washington, D.C., 93 p.

**Cronquist A.** 1992. Botánica básica. Distrito Federal, México. CECOSA.

**Cruz L. A. y D. Querol L.,** 1985. Catálogo de recursos genéticos de chayote (*Sechium edule* Sw.) en el centro regional universitario oriente de la Universidad Autónoma de Chapingo. México D. F. 235 p.

**Cruz, A.** 1992. Guía de la exposición espinas y pulpa. El Chayote, planta mesoamericana. Distrito Federal, Mex., Universidad Autónoma Chapingo, museo nacional de agricultura. 21 p.

**Cruz-Leon, A. 1985-86.** ¿Chayote o cruza intergenéricas ?. Hallazgo y características. Rev. Geogr. Agric. p. 106.

**Demolon, A. 1975.** Crecimiento de los vegetales cultivados. 4 ed. La Habana, Cuba. Pueblo y Educación. p. 399.

**Esquinas, A. J. T. 1983.** Los recursos fitogenéticos, una inversión segura para el futuro. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Madrid, España. 44 p.

**Franco J, Villaseñor J, Taba S y Aberthart S. 1997.** Classifying mexican accesions using hierarchical and density search methods. Crop Sci. 37:972-980.

**Friedland, W. 1992.** La Demanda mundial por frutas y vegetales frescos en Jurger y Mendizábal “Exportaciones agrícolas no tradicionales Pionera o espejismo” CADESA.

**Hidalgo R. 2003.** Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.

**INETER** (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2008. Dirección general de meteorología (en línea). Consultado 11 de julio de 2009. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/index.html>.

**INTA. 2004.** Informe Técnico Anual Proyecto Investigación y Desarrollo, INTA Centro Norte (Matagalpa, Jinotega). 2003-2004.

**Judez, A. L.** 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Sria. Gral. Técnica. Madrid, España. 301 p.

**Lira, S. R.** 1995a. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de importancia económica. Instituto de Biología de UNAM, México, IPGRI. 281 p.

**Lira, R.** 1995b. Estudios taxonómicos en el género *Sechium* P. Br. (Cucurbitaceae). PhD. Thesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 267 pp.

**López, M. A.** 1991. Descripción Sistemática y Parámetros Genéticos para características cualitativas y cuantitativos en la colección de *Batata Ipomoea batata* (L) Lam de la Catia. Tesis para Maestría, Turrialba, Costa Rica. (CATIE). p. 144.

**López, Z.** 2005. Sección Áreas Protegidas. **MARENA** (Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales). (En línea). Consultado 12 de octubre de 2007. Disponible en [http://www.marena.gob.ni/areas\\_protegidas/intro.htm](http://www.marena.gob.ni/areas_protegidas/intro.htm).

**Maffioli, A.** 1981. Recursos Genéticos del chayote (*Sechium edule* Jacq.). Proyecto CATIE-GTZ, de Recursos Genéticos. Turrialba, Costa Rica. 151 p.

**MARENA** (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2008. (En línea). Managua Nicaragua 4 de julio 2008. Reserva Natural Tepesomoto La Chayote. (Consultado 11 mayo 2008). Disponible en <http://www.marena.gob.ni/index.php?option>.

**MARENA** (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales); Programa ambiental Nicaragua -Finlandia (PANIF-APB). 2000. biodiversidad en Nicaragua, un estudio de país. Managua, Ni. Centro de investigación de la realidad de América latina (CIRA). p. 3.

**Molina, A. I. H.** 1981. The useful plants of Central America. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 342 p.

**Montesinos, C. A.** 2008. Diagnóstico e identificación preliminar de especies vegetales y animales silvestres de la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 125 p.

**Morera, J. A.** 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá (*Bractis gisapaes* HBK) del CATIE. Tesis de Master Sc. Turrialba, Costa Rica. 89 p.

**Newstrom, L.** 1991. Evidence for the origin of chayote (*Sechium edule* Jacq Swart) (Cucurbitaceae). CATIE, Costa Rica. Unidad de Recurso Genéticos. 121 p.

**Pla, L. E.** 1986. Análisis multivariado. método de componentes principales. Monografía No. 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C., 93 p.

**Potzoy, R. M. R. y Alvarado D. G.** 2003. Búsqueda, colecta, caracterización y determinación del manejo agrícola de cultivares tradicionales de Güisquil (*Sechium edule*, Jacq) en la zona Sur-occidental de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 100 p.

**Sánchez, J. J., Kato Y. T., Aguilar S. M., Hernández C. J., López R. A. y Ruiz C. J. A.** 1998. Distribución y caracterización del Teocintle. INIFAP. 149 p.

**Solís, J.** 1998. *Capsicum* y Cultura: La historia del Chilli. 2 ed. México, DF. Fondo de cultura económica. 204 p.

## **VII. ANEXOS**

**Anexo 1.** Ficha de colecta de información para la caracterización de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.]

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FICHA ECOGEOGRAFICA DE INVENTARIO DE *SECHIUM* SPP.



Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Ficha N°: \_\_\_\_\_

**1. PASAPORTE.**

- 1. Género: \_\_\_\_\_
- 2. Especie: \_\_\_\_\_
- 3. Autor: \_\_\_\_\_
- 4. Variante: \_\_\_\_\_
- 5. Estado de la muestra: \_\_\_\_ (1) Cultivado (2) Silvestre (3) Tolerado
- 6. Nombre(s) local(es): \_\_\_\_\_

**2. RECOLECCIÓN.**

- 1. Institución apoyando la recolección: \_\_\_\_\_
- 2. Donante: \_\_\_\_\_
- 3. Número del recolector: \_\_\_\_\_
- 4. Nombre del recolector: \_\_\_\_\_
- 5. Fecha de recolección: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
- 6. País de recolección: \_\_\_\_\_
- 7. Departamento: \_\_\_\_\_
- 8. Municipio: \_\_\_\_\_
- 9. Sitio de recolección (dirección): \_\_\_\_\_

- 10. Latitud: \_\_\_\_\_
- 11. Longitud: \_\_\_\_\_
- 12. Altura del sitio (msnm): \_\_\_\_\_
- 13. Nombre y número de muestra de herbario: \_\_\_\_\_
- 14. Tamaño de la población en el sitio: \_\_\_\_  
(1) un individuo (2) de 2 a 10 individuos  
(3) más de 10 individuos

**2.1 CARACTERISTICAS DEL SITIO**

- 1. Prácticas agronómicas: \_\_\_\_\_
- 2. Topografía: \_\_\_\_ (1) plana (2) ondulada  
(3) accidentada (incluir descriptor)
- 3. Fertilidad de suelo: \_\_\_\_ (1) pobre (2) media  
(3) alta
- 4. Humedad del suelo: \_\_\_\_ (1) pobre (2) media  
(3) alta
- 5. Textura del suelo: \_\_\_\_ (1) fina (2) media  
(3) gruesa
- 6. Drenaje: \_\_\_\_ (1) pobre (2) buena
- 7. Iluminación: \_\_\_\_ (1) soleado (2) sombreado
- 8. Especies asociadas: \_\_\_\_\_

**3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA:**

- 1. Presencia de zarcillo: \_\_\_\_ (1) Sí (2) No

2. Forma y diámetro del tallo (hacer corte transversal):
3. Pubescencia de la hoja en la parte ventral: \_\_\_\_\_ (1) Sí (2) No
4. Declinación de la flor: \_\_\_\_\_ (1) Sí (2) No
5. Separación del pedúnculo del fruto:

Fácil				Difícil
1	2	3	4	5

6. Hábito de crecimiento: \_\_\_\_\_ (1) Rastrero  
(2) Erecto (3) Enredadera
7. Facilidad para separar la semilla de la placenta:

Fácil				Difícil
1	2	3	4	5

8. Superficie de la semilla: \_\_\_\_\_ (1) Áspera  
(2) Rugosa (3) Lisa
9. Forma de la hoja (dibujo):

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO

1. Longitud del fruto en cm: \_\_\_\_\_
2. Diámetro del fruto en cm: \_\_\_\_\_
3. Espesor de la pulpa del fruto en cm:  
Longitudinal: \_\_\_\_\_ Transversal: \_\_\_\_\_
4. Espesor de la semilla del fruto en cm:  
Longitudinal: \_\_\_\_\_ Transversal: \_\_\_\_\_
5. Peso del fruto en g.: \_\_\_\_\_
6. Presencia de espinas en el fruto: \_\_\_\_\_  
(5) prominente (3) Intermedio (0) Ausente
7. Color del pericarpio del fruto: \_\_\_\_\_  
(1) Blanco (3) Verde Claro (5) Amarillo (7) Verde oscuro.

8. Lustre de la superficie del fruto: \_\_\_\_\_ (1) Brillante (2) Oscuro (3) Opaco
9. Volumen del fruto: \_\_\_\_\_ ml
10. Forma del fruto: \_\_\_\_\_ (1) Redondo  
(2) Periforme (3) Alargada
11. Color de la semilla: \_\_\_\_\_ (1) blanco  
(3) Verde Claro (5) Amarillo (7) verde oscuro.
12. Color de la hoja: \_\_\_\_\_ (1) Blanca (3) verde claro (5) Amarillo (7) verde oscuro.
13. Presencia de costilla en el fruto: \_\_\_\_\_ (5) prominente (3) Intermedio (0) Ausente
14. Rugosidad en el pericarpio: \_\_\_\_\_ (1) Rugoso (3) Intermedio (5) Liso.
15. Ubicación de espinas en el pericarpio: \_\_\_\_\_ (1) En todo el fruto (3) Alrededor del fruto (5) En la base del fruto (7) Ausente.
16. Corrugación del fruto en corte trasversal: \_\_\_\_\_ (1) Liso (3) Intermedio (5) Corrugado
17. Peso de semilla: \_\_\_\_\_
18. Volumen de semilla cm<sup>3</sup>: \_\_\_\_\_
19. Longitud de semilla cm : \_\_\_\_\_
20. Grosor de semilla cm : \_\_\_\_\_
21. Colores de la semilla: \_\_\_\_\_ (1) Blanco  
(3) Verde Claro (5) Amarillo (7) Verde oscuro.
22. Color del fruto por dentro: \_\_\_\_\_ (1) verde claro (3) Verde olivo (5) verde Amarillo (7) verde oscuro

### 4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS (PALATABILIDAD)

23. Fibra en el fruto después de la cocción: \_\_\_\_\_ (4) muy fibroso (3) fibroso (2) Poco fibroso (1) sin fibra.
24. Sabor del fruto después de la cocción: (1) dulce  
(2) simple (3) Sabroso (4) insípido (5) salado.
25. Consistencia del fruto después de la cocción: \_\_\_\_\_ (1) Aguado (2) sólido

**Anexo 2.** Germoplasma de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] muestreado y recolectado en El Castillito, Las Sabanas, Madriz.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CATÁLOGO DE GERMOPLASMA  
DE CHAYOTE [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz] DE LA COMUNIDAD EL  
CASTILLITO, LAS SABANAS, MADRIZ**



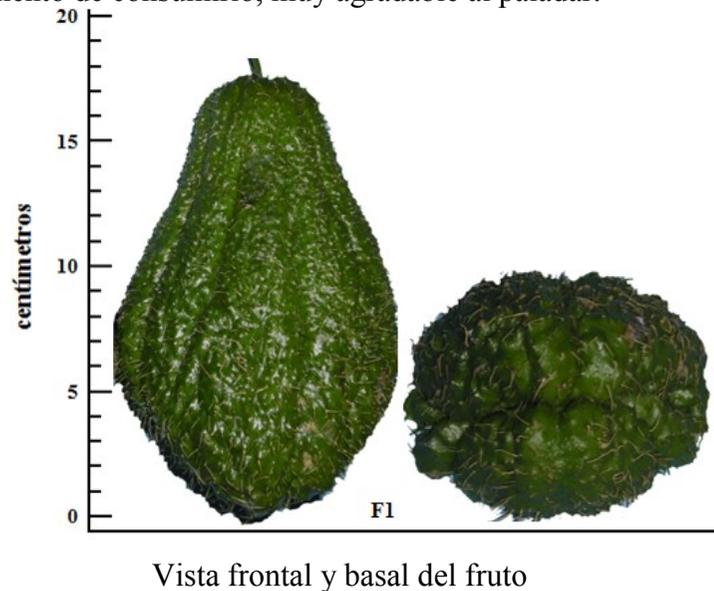
**AUTOR**

Br. Juan Carlos Morán Centeno

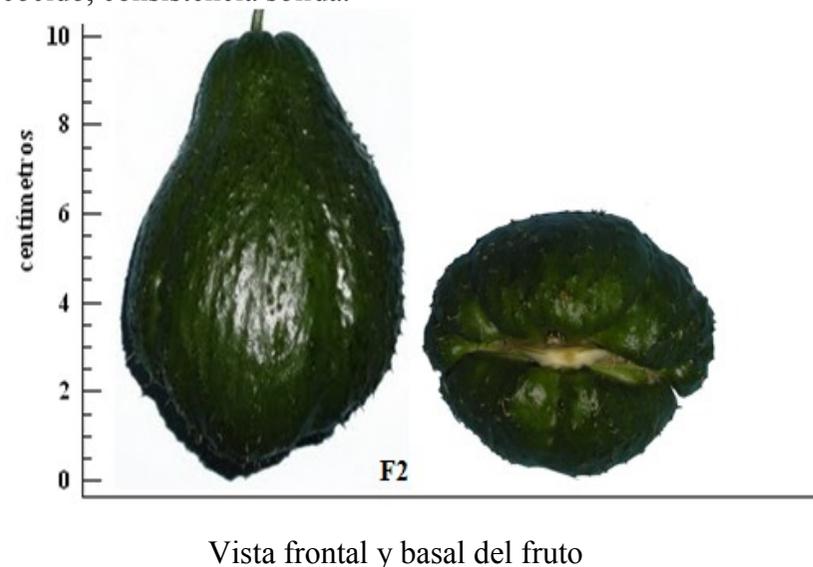
**MANAGUA, NICARAGUA**

**AGOSTO, 2009**

- ✓ **Ficha 1 (F1).** Germoplasma recolectado a 1500 msnm en la finca del Sr. Santos Pérez; sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media; encontrándose una población de cinco plantas en el sitio. Presenta frutos solitarios, unidos a un pedúnculo común carnosos de 3.5 cm, con un peso promedio de 700 g y un volumen 715.5 ml, con forma de pera y muy corrugado. Este material presentó frutos con costillas o surcos muy prominentes, con abundantes espinas ubicadas en toda la superficie del fruto. Cabe mencionar que dichos frutos cuentan con una longitud promedio de 15.5 cm, y un diámetro promedio de 8.75 cm. Mostrando un color verde oscuro, sin fibra y una consistencia aguada o suave al momento de consumirlo, muy agradable al paladar.



- ✓ **Ficha 2 (F2).** Germoplasma recolectado a 1500 msnm en la finca del Sr. Santos Pérez sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio de muestreo. Presenta frutos solitarios y raras veces en pares unidos a un pedúnculo común carnosos de 5 cm, con un peso promedio de 225 g y un volumen promedio de 230 ml con frutos periforme, con pocas espinas. Este material tiene una longitud promedio de 10 cm y un diámetro de 8 cm, respectivamente. Con frutos de color verde oscuro. una gran cantidad de fibra una vez cocido, consistencia sólida.

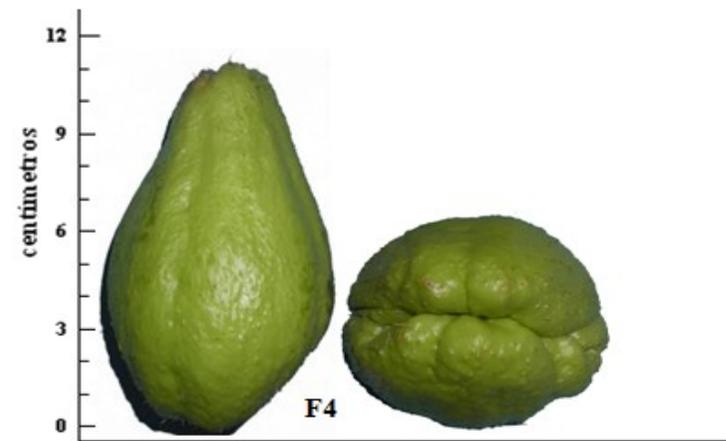


- ✓ **Ficha 3 (F3).** Germoplasma recolectado a 1500 msnm en la finca del Sr. Santos Pérez sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Este material presento frutos solitarios, sobre un pedúnculo común carnosos de 6 cm, con un peso promedio de 266.67 g y un volumen de 270.71 ml, con un color verde y no presentan espinas, costillas o surcos en su superficie, con una longitud promedio de 11 cm, con un diámetro de 8 cm. Frutos poco fibrosos, con una consistencia solida y muy sabrosa al momento de consumirlos.



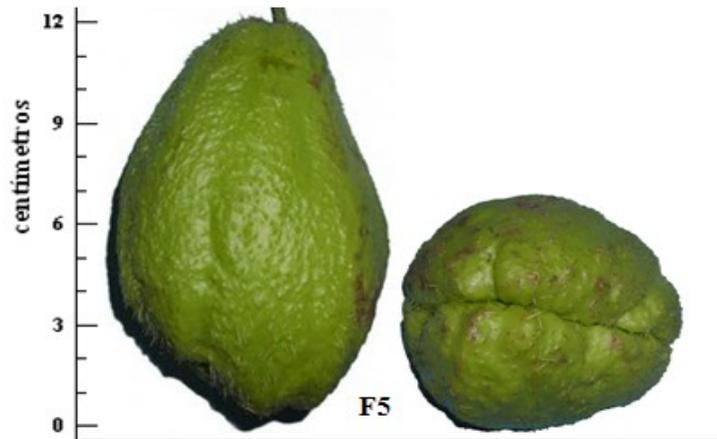
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 4 (F4).** Germoplasma recolectado a 1500 msnm en la finca del Sr. Santos Pérez sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Presenta frutos solitarios unidos a un pedúnculo común carnosos de 4 cm, con un peso promedio de 220 g y un volumen promedio de 225 ml. Frutos periformes, color verde amarillo con costillas o surco de forma intermedia con una longitud de 11 cm, y un diámetro de 4 cm, este material tiene pocas espinas en su superficie ubicadas principalmente en la base del fruto, poca fibra, consistencia solida y de sabor simple.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 5 (F5).** Germoplasma recolectado a 1480 msnm en la finca del Sr. Miguel Mercado Torres encontrándose sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Este material presento frutos solitarios, sobre un pedúnculo común carnoso de 6 cm, con un peso promedio de 200 g y un volumen de 208.94 ml, con frutos periforme, color verde olivo, con costillas o surcos en su superficie de forma intermedia, con una longitud promedio de 12 cm, y un diámetro del fruto de 6 cm, se observó la presencia de espinas en su superficie de forma intermedia principalmente en la base del fruto. Dichos frutos no contiene fibras, y una consistencia solida y son muy sabroso.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 6 (F6).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. José Méndez el sitio de muestreo se encontraba sobre un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta. Este material presento frutos solitarios, sobre un pedúnculo común carnoso de 5 cm, con un peso promedio de 225 g y un volumen de 230 ml, su forma es redonda, color verde, no se observo costillas o surcos en su superficie, con una longitud promedio de 9 cm y un diámetro del fruto de 7.5 cm el cual tiene espinas en toda la superficie. Estos frutos son fibroso, sabrosos y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 7 (F7).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. José Méndez, el sitio de colecta presentó un terreno escarpado de textura gruesa, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Presentó frutos solitarios, sobre un pedúnculo común carnoso de 5 cm, con un peso promedio de 725 g y un volumen de 732 ml, su es forma de pera, color verde olivo la presencia de costillas o surcos en su superficie, se observan cerca del cuello del fruto de forma intermedia, los frutos tiene una longitud promedio de 13 cm, no contienen espinas en su superficie. El diámetro del fruto es de 9 cm. Estos frutos son muy fibrosos, con una consistencia aguada y de un sabor simple.



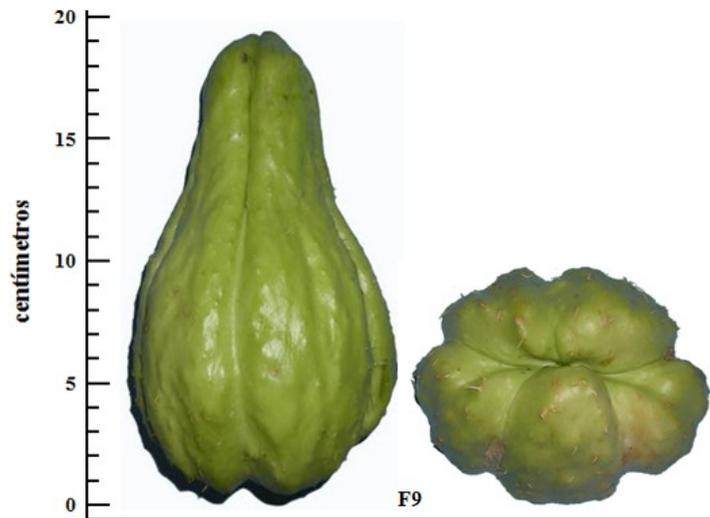
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 8 (F8).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. José Méndez; sobre un terreno escarpado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Con frutos solitarios, sobre un pedúnculo común carnoso de 3 cm, con peso promedio de 700 g y un volumen de 720 ml, redondos. Estos frutos son de color verde oscuro con costillas o surcos pocos visibles en su superficie, con una longitud promedio de 11 cm, y un diámetro del fruto de 6.1 cm no exhiben espinas en su superficie. Son muy fibrosos y de consistencia aguados.



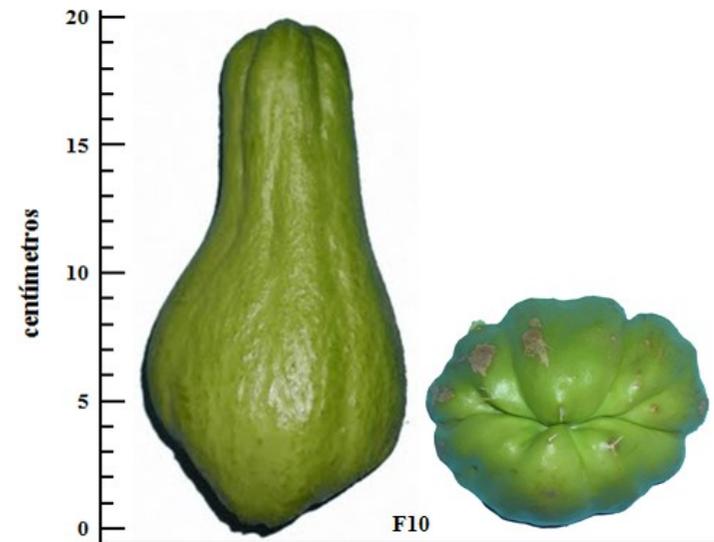
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 9 (F9).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. José Méndez; sobre un terreno plano de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad baja encontrándose una población de una planta en el sitio. Son frutos solitarios o raras veces en pares, sobre un pedúnculo común carnoso de 5 cm, con un peso promedio de 850 g y un volumen de 855 ml, periformes. También se observó que estos frutos son de color verde amarillo con costillas o surcos muy profundas en su superficie, y una longitud promedio de 18 cm, la presencia de espinas se puede observar en la base del fruto. El diámetro del fruto es de 8 cm. Son sabrosos con muchas fibras y con una consistencia aguada o suave.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 10 (F10).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Macario Castillo; el terreno es plano de textura gruesa, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad baja encontrándose una población de una planta en el sitio. Muestra fruto solitarios o raras veces en pares unidos a un pedúnculo carnoso de 4 cm, con un peso promedio de 237.5 g y un volumen de 238.4 ml, alargados, color verde amarillo, con costillas o surcos de forma intermedia en el cuello del fruto, no exhibe espinas en su superficie, la longitud de los frutos es de 20 cm y un diámetro de 8 cm. Con consistencia sólida, sin fibras y muy sabrosos.



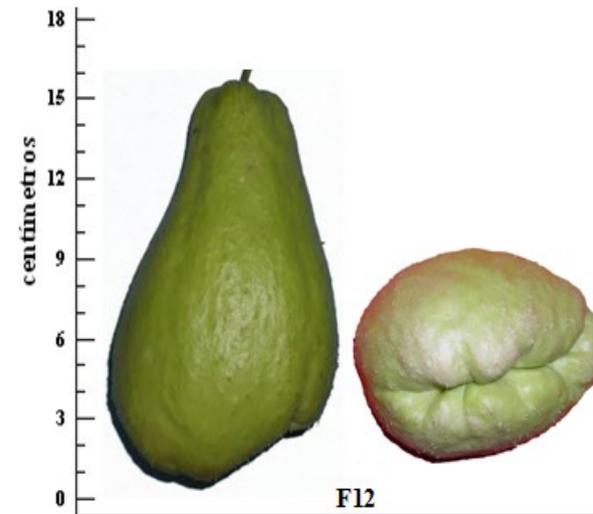
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 11 (F11).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco; el terreno es plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Con Frutos solitarios o rara veces en pares sobre un pedúnculo carnoso de 1.67 cm, los frutos son de color verde oscuro y en forma de pera con costillas o surcos prominente y moderadamente profundos. Con un peso promedio de 608.3 g y un volumen de 618.5 ml. Poca presencia de espinas ubicadas principalmente en la base del fruto, la longitud de los frutos es de 17.83 cm y un diámetro de 10.33 cm. Además podemos mencionar que estos frutos presentan una consistencia aguada con un sabor simple y poco fibroso.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 12 (F12).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sra. Digna Amparo López; en un terreno plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de cinco plantas en el sitio. Sus frutos son solitarias y rara veces se encuentran en pares unidos a un pedúnculo común carnoso de 1 cm, los frutos son de color verde olivo, en forma de pera sin costillas o surco en la superficie. Sin espina con un peso promedio de 450 g y un volumen de 458 ml la longitud es de 15 cm y un diámetro de 4.8 cm. Estos frutos son muy fibrosos, simples y de consistencia aguada.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 13 (F13).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sra. Digna Amparo López; en un terreno plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de cinco plantas en el sitio. Con frutos solitarios o raramente en pares sobre un pedúnculo común carnoso de 5.5 cm y un peso promedio de 262.3 g y un volumen de 265 ml, los frutos son de color verde en forma de pera. Este material no presenta costillas o surcos, se observa poca presencia de espina principalmente en la base del fruto, la longitud del fruto es de 13 cm con un diámetro de 8.5 cm. Estos frutos son muy fibrosos, simple y de consistencia aguada.



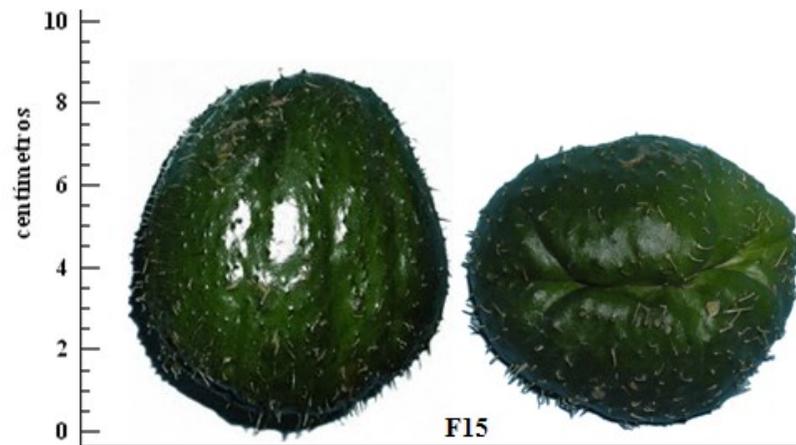
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 14 (F14).** Germoplasma recolectado a 1490 msnm en la finca del Sr. José Aquileo Alvarado López; en un terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de tres plantas en el sitio. Sus frutos son solitarias y raramente en pares unidos a un pedúnculo común carnoso de 2 cm, los frutos en forma de pera y un color verde oscuro. Estos frutos tienen un peso promedio de 350 g y un volumen de 358 ml, sin espinas en la base del fruto y costillas o surcos de forma intermedia, con una superficie brillante los frutos tienen una longitud de 12.5 cm y un diámetro de 9 cm. Son poco fibrosos, sabrosos y de consistencia aguada.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 15 (F15).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sra. Elvina Méndez; en un terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Muestran frutos solitarios o raramente en pares sobre un pedúnculo común carnoso de 2 cm, con peso promedio de 141.7 g y un volumen e 144 ml. Frutos de color verde oscuro muy brillante en su superficie, redondos y con una densa cantidad de espinas distribuidas en toda la superficie del fruto. Con costillas o surcos de forma intermedia con una longitud de 8 cm y un diámetro de 6.67 cm. Sin fibras, salado y de consistencia aguada.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 16 (F16).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Marvin González; en un terreno escarpado de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Sus frutos son solitarios o raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 2 cm, con peso promedio de 225 g y un volumen de 229 ml, de color verde oscuro con costillas o surcos intermedias moderadamente profundas sin espinas con forma de pera. Cabe mencionar que este material tiene una longitud de 9 cm y un diámetro de 7 cm. Son fibrosos, salados y sólidos.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 17 (F17).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Marvin González. El terreno escarpado de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Con frutos solitarios sobre un pedúnculo común carnosos de 0.6 cm con un peso promedio de 125 g y un volumen de 129 ml. Fruto de color verde amarillo brillante en la superficie, con costillas o surcos de forma intermedia, con espinas principalmente en la base del fruto, el fruto presenta forma de pera; la longitud del fruto es de 9 cm y el diámetro es de 7 cm. Son poco fibrosos, salados y aguados.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 18 (F18).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. El terreno escarpado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Mostrando frutos solitarias y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 6.33 cm, con peso promedio de 240 g y un volumen de 245 ml. El fruto presenta una forma redonda con un color verde amarillo y una densa presencia de espinas distribuidas en toda la superficie del fruto, las costillas o surcos se observo de forma intermedia; la longitud y diámetro de los frutos es de 9 cm respectivamente. Son poco fibrosos, simples y aguados



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 19 (F19).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. El terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de cuatro plantas en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 5 cm y un peso promedio de 250 g y un volumen de 255.4 ml, el fruto presenta forma de pera, liso, las espinas se observan principalmente en la base del fruto el color es verde amarillo. Con una longitud del fruto es de 10 cm con un diámetro de 8 cm. Sin fibras, Simple y de consistencia solida.



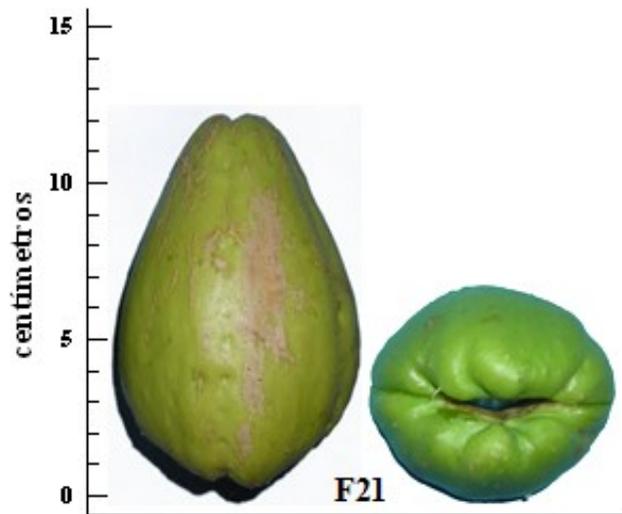
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 20 (F20).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. El terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Mostrando frutos solitarios raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 5 cm con un peso de 250 g y un volumen de 254.6 ml. El fruto presenta forma periforme, color verde con costillas o surcos prominentes y profundos se presentan pocas espinas en la base del fruto. La longitud del fruto es de 11 cm con un diámetro de 8 cm. Sin fibras, simples y de consistencia solida y muy rugosos.



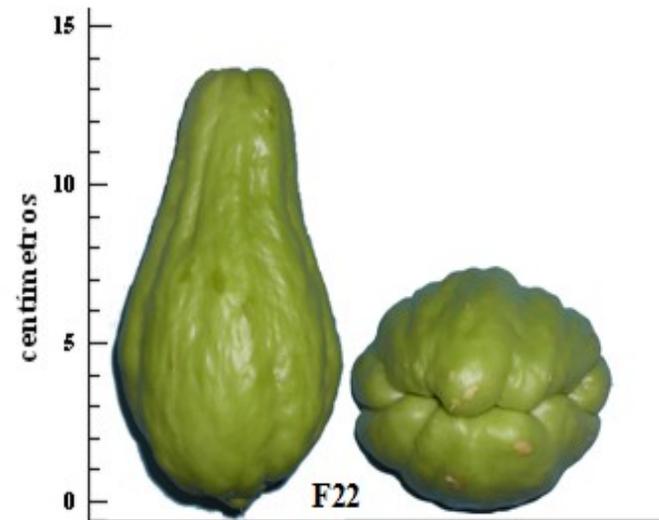
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 21 (F21).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Cristian Hernández. El terreno plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad alta encontrándose una población de una planta en el sitio. Presentó frutos solitarios sobre un pedúnculo común carnosos de 2 cm con un peso promedio de 241.7 g y un volumen de 245 ml el fruto presenta forma de pera, color verde amarillo sin espina y con una superficie opaca lisa. La longitud del fruto es de 11 cm con un diámetro de 7.67 cm. La consistencia es solida, simples y fibrosos.



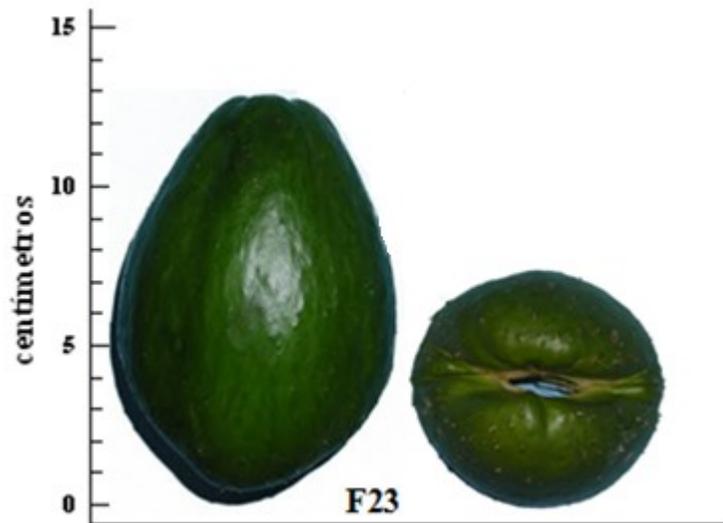
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 22 (F22).** Germoplasma recolectado a 1400 msnm en la finca del Sr. Adamil Hernández; el terreno plano de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos planta en el sitio. Presentó fruto solitarios y raramente en pares sobre un pedúnculo común de 3 cm, con peso de 675 g y un volumen de 680 ml, los frutos alargados sin espinas de color verde amarillo, la presencia de costilla o surcos es de forma intermedia. La longitud del fruto es de 12.67 cm, con un diámetro de 7 cm. Frutos muy fibrosos, sabrosos y de consistencia aguada.



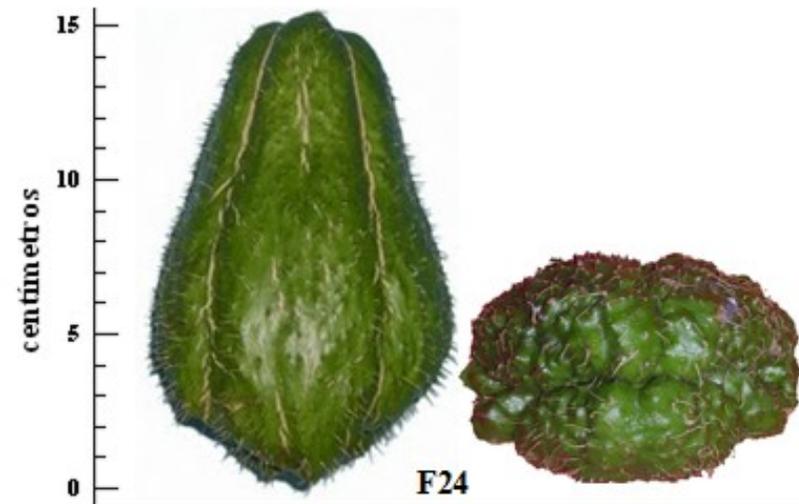
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 23(F23).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sra. Erlinda Hernández. En un terreno plano de textura fina, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. El material presentó frutos solitarios y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 4 cm con peso de 285.7 g y un volumen de 292 ml, fruto periforme con una coloración verde oscura muy brillante en su superficie, no presenta espinas; las costillas o surcos se encuentran poco visibles. La longitud del fruto es de 11.85 cm con un diámetro de 7.42 cm. Frutos sin fibras, son sabrosos y de consistencia sólida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 24 (F24).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco. En un terreno plano de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Muestra fruto solitarios y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 3 cm con un peso promedio de 480 g y un volumen 485.9 ml, el fruto presenta un color verde olivo y alargados con costillas o surcos prominentes, con espinas muy abundante en todo el fruto. Los frutos tienen una longitud de 15 cm y un diámetro de 8 cm. No tiene fibras, son sabrosos y de consistencia sólida.



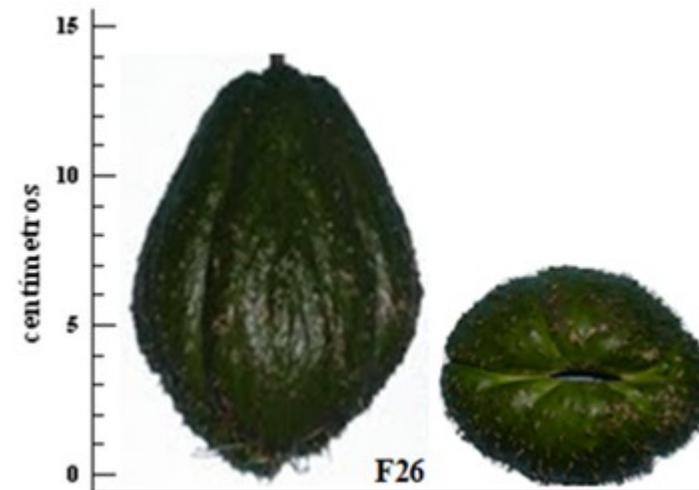
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 25 (F25).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. Sobre un terreno plano de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Mostrando fruto solitario raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 4 cm, con un peso promedio de 350 g y un volumen de 354.58 ml, fruto redondos de color verde oscuro brillante no presenta costillas o surcos, espinas en la superficie. Cabe mencionar que este material presenta una longitud de 12 cm y un diámetro de 9 cm. Frutos sin fibras, sabrosos y de consistencia solida, muy similares a la ficha 23.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 26 (F26).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. En un terreno plano de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Este material presentó frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 3 cm, con un peso de 330 g y un volumen de 333.58 ml, con forma de pera y un color verde oscuro con espinas principalmente en la base, las costillas o surcos se encuentran prominente. La longitud del fruto es de 12.25 cm y un diámetro de 9.5 cm. Sin fibras, sabrosos y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 27 (F27).** Germoplasma recolectado a 1600 msnm en la finca del Sr. Celso Alvarado López. En un terreno ondulado de textura gruesa, con buen drenaje, poca iluminación (sombra) y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Sus frutos son solitario y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 5 cm, con un peso promedio de 450 g y un volumen de 460 ml. Con forma de pera de un color verde oscuro y una superficie muy brillante, con costillas o surcos y espinas de forma intermedia, muy rugoso. La longitud promedio del fruto es de 16 cm y el diámetro es de 10 cm. No contienen fibras, son sabrosos y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 28 (F28).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Freddy Miguel González. En un terreno ondulado de textura gruesa, con buen drenaje e iluminación y fertilidad alta encontrándose una población de tres plantas en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 3 cm, con un peso promedio de 300 g y un volumen de 310.8 ml. Con forma de pera y de color verde oscuro este no presenta costillas ni espinas en su superficie. La longitud del fruto es de 11.5 cm y un diámetro de 7.67 cm. Dichos Frutos no contienen fibras, son sabrosos y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 29 (F29).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca de la Sra. Elsa López. En un terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Muestra fruto solitarios y raramente en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 2 cm, con un peso promedio de 125 g y un volumen de 129.5 ml. Con forma de pera y un color verde oscuro no presenta espinas en su superficie, las costillas o surcos se observan de forma intermedia. La longitud del fruto es de 9 cm y el diámetro es de 7 cm, su superficie es rugosa. Estos frutos no contiene fibras, con un sabor sabroso y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 30 (F30).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca de la Sra. Elsa López. En un terreno ondulado de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 5 cm, con un peso promedio de 905 g y un volumen de 919 ml. El fruto presenta forma de pera con un color verde oscuro y una superficie muy brillante, la presencia de costillas o surco se encuentra de forma intermedia y poco profundas, no encontramos espinas en la superficie del fruto. La longitud del fruto es de 14 cm con un diámetro de 7 cm. Frutos sin fibras, con un sabor sabroso y una consistencia solida.



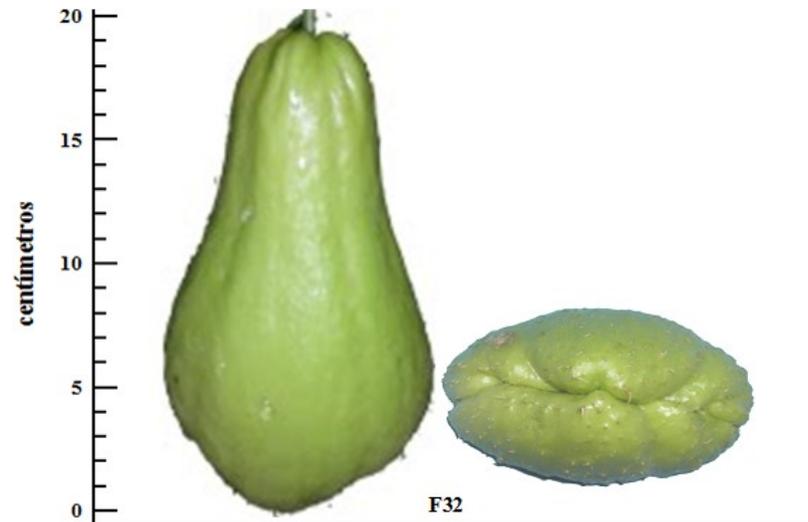
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 31 (F31).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Carlos Manuel Pérez. En un terreno escarpado de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Sus frutos son solitarios raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 2 cm, con un peso promedio de 400 g y un volumen de 413 ml. Frutos con forma de pera con un color verde oscuro, la presencia de costillas o surco se encuentra de forma intermedia y poco profunda, no encontramos espinas en la superficie del fruto. La longitud del fruto es de 12 cm con un diámetro de 8 cm. Estos frutos contienen mucha fibra, con un sabor simple y de consistencia sólida.



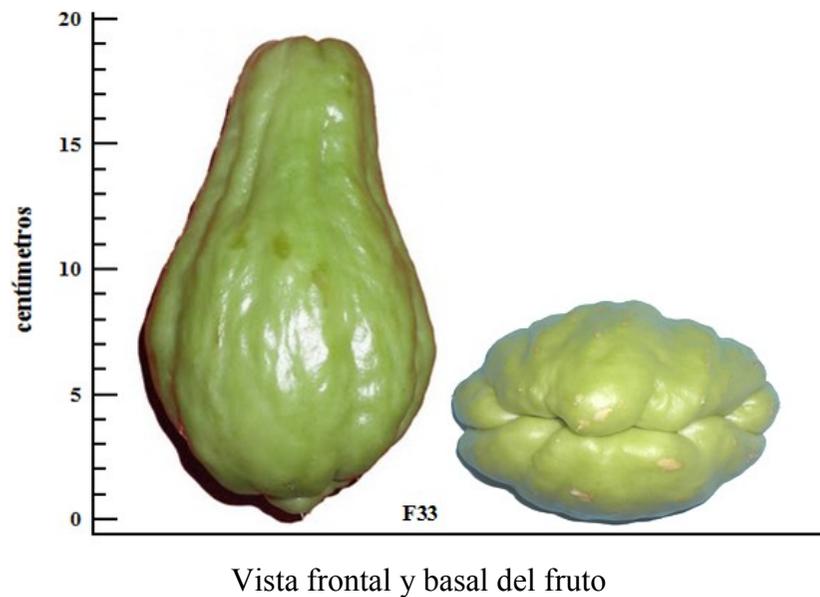
Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 32 (F32).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco; el terreno es plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad alta encontrándose una población de una planta en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 4cm, con un peso promedio de 820 g y un volumen de 832 ml. El fruto alargado, color verde claro, la presencia de costillas o surco se encuentra de forma intermedia y poco profundas, las espinas se encuentran de forma intermedia en la base del fruto La longitud del fruto es de 20 cm con un diámetro de 9 cm. Cuyos frutos son muy fibrosos, con una consistencia sólida y un sabor sabrosos.



Vista frontal y basal del fruto

- ✓ **Ficha 33 (F33).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco; el terreno es plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de dos plantas en el sitio. Sus frutos son solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 4 cm, con un peso promedio de 550 g y un volumen de 558.9 ml. Fruto con forma de pera; color verde claro, la presencia de costillas o surco se encuentra de forma intermedia y poco profunda, no tiene espinas en la superficie del fruto. La longitud del fruto es de 18.25 cm con un diámetro de 6.25 cm. Cabe mencionar que estos frutos son fibroso, simple o de consistencia solida.



- Ficha 34 (F34).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco. El terreno es plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de tres plantas en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 3 cm, con un peso promedio de 451.8 g y un volumen de 458 ml. Con frutos alargados de color verde oscuro y una superficie brillante, la presencia de costillas o surco se encuentra de forma intermedia y poco profunda en la base del fruto, poca presencia de espinas en la base del fruto; la longitud del fruto es de 14 cm con un diámetro de 6 cm. No contiene fibra, son sabrosos con una consistencia solida.



- ✓ **Ficha 35 (F35).** Germoplasma recolectado a 1450 msnm en la finca del Sr. Salvador Betanco. El terreno es plano de textura fina, con buen drenaje e iluminación y fertilidad media encontrándose una población de una planta en el sitio. Este material presenta frutos solitarios y raras veces en pares sobre un pedúnculo común carnosos de 4 cm, con un peso promedio de 250 g y un volumen de 256 ml. Fruto redondos con un color amarillo, no presenta costillas o surco y espina en el fruto; la longitud del fruto es de 11 cm con un diámetro de 9 cm. Este material fue introducido a la comunidad El Castillito; no presenta fibras, son sabrosos y de consistencia solida.



Vista frontal y basal del fruto