


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



**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE  
MILTOMATE *Physalis philadelphica* Lam. EN EL MUNICIPIO DE  
CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**

**LESTER LIONEL OROZCO RIVERA**

**Guatemala, enero de 2004**

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

**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE  
MILTOMATE *Physalis philadelphica* Lam. EN EL MUNICIPIO DE  
CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**

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

POR

**LESTER LIONEL OROZCO RIVERA**

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, enero de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

**Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Ariel Abderramán Ortiz López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Walter Estuardo García Tello</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Manuel de Jesús Martínez Ovalle</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Wener Armando Ochoa Orozco</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Juan Manuel Corea Ochoa</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Pedro Peláez</b>

Guatemala, enero de 2004

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

**Distinguidos miembros:**

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

**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE  
MILTOMATE *Physalis philadelphica* Lam. EN EL MUNICIPIO DE  
CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

LESTER LIONEL OROZCO RIVERA



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Suya es la honra y la gloria, por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

**MIS PADRES:** **Jorge Emilio Orozco y Orozco y Dora Angelina Rivera Villatoro de Orozco**, por su apoyo incondicional durante toda mi vida.

**MIS HERMANOS:** **Iris, Fredy, Jorge, Walda e Ingrid**, por compartir sus alegrías en nuestra niñez, adolescencia y su apoyo incondicional como adultos.

**MI ESPOSA:** **Martha Imery Aceituno Quintana**, por darme el apoyo y empuje para la elaboración de este último paso académico.

**MIS HIJOS:** **Jorge Augusto y Katerin Imery** por darme la razón para concluir este largo camino académico.

**MIS AMIGOS:** **Víctor, Nestor, Mario y Saul**, por los momentos de alegría y dificultad vividos durante nuestra vida universitaria.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

Guatemala  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Agronomía  
Carrera en Sistemas de Producción Agrícola  
Escuela Nacional Central de Agricultura  
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola  
Los horticultores del altiplano guatemalteco.

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

- **Ing. Agr. Helmer Ayala e Ing. Agr. Albaro Orellana**, por apoyarme con su discusión y asesoría en el desarrollo de la investigación.
- **Dr-Ing. Edin Orozco**, por su apoyo y paciencia para ayudarme a concluir mi tesis de grado.

## CONTENIDO GENERAL

	ÍNDICE DE FIGURAS	iv
	ÍNDICE DE CUADROS	v
	RESUMEN	vi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEÓRICO	3
3.1	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1	GENERALIDADES DEL PROCESO DE DOMESTICACIÓN DE PLANTAS	3
	A.    Componente: ambiente natural	3
	B.    Componente: Planta-Hombre	3
3.1.2	TERMINOLOGÍA RELACIONADA CON EL GERMOPLASMA VEGETAL	4
	A.    Tipos de bancos genéticos	4
	B.    Genotipo	4
	C.    Germoplasma vegetal	5
	D.    Acervo genético de una planta cultivada	5
	E.    Erosión genética	5
	F.    Especie nativa, silvestre, arvense, cultivar y variedad	5
	G.    Accesiones	6
	H.    Consideraciones sobre la terminología empleada en la presente investigación	6
3.1.3	CONSERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO VEGETAL	6
	A.    Colecta y conservación	7
	B.    Caracterización y evaluación	7
	C.    Información y documentación	7
3.1.4	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MILTOMATE <i>P. philadelphica</i> Lam.	8
3.1.5	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL GÉNERO <i>Physalis</i>	8
3.1.6	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	9
3.1.7	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MILTOMATE	10
3.1.8	DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL MILTOMATE	11
3.1.9	ETNOBOTÁNICA DEL MILTOMATE	12
3.1.10	LA TAXONOMÍA NUMÉRICA COMO TEORÍA CLASIFICATORIA	12
	A.    Generalidades y definición de la taxonomía numérica	12
	B.    Naturaleza de la clasificación	13
	C.    Objetivos de la clasificación biológica	14
	D.    Fundamentos de la clasificación biológica	14
	E.    Aplicación de las técnicas de taxonomía numérica	14
3.1.11	ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO	15
	A.    Método de análisis cluster	15
	a.    Agrupación aglomerativa jerárquica	16
	b.    Agrupación de tipo jerárquica	16

	B.	Representación gráfica de las técnicas de análisis de agrupamiento	16
3.1.12		MÉTODOS DE ORDENACIÓN	17
	A.	Análisis de componentes principales	17
	B.	Representación gráfica del análisis de componentes principales	18
	C.	Interpretación de los resultados del análisis de componentes Principales	18
3.2		MARCO REFERENCIAL	19
3.2.1		DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	19
	A.	Ubicación geográfica	19
	B.	Condiciones climáticas	19
	C.	Condiciones edáficas	19
3.2.2		INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LA PRESENTE TESIS	19
	A.	Investigaciones en Guatemala	19
	B.	Investigaciones sobre <i>Physalis oxycarpa Brot</i> en México	20
4.		OBJETIVOS	23
4.1		GENERAL	23
4.2		ESPECÍFICOS	23
5.		HIPÓTESIS	24
6.		METODOLOGÍA	25
6.1		MATERIAL EXPERIMENTAL	25
6.2		VARIABLES RESPUESTA	26
6.3		DISEÑO EXPERIMENTAL	26
6.4		MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
6.5		ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27
6.6		DETERMINACIÓN BOTÁNICA	27
7.		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1		CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE MILTOMATE	28
7.1.1		CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS QUE COMPARTEN EN COMÚN LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE	29
7.1.2		GRUPOS DE ACCESIONES DE MILTOMATE EN BASE A CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS	29
	A.	Grupo 1 de accesiones de miltomate	31
	B.	Grupo 2 de accesiones de miltomate	32
	C.	Grupo 3 de accesiones de miltomate	32
	D.	Grupo 4 de accesiones de miltomate	33
7.1.3		SUBGRUPOS DE ACCESIONES DE MILTOMATE DEL GRUPO 1	33
7.2		CARACTERES CUANTITATIVOS	34
7.3		CARACTERES FENOLÓGICOS DE LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE	37
7.4		CARACTERES AGRONÓMICOS (RENDIMIENTO)	39
7.5		DETERMINACIÓN BOTÁNICA DE LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE	40

8.	CONCLUSIONES	41
9.	RECOMENDACIONES	42
10.	BIBLIOGRAFÍA	43
11.	ANEXOS	45
	Anexo 1. DESCRIPTOR PARA EL GÉNERO <i>Physalis</i>	46
	Anexo 2. CLAVE BOTÁNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO <i>Physalis</i>	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Dendrograma del análisis cluster para los caracteres morfológicos cualitativos de la caracterización de 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. provenientes del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala 30
- Figura 2. Análisis de componentes principales. Caracterización de 36 accesiones de *Physalis philadelphica* Lam., caracteres morfológicos cuantitativos. 35

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Listado de las 36 accesiones del género <i>Physalis</i> caracterizadas agromorfológicamente, indicando el número de colecta, sitio de colecta de la accesión, coordenadas y zona de vida.	25
Cuadro 2.	Resumen de la caracterización agromorfológica de 36 accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam. que incluye caracteres cualitativos y cuantitativos	28
Cuadro 3.	Accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam. que conforman el grupo 1 de los caracteres cualitativos, evaluados al 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.	31
Cuadro 4.	Accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam. que conforman el grupo 2 de los caracteres cualitativos, evaluados al 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.	32
Cuadro 5.	Accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam. que conforman el grupo 3 de los caracteres cualitativos, evaluados al 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.	32
Cuadro 6.	Accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam. que conforman el grupo 4 de los caracteres cualitativos, evaluados al 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.	33
Cuadro 7.	Subgrupos del grupo 1 formado a un 80 % de los caracteres cualitativos en el dendrograma formado del análisis cluster	34
Cuadro 8.	Variables fenológicas de la caracterización de las 36 accesiones de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam.	37
Cuadro 9.	Accesiones de miltomate agrupadas por la duración del ciclo de cultivo	38
Cuadro 10.	Rendimiento obtenido de las accesiones y sus repeticiones en kilogramos por planta, frutos por planta y peso unitario del fruto de miltomate.	39
Cuadro 11.	Resumen del Análisis de Varianza par cada una de las tres variables agronómicas del rendimiento de fruto de miltomate <i>Physalis philadelphica</i> Lam.	40

## CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE MILTOMATE *Physalis philadelphica* Lam. EN EL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

### AGROMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 36 ACCESSIONS OF "MILTOMATE" *Physalis philadelphica* Lam. CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

#### RESUMEN

El miltomate *Physalis philadelphica* Lam., por el consumo tradicional es una de las hortalizas nativas que tienen un potencial de comercialización poco desarrollado, alta capacidad de adaptación y se considera a Guatemala y México como su centro de origen.

Actualmente la mayoría de los frutos se obtienen a partir de poblaciones arvenses y en menor grado de cultivares que los agricultores han desarrollado principalmente en el altiplano guatemalteco.

En la presente investigación se caracterizaron agromorfológicamente 36 accesiones de miltomate provenientes del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala cuya recolección se realizó en la república de Guatemala en los años 1996 y 1997 (6). La caracterización se realizó en la estación experimental del ICTA en la Alameda Chimaltenango, empleando el diseño experimental de látice con dos repeticiones, evaluándose las variables morfológicas definidas por el descriptor de *Physalis* elaborado por la FAUSAC.

Resultado de la investigación se determinó que las 36 accesiones de miltomate presentan alta variabilidad morfológica y baja variabilidad fenológica y agronómica, pero comparten en común 10 caracteres cualitativos y algunos otros cuantitativos como longitud de filamentos, corola y anteras, y longitud y ancho del cáliz por lo que por medio de la determinación botánica se estableció que las 36 accesiones de miltomate corresponden a la especie *Physalis philadelphica* Lam.

Finalmente se identificó que las accesiones 7, 24, 30, 32, 175, 182, 230, 263, 311 y 315 son materiales genéticos promisorios que se deberán incluir en futuras investigaciones de mejoramiento genético y/o manejo agronómico puesto que éstas accesiones de miltomate presentan dos características comunes de gran interés para el agricultor guatemalteco como lo son el hábito de crecimiento erecto que facilita las labores culturales y que poseen frutos de color verde amarillento y verde púrpura los cuales son los que tienen mayor aceptación en el mercado para su comercialización. Lo anterior no descarta el uso del resto de accesiones de miltomate.

## 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país tradicionalmente agrícola, y rico en recursos naturales renovables, de esta forma se cuenta con una serie de especies cultivadas nativas distribuidas en todo el país, que sirven como marcador de las diferentes regiones climáticas, edáficas, y topográficas en las que se divide el territorio nacional, tal es el caso del miltomate *Physalis philadelphica Lam.* del cual se considera a México y a Guatemala como su centro de origen (2).

El miltomate *P. philadelphica Lam.* se encuentra distribuido en la zona central, sur occidental, sur oriente, y algunas áreas de la zona norte, como lo demuestra el trabajo de recolección de materiales que el Instituto de investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía realizó durante los años 1996 a 1997, donde se recolectaron 36 materiales existentes en las regiones visitadas (6).

El miltomate es una solanácea que produce frutos comestibles, ampliamente utilizados en la alimentación de la población guatemalteca, ya sea en la elaboración de salsas verdes, salsas acompañadas con chile o platillos típicos.

Dado la importancia que reviste el miltomate, el programa de Recursos Fitogenéticos de Guatemala, desarrollado conjuntamente por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), consideró al miltomate como una especie a considerar en sus investigaciones de tal manera que inicialmente se desarrolló una recolección de accesiones a nivel nacional para luego desarrollar su caracterización agromorfológica y finalmente incluir a las accesiones promisorias en un proyecto de mejoramiento genético (16).

El objetivo principal de realizar esta investigación fue identificar las características morfológicas, fenológicas y agronómicas de cada una de las accesiones colectadas y almacenadas en el banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Las 36 accesiones de miltomate evaluadas presentan alta variabilidad morfológica de tal forma que por los caracteres discriminantes se forman 4 grupos; poseen baja variabilidad fenológica, con un ciclo de cultivo entre 138 y 147 días; y, baja variabilidad agronómica con 137 frutos por planta y un peso promedio 5 gramos por fruto.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El miltomate *Physalis philadelphica* Lam. es una especie que tiene importancia cultural y nutricional para los pueblos mayas, aunque es considerado como parte de la lista de plantas arvenses en los sistemas de producción de cultivos tradicionales. Los esfuerzos realizados por hacer de esta especie un cultivo rentable han comenzado a ser valorados por la mayoría de la población del área urbana y rural, teniendo una buena aceptación en los diferentes mercados regionales del país. Actualmente se tiene la limitante que no existe un tamaño, color y sabor uniforme en los diferentes campos productivos, esto debido a que no se mantiene la pureza de la semilla, lo que afecta el valor comercial del producto final.

En tal sentido es necesario conocer los caracteres morfológicos, fenológicos y agronómicos de diversos materiales genéticos de miltomate a fin de que se puedan seleccionar los que presenten características apropiadas para la producción agrícola a fin de que éstos finalmente después de ser identificados puedan participar en un programa de mejoramiento genético.

Actualmente en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala se tiene un banco de semilla que cuenta con accesiones de miltomate que se localizan en las diferentes regiones del país. La colecta la realizó el Instituto de Investigaciones Agronómicas durante los años 1996 y 1997. Hasta mediados de 1999 no se contaba con información agromorfológica de las accesiones de miltomate colectadas, por lo que la caracterización, era un paso primordial para llegar a cumplir el objetivo de conocer los diferentes materiales presentes en Guatemala, y considerando que la colección y conservación de los recursos genéticos no son por si solos una herramienta útil, se procedió en la presente investigación a la caracterización agromorfológica de las 36 accesiones de miltomate.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL**

##### **3.1.1 GENERALIDADES DEL PROCESO DE DOMESTICACIÓN DE PLANTAS**

La domesticación de plantas es un proceso evolutivo que involucra cambios morfofisiológicos y genéticos dando como resultado organismos con características deseables por el hombre. En este proceso se incorporan tres componentes: las plantas, el hombre, el ambiente y entre ellos se establecen múltiples relaciones e interacciones que producen diversos grados de domesticación de plantas. Los estudios de domesticación han abordado el proceso en los componentes planta – hombre asumiendo que:

- El ambiente es constante
- Que la selección humana es la fuerza directriz y no tienen límites y,
- Que los caracteres seleccionados son determinados por uno o pocos genes (18).

#### **A. Componente: ambiente natural**

Las plantas en estado natural son influenciadas por el ambiente y a lo largo de miles de años de evolución para una misma especie se tienen plantas que difieren en algunos caracteres como por ejemplo color, forma, tamaño y número de frutos por planta, altura de las plantas etc. Todas estas variaciones naturales de las plantas constituyen el acervo genético de la especie. De éste acervo genético el hombre selecciona las plantas que tienen los caracteres de interés como se verá en el inciso siguiente. La mayor o menor amplitud que tenga el acervo genético de una especie posibilita o limita las posibilidades del hombre para disponer de plantas domesticadas que sean de su completo interés (18).

#### **B. Componente: Planta - Hombre**

En esta relación se presentan dos actividades fundamentales. La primera actividad consiste en que el hombre se interese por una especie silvestre con fines de domesticarla, ya sea por su interés con fines alimenticios, medicinales o industriales; es decir, que se encuentre en la especie un interés. La segunda actividad consiste en descubrir la gran diversidad de variaciones de la especie, es decir de caracteres que le sean interesantes al hombre, para poder seleccionar aquellas plantas y de allí utilizar diversos métodos para que los caracteres de interés se concentren en una población, a lo que se le conoce como variedad (18).

La tercera actividad que en forma conjunta se realiza con la selección de las plantas de interés dentro de la población, es la de manejo de la especie, que consiste en conocer por medio de evaluaciones cuales son

las condiciones agronómicas de propagación, riego, nutrientes, poda, cosecha, etc, en la que la población responde de mejor forma a los intereses del hombre sobre dicha especie (18).

### 3.1.2 TERMINOLOGÍA RELACIONADA CON EL GERMOPLASMA VEGETAL

En los siguientes párrafos se definirán algunos términos biológicos que están directamente relacionados con el trabajo que exige el germoplasma vegetal; esto se realiza debido a que diversos autores utilizan arbitrariamente la terminología, por lo que en la presente investigación se ha adoptado presentar las definiciones propuestas por el Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA) en su trabajo titulado Los Bancos Genéticos y la Alimentación Mundial (20).

#### A. Tipos de bancos genéticos

Los bancos genéticos contienen especies vegetales preservadas en forma de semilla o bien sembradas en parcelas, las cuales se conocen como bancos genéticos de campo.

Los bancos genéticos pueden ser *ex situ*, cuando las semillas o partes de la planta se preservan fuera de su zona de origen, tal es el caso del banco genético de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; pueden ser *in situ*, cuando las plantas, incluyendo los parientes silvestres de las especies cultivadas, se dejan en el lugar natural de preservación.

Las plantas preservadas en forma de semillas pertenecen a dos clases: aquellas con semillas convencionales que se pueden secar a niveles de humedad entre 4 y 6 por ciento y mantener luego la temperatura hasta de  $-20^{\circ}\text{C}$ ; y aquellas con semillas recalcitrantes o sea, que no sobreviven al secamiento ni a la congelación. Las especies que no producen semilla o aquellas cuya semilla es recalcitrante, se almacenan generalmente en bancos genéticos de campo.

#### B. Genotipo

Los genes, que están contenidos en los organismos vivos, son el plano genético de la información que se necesita para toda la vida biológica del organismo y son responsables de las características de las plantas. Un genotipo es por lo tanto una combinación única y diferenciada de genes en un organismo, y los bancos genéticos son, hasta ahora, el único lugar donde se almacena sistemáticamente los genotipos de las plantas. El término **material genético** se utiliza para referirse a líneas puras, variedades, accesiones y en sí a todas aquellas entidades que presenten una combinación única y diferenciada de genes en un organismo (20).

### C. Germoplasma vegetal

Las colecciones de germoplasma vegetal son conjuntos de genotipos que corresponden a variedades primitivas, o razas nativas, de la agricultura autóctona, a cultivares obsoletos, a variedades modernas que son producto del mejoramiento científico, y a parientes silvestres –incluyendo malezas– de las especies cultivadas. Los términos variedad y cultivar se usan como sinónimos.

### D. Acervo genético de una planta cultivada

El acervo genético de una planta cultivada es una categoría amplia que abarca los recursos genéticos de las especies, incluyendo el material que se puede cruzar con ellas y que contribuye con sus genes.

El acervo genético de una planta contiene frecuentemente los parientes silvestres. El flujo de genes se refiere al intercambio de genes entre plantas individuales y entre poblaciones de plantas.

### E. Erosión genética

La erosión genética es la pérdida de genes en un acervo genético a causa de la eliminación de poblaciones por factores tales como la adopción de variedades modernas y el desmonte de tierras con vegetación (20).

### F. Especie nativa, silvestre, arvense, cultivar y variedad

El término **nativo** es relativo al lugar de origen y distribución mas probable de la especie, es decir hace referencia al centro de origen de cada especie. El término **silvestre** se refiere a especies en las cuales el hombre no ha realizado ninguna intervención y/o aprovechamiento de la misma; en algunas ocasiones algunos productores indican “cultivar especies silvestres”, lo cual es erróneo porque para ello ya han realizado algún grado de domesticación aunque éstas se localicen en áreas boscosas. El término **arvense** se refiere a aquellas especies que se encuentran en campos cultivados sin ser dispuestas en éstos campos por el agricultor, pero que finalmente el agricultor aprovecha sus frutos, partes vegetativas o la planta completa, no debe confundirse éste término con **planta voluntaria**, que es la que queda en la plantación de la cosecha anterior. Un **cultivar** es aquel conjunto de plantas que presentan características comunes y que el agricultor ha ido seleccionando a través de los años por presentar aspectos deseables para él, se diferencia una **variedad** de un cultivar en que la variedad ha sido sometida a un riguroso procedimiento de selección y mejoramiento genético ya sea por instituciones del gobierno o privadas; un grupo de cultivares puede ser el punto de partida

para desarrollar una variedad, los términos **variedad tradicional** y **variedad local** son sinónimos de cultivar y el término **variedad moderna** es sinónimo de variedad (20).

#### **G. Acciones**

Una accesión de un banco genético es una muestra vegetal que se ha colectado en el campo por el mejorador por tener características de interés para él, se ha recibido para procesamiento y eventual almacenamiento y evaluación. Es similar a una accesión de biblioteca que está destinada a ser catalogada y mantenida en la estantería. Para ser útiles a los mejoradores, las accesiones deben primero examinarse por sus reacciones a diversos organismos patógenos (agentes que causan enfermedades) y a otros estreses ambientales. Los genes de una accesión evaluada pueden convertirse en líneas mejoradas, las cuales conducirán finalmente al desarrollo de nuevas variedades que serán distribuidas a los agricultores. Las accesiones de los bancos genéticos son generalmente plantas nativas o variedades tradicionales seleccionadas por los agricultores o mejoradores. Muchos bancos genéticos contienen también variedades modernas que ya no están en uso, así como especies silvestres (20).

#### **H. Consideraciones sobre la terminología empleada en la presente investigación**

El autor de ésta investigación para la presentación de la información generada por la misma (resumen, introducción, resultados y discusión, etc.) se enmarca en las definiciones propuestas por el IICA; sin embargo, en las citas bibliográficas que se realizan a lo largo del marco teórico aparecen indiscriminadamente el uso de los términos material genético, genotipo, cultivar, variedad, accesión, etc., esto obedece a que se debe respetar los títulos de las investigaciones realizadas previamente por diversos autores que no tuvieron un marco de referencia de términos técnicos empleados en el lenguaje del germoplasma vegetal y conservación de recursos genéticos.

#### **3.1.3 CONSERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO VEGETAL**

La expresión “diversidad biológica” se emplea para describir la cantidad y la variedad de los organismos vivos que hay en el planeta. Se define en términos de genes, especies y ecosistemas que son el resultado de más de 3,000 millones de años de evolución. Por tanto se puede considerar la expresión “diversidad biológica” como un sinónimo de “vida sobre la tierra” (26).

La extinción de las especies es un fenómeno natural del proceso evolutivo. No obstante, debido a las actividades del hombre la amenaza que se cierne sobre las especies y los ecosistemas es mayor hoy que nunca.

La creación de un programa de recursos filogenéticos de un país debe perseguir un objetivo central: velar por la preservación y difusión del germoplasma propio, tratando de incrementar su disponibilidad para generaciones futuras. Lo anterior se logra mediante la ejecución de las siguientes actividades: a) exploración, b) colección, c) documentación, d) caracterización y evaluación, e) preservación y g) distribución (26).

#### **A. Colecta y conservación**

Deben ser generados por los bancos de germoplasma, jardines botánicos e instituciones íntimamente ligados a estudios de las especies en cuestión y que cuenten con el personal y la infraestructura adecuada.

#### **B. Caracterización y evaluación**

La cual tiene como objetivo principal el conocer las características morfológicas de los materiales y diferenciarlos. Además, pretende identificar el potencial de los materiales colectados, ya sea para identificar el potencial de los materiales para generar nuevos materiales, para su utilización directa en cultivo y la incorporación de distintos elementos en programas de mejoramiento.

#### **C. Información y documentación**

Toda la información por medio de las colectas y el comportamiento de los materiales en la evaluación y caracterización, deben constituir una base de datos a la cual cualquier usuario puede recurrir, ya sea para su uso directo en la producción o como parte de un programa de mejoramiento de la especie (26).

### **3.1.4 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MILTOMATE *P. philadelphica* Lam.**

Bukasov (7) indica que las especies cultivadas de *Physalis* (Solanaceae), representan dos grupos diferentes en sus aspectos agrícolas y botánicos. Las especies mexicanas de *P. philadelphica* no tienen frutos dulces y pertenecen a las hortalizas, son plantas anuales, bajas y con sistema radicular débil. Las especies suramericanas tienen frutos dulces y aromáticos y se podrían considerar como frutas, son plantas perennes con fuerte sistema radicular, representadas por la especie *P. peruviana* y la especie asiática *P. alkekengi*.

El miltomate *P. philadelphica* Lam. se caracteriza por el color púrpura de las anteras con corolas acampanuladas amarillas y manchas púrpuras en la base de los pétalos. A la vez se refiere a que hay indicaciones en las crónicas antiguas de que los aztecas dejaban crecer tomates en plantaciones de maíz, estas plantas debían ser realmente *Physalis*, unido a la situación de que esta especie es la hortaliza más apreciada por los mexicanos. Probablemente las especies mencionadas se encuentran tanto cultivadas como silvestres, en este último caso son malezas (plantas no deseadas). La utilización de *P. philadelphica* esta confinada a Centro América. La fruta se usa cocinada, aun verde en purés y salsas, como base para salsas picantes con chile. Por la dureza de su cáscara presenta condiciones favorables para el manejo (7).

### 3.1.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL GÉNERO *Physalis*

La descripción de este género fue hecha por primera vez por Linneo en 1753, desde esa fecha son varios los trabajos relacionados con este tema, pero existe gran confusión, ya que muchos de los miembros del género son morfológicamente bastante similares (27).

La descripción del género *Physalis* en la flora de Guatemala lo definen con un crecimiento vegetativo como una hierba y algunos arbustos, con hojas alternas o en pares, totalmente lobuladas, pecioladas. Presenta inflorescencias axilares, las cuales consisten en flores solitarias o algunas veces con varias flores en fascículos axilares, las flores son pediceladas, con cáliz campanulado o tubular campanulado, tienen cinco lóbulos, la corola es campanulada y raramente puede presentarse como tubular campanulada, el color de la corola es principalmente amarillento y a menudo con cinco puntos oscuros contrastantes, cerca del tubo de la corola, es densamente pubescente o algunas veces puede ser glabra o algo glandular. El limbo se encuentra dividido en cinco partes, con cinco estambres, y filamentos filiformes, con anteras oblongas o lineales oblongas o lanceoladas, longitudinalmente dehiscentes de color amarillo a azules, violetas o azul verdoso, el ovario es bilocular, de pocos a muchos filiformes insertos o incluidos, el estigma es capitado a poco truncado. El fruto es una baya, (incluido en el cáliz) pocas veces invertido por el cáliz. La semilla se encuentra en pocas a muchas cantidades y se localizan lateralmente comprimidas dentro de la baya.

### 3.1.6 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Standley (27) señala que dentro del género *Physalis*, se ha estimado que existen alrededor de cien especies confinadas en su mayoría en zonas tropicales y templadas de América y muy pocas especies en el este de Asia, India, Australia, Europa y África Tropical, aunque la mayoría se encuentra en México y Guatemala.

En Guatemala se le encuentra en terrenos cultivados, algunas veces en bosques de pino y encino, arriba del nivel del mar hasta los 1,830 metros, raramente más altos, en Alta Verapaz, Izabal, Chiquimula,

Jalapa, Guatemala, Baja Verapaz, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, México, el Salvador, Costa Rica, Panamá, y las Indias Occidentales.

En el territorio nacional el miltomate puede cultivarse en las zonas de vida bosque húmedo, bosque húmedo montano bajo subtropical. Generalmente son zonas que van de los 1,400 a los 2,300 msnm con temperaturas anuales de 15 a 18 grados centígrados, precipitaciones anuales de 1,200 a 1,500 mm.

Azurdia y Gonzáles (4) observaron durante 1978 a 1980 que el altiplano central constituye una de las regiones más importantes en cuanto a la producción de miltomate, debido a que la demanda existente es alta por la cercanía de la ciudad capital. Al miltomate se le encuentra creciendo en plantaciones de cultivo de maíz y frijol. Los frutos provenientes de esta fuente se caracterizan por presentar un sabor ácido especial y diámetro un poco menor que el miltomate cultivado. Debido a que la demanda no es cubierta con la fuente anteriormente anotada, se ha presentado la necesidad de establecer monocultivos de miltomate cultivado en Sumpango, Sacatepéquez, y Barcenás, Villa Nueva; en estas localidades se cultiva un miltomate con frutos un poco más grandes, observando que en Barcenás en los años recientes se ha cultivado por algunos agricultores un miltomate más voluminoso que el tradicional, alcanzando hasta cuatro centímetros de diámetro, y cuya semilla según anotaciones de un agricultor fue traída de México; sin embargo, la gente prefiere en primer lugar el miltomate que se desarrolla en asocio en plantaciones de maíz, luego el cultivado de tamaño intermedio y por último el cultivado de tamaño grande. En el oriente del país se le encuentra en los mercados, pero estos son abastecidos por otras regiones, no así en las partes altas de Jalapa, particularmente en Mataquesuintla, donde es un cultivo con cierto grado de importancia.

Azurdia y Gonzáles (3) señalan que en la región del Petén e Izabal, así como en la costa sur no hay producción de miltomate debido a que las condiciones climáticas no lo permiten y la demanda en estas zonas es cubierta con la producción de otras regiones, tales como el altiplano central y occidental. También se ha determinado que en las Verapaces, el miltomate es frecuente únicamente a nivel de plantas silvestres; sin embargo, no tiene tanta importancia en cuanto a la producción como la tiene en el altiplano central, siendo los departamentos de Sololá y Huehuetenango los que producen mayor cantidad de miltomate cultivado. En Sololá los poblados que rodean el lago de Atitlán producen miltomate que es llevado a los mercados de la costa sur. En Huehuetenango, se cultivan miltomates de fruto intermedio a grande, siendo precisamente en el municipio de Cuilco donde es más notoria esta situación. En el resto de departamentos del altiplano occidental el miltomate proviene de las poblaciones que se desarrollan naturalmente entre otros cultivos como maíz y frijol.

### **3.1.7 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MILTOMATE**

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Subreino:</b>	Embryobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Solanales
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	<i>Physalis</i>
<b>Especie:</b>	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.

El miltomate de México y Guatemala por muchos años fue denominado *P. ixocarpa* a pesar de que la planta de Brotero sólo se parece superficialmente a la descrita por Lamarck como *P. philadelphica* Lam., posteriormente Rydberg le confirió procedencia a *P. ixocarpa* Brot. incluyó tanto formas perennes como anuales en su *P. philadelphica* Lam. y terminó por descartar este último nombre. Menzel al revisar el complejo de *P. ixocarpa* Brot. reconoció dentro de él las formas anuales consideradas originalmente como *P. philadelphica* Lam. por Rydberg y concluyó que tanto dichas formas, como las perennes que constituía el resto del complejo *P. ixocarpa* Brot., estaban pobremente relacionadas con las formas norteamericanas al norte de México. A pesar de ello Waterfall estimó como triviales las diferencias entre *P. ixocarpa* Brot. y el tipo *P. philadelphica* Lam. (el más antiguo), y por ello este autor adoptó el nombre de *P. philadelphica* Lam. para incluir a los miltomates mexicanos, así como diversas formas cultivadas en Europa y Norteamérica. Waterfall redujo *P. ixocarpa* Brot. a sinónimo de *P. philadelphica* Lam. y describió dos variedades con flores de menor diámetro que la típica y separadas entre sí por la presencia de una mancha en los pétalos. Sin embargo Fernández demostró morfológica y citológicamente que *P. ixocarpa* Brot. y *P. philadelphica* Lam. son dos especies distintas y por lo tanto la primera no puede ser sinónima de la segunda; además esta autora señaló que los tomates se ajustan lo más a la descripción original de *P. philadelphica* Lam. En efecto Hudson con base a la morfología y a las relaciones de cruzamientos de las variedades de Waterfall concluyó que en realidad corresponden a *P. ixocarpa* Brot. Por su parte Rao y colaboradores encontraron ciertas características histológicas en estas dos especies las cuales a pesar de apoyar su separación específica, fundamentan a la vez su ubicación en la misma sección sugerida por Menzel en la cual incluyo las especies *P. ixocarpa* Brot., *P. philadelphica* Lam., *P. longifolia* Nutt., *P. texana* Rydb. y *P. macrophysa* Rydb. (17).

### 3.1.8 DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL MILTOMATE

El miltomate *P. philadelphica* Lam. tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días, desde la siembra hasta la senectud. Después de que ha germinado inicia un crecimiento un poco lento, aproximadamente de un

centímetro diario, posteriormente a los 24 días, el crecimiento se acelera enormemente, y se estabiliza a los 56 días cuando tiene una altura de 90 centímetros, la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar más de un metro de altura en su estado natural, esto sucede a los 70 días, después la planta empieza a envejecer rápidamente y decae.

La diferenciación de yemas florales, inicia aproximadamente entre los 17 y 20 días después de la siembra; la aparición de las primeras flores ocurre a los 28-30 días y continúa floreciendo hasta la muerte de la planta. La fecundación y el pegue de los frutos se inicia a los 35 días, en los siguientes siete días (42 días) inicia una etapa llamada “deformación del cascabel” (inicio de la fructificación), que no es otra cosa mas que un fruto pequeñito bien definido en proceso de crecimiento (22).

Normalmente de la fecundación de los frutos a la maduración de los mismos, transcurren de 20 a 22 días, la producción comercial de una planta se cosecha entre los 4 y 7 primeros entrenudos, aunque plantas con buen desarrollo presentan frutos comerciales hasta en el décimo entrenudo. Las flores abren antes de que las anteras tengan dehiscencia, en días normales usualmente abren entre 8 y 12 de la mañana (22).

En el botón floral antes de abrir se aprecia que los lóbulos del cáliz incrementan su tamaño considerablemente, los pétalos y el estigma asoman sobre el cáliz, la dehiscencia de las anteras se realiza en forma lateral y longitudinal, abriéndose gradualmente de la punta a la base; las paredes de las anteras se voltean hacia atrás para liberar el polen, el cual es de color amarillo crema o blanco, pero un poco antes de que se inicie la dehiscencia los filamentos se elongan considerablemente, hasta llegar cerca del estigma. Las anteras no abren uniformemente, sino que normalmente pasan de 2 a 4 días, entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera, después de que las anteras han cerrado y encorvado la corola, los estambres, es decir los estilos y el estigma persiste en su posición original, alrededor de una semana (entre 3 y 6 días), estos se van marchitando para caer después que la corola ha caído, el ovario y el cáliz comienza a envolver el fruto joven y se alarga a su máximo tamaño antes de que el fruto madure, la baya del miltomate crece lentamente y adquiere su forma característica; algunos frutos pueden llegar a llenar completamente la bolsa y otros inclusive la rompen (22).

### **3.1.9 ETNOBOTÁNICA DEL MILTOMATE *Physalis philadelphica* Lam.**

El miltomate es originario de Mesoamérica, actualmente se encuentra como arvense, (que se encuentra en terrenos cultivados sin ser planta cultivada), y cultivado en la mayor parte de México y Guatemala, el fruto de ambos tipos se utiliza principalmente en la dieta popular. No obstante se cuenta con escasa literatura sobre sus usos y otros aspectos con su relación con el hombre (17).

Dentro de la información obtenida del miltomate se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se cultivan diferentes variedades locales de miltomate, las cuales están relativamente bien definidas, así como su proceso de producción a pesar de que no se registran métodos de selección tradicionales y que se trata de una especie mayormente auto incompatible.
2. En los mercados de las localidades se vende más caro el fruto de tamaño pequeño, que se puede obtener del miltomate arvense o de variedades cultivadas seleccionadas para la producción de frutos pequeños.
3. El miltomate arvense es auspiciado en sistemas agrícolas tradicionales, pero persiste aun en maizales donde se aplica herbicidas.
4. Como usos aparentes inéditos para el fruto y cáliz están: el agua de cocción de cálices se utiliza para mejorar la porosidad de la masa de buñuelos, como saborizante en la sopa de arroz blanco, ablandador de carnes rojas, contra la caída del cabello, el fruto asado se utiliza para atenuar las molestias de las hemorroides, para el dolor de amígdalas y descongestionar la garganta (17).

### 3.1.10 LA TAXONOMÍA NUMÉRICA COMO TEORÍA CLASIFICATORIA

#### A. Generalidades y definición de la taxonomía numérica

Uno de los problemas que más preocupa al sistemático es el peso de los caracteres de los organismos objeto de estudio. ¿tienen todos el mismo valor o los hay mas importantes que otros?, y en éste caso, ¿qué criterio se sigue para saber si el carácter “X” tiene mayor peso que “Y”?, ¿es una actividad subjetiva o se resuelve mediante un planteamiento lógico? (25).

Por ejemplo, la forma de la hoja en un género de plantas puede ser lo más decisivo para diferenciar las especies, mientras que en otros ese carácter es secundario en comparación con el color de la flor. Esta conclusión es fruto de la experiencia y de un conocimiento más o menos completo del grupo. Esto significa una selección *a priori* de los caracteres (25).

En 1763, el botánico Michel Adanson, contemporáneo de Linneo, propuso un sistema de clasificación basado en todos los caracteres observados de las plantas, dándoles igual importancia. Este principio actualizado, de tratar todos los caracteres elegidos *a priori*, asignándoles un mismo peso, hasta tanto no se demuestre lo contrario (sobre la base de una mayor o menor correlación), se conoce como “doctrina neoadansoniana” y es el punto de partida de la llamada taxonomía numérica o taximetría que es un método que aplica y valora los datos a fin de establecer grupos afines dentro de una especie por medio de aquellos caracteres que son repetitivos dentro de una población y aquellos caracteres que los diferencian del grupo siempre dentro de la misma especie (25).

Según éste método, la afinidad entre los grupos, sean éstos especies, géneros o familias, se establece a base del mayor o menor número de caracteres en común (relación fenética), considerando el aspecto filogenético puramente especulativo y tratando de eliminar la valoración subjetiva (25).

La clasificación es el agrupamiento de objetos en clases sobre la base de atributos que poseen en común y/o sus relaciones. El término relaciones abarca, por ejemplo el caso de objetos que se encuentran en un mismo tiempo y lugar (9).

El origen de la ciencia de la clasificación se remonta hasta los antiguos griegos. No obstante el proceso de clasificar, el reconocimiento de similitudes y el agrupamiento de organismos u objetos en función de esas similitudes comienza con el hombre primitivo (9).

En la diversidad que el hombre enfrenta está el mundo viviente y es en donde ha tenido lugar un monumental proceso clasificador sin paralelo en otras disciplinas. No es entonces casual que este proceso clasificador haya sido el contexto donde nació la taxonomía numérica (9).

## **B. Naturaleza de la clasificación**

Los requisitos lógicos según Crisci (9), que debe cumplir un agrupamiento de objetos en clases para que sea considerado una clasificación son los siguientes:

1. En cada clase de más de un objeto debe existir, para cada objeto de la clase, otro distinto que comparta con el cómo mínimo un atributo.
2. El ser miembro de una clase no es en si mismo un atributo.
3. Cada objeto de cualquier clase debe diferir, al menos en un atributo de cada objeto de cualquier otra clase (9).

## **C. Objetivos de la clasificación biológica**

El objetivo de la clasificación biológica es el conocimiento, no de tal o cual organismo en particular sino de las leyes generales que los rigen y de las relaciones causales existentes entre ellos.

La anterior definición de los objetivos de la clasificación biológica puede traducirse en el lenguaje pragmático así: la mejor clasificación será la más estable, la más robusta, la más predictiva, entendiéndose por estable que no se modifica en forma drástica por la incorporación de nueva información; por robusta que no es alterada radicalmente por la incorporación de nuevas entidades y por predictiva que una propiedad

conocida para la mayoría de las entidades de ese grupo todavía no examinadas con miras a buscar esa propiedad (9).

#### **D. Fundamentos de la clasificación biológica**

Para establecer los fundamentos de la clasificación biológica existen cuatro doctrinas sobre la clasificación que son: el esencialismo, el cladismo, el evolucionismo y el feneticismo.

El feneticismo sostiene los siguientes principios:

1. La clasificación debe efectuarse con un gran número de caracteres, que deben ser tomados de todas las partes del cuerpo de los organismos y de todo su ciclo de vida.
2. Todos los caracteres utilizados tienen la misma significancia e importancia en la formación de los grupos.
3. La similitud total entre dos entidades es la suma de la similitud en cada uno de los caracteres utilizados en la clasificación.
4. Los grupos de taxones a formar se reconocen por una correlación de caracteres diferentes.
5. La clasificación es una ciencia empírica, en la cual la experiencia desempeña el papel preponderante, y por lo tanto esta libre de inferencias genealógicas.
6. Las clasificaciones deben basarse exclusivamente en la similitud fenética. Se entiende por fenética cualquier tipo de carácter utilizable en la clasificación, incluyendo los morfológicos, fisiológicos, ecológicos, etológicos, moleculares, anatómicos, citológicos, y otros.
7. El número de taxones establecidos en cualquier rango es arbitrario aunque siempre deben ser coherentes con los resultados obtenidos (9).

#### **E. Aplicación de las técnicas de la taxonomía numérica**

Se entiende por técnicas numéricas la rama de la taxonomía numérica que mediante operaciones matemáticas calcula la afinidad entre unidades taxonómicas a base del estado de sus caracteres (9).

La asociación de conceptos sistemáticos con variables numéricas ha dado como resultado una inmensa variedad y cantidad de técnicas numéricas. A pesar de esta diversidad es posible encontrar en casi todas ellas una serie de pasos comunes (9).

Los pasos elementales comunes a casi todas las técnicas numéricas son los siguientes:

1. Elección de las unidades taxonómicas operativas.
2. Elección de los caracteres.
3. Construcción de una matriz básica de datos.

4. Obtención de un coeficiente de similitud.
5. Construcción de una matriz de similitud.
6. Conformación de grupos.
7. Generalizaciones acerca de los taxones.

### 3.1.11 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO

Se dispone de una gran variedad de técnicas de análisis de matrices de similitud, cuyo objeto es sintetizar la información de la matriz de similitud a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de las unidades taxonómicas operativas (U.T.O.).

El análisis de agrupamiento comprende técnicas que siguiendo reglas más o menos arbitrarias, forman grupos de U.T.O. que se asocian por su grado de similitud. Las numerosas técnicas de análisis de agrupamiento se clasifican a base de los siguientes dilemas:

1. Técnicas que forman grupos exclusivos versus técnicas que forman grupos no exclusivos.
2. Técnicas que forman grupos jerárquicos versus técnicas que forman grupos no jerárquicos.
3. Técnicas divisivas versus técnicas aglomerativas.
4. Técnicas secuenciales versus técnicas simultáneas.

De las alternativas presentadas en los dilemas las más utilizadas son las exclusivas, jerárquicas, aglomerativas, y secuenciales, las cuales se combinan caracterizando a las técnicas de agrupamiento (9).

#### A. Método de análisis cluster

El análisis cluster se refiere a una técnica de agrupación donde se tiene un conjunto de  $n$  individuos u objetos, y donde cada uno, dependiendo de la característica y objetivos de la investigación, se encuentra caracterizado por una cantidad de  $p$ -variables. Es por esto que como elemento inicial se tiene una matriz  $X_{n \times p}$ . En el análisis cluster se tienen diversas formas de agrupación como son (15):

##### a. Agrupación aglomerativa jerárquica

Provee información de un conjunto de individuos conforme su aglomeración, esto a partir de un nivel en el que cada individuo es un grupo y también se puede proceder en sentido inverso, o desaglomerado partiendo de un solo grupo que está formado por todos los individuos (15).

##### b. Agrupación de tipo jerárquica

Se identifica observando si un grupo se adhiere a un grupo en un segundo nivel, es entonces hasta donde todos los elementos de un subgrupo pertenezcan al grupo en todos los niveles inferiores.

Una de las dificultades con las que se determina una estrategia de agrupación es la selección de la medida de similitud o disimilitud y esto se debe a las limitadas posibilidades de asociar una medida con los objetivos del problema real (15).

En la mayoría de estudios exploratorios, los investigadores toman una gran cantidad de variables, sin saber con exactitud que variables serán de utilidad. Con esta técnica se puede tener la seguridad de que se resolverán tres problemas que son: 1) Reducir el número de variables que se estén utilizando, 2) realizar una adecuada interpretación de los patrones de agrupación y 3) identificar individuos en una escala única con la creación de índices.

En sí la técnica consiste en la transformación de las variables originales de problema en estudio, en un número igual de variables, donde las variables tienen características de gran importancia como: variables incorrelacionadas y cada una de éstas variables (representadas por C) es una combinación lineal de las variables originales (15).

Cada una de éstas variables es construida de tal manera que C1 cuenta con una máxima varianza; C2 contenga la segunda máxima varianza y con la cualidad de que cuente con una correlación igual a cero con respecto a C1; y con lo que respecta a C3, esta deberá tener la tercera máxima varianza; y además una correlación nula con C1 y C2 y así sucesivamente hasta llegar a Cn (15).

## **B. Representación gráfica de las técnicas de análisis de agrupamiento**

La estructura taxonómica obtenida de la matriz de similitud con las técnicas de análisis de agrupamiento puede representarse gráficamente de varias formas, pero la más utilizada es el fenograma, el cual se puede definir como un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos U.T.O. o grupos de U.T.O. y que representa relaciones fenéticas (9).

La interpretación de un fenograma es una operación sencilla, visualmente se reconocen primero los grandes grupos, es decir, los que se han originado a bajos niveles de similitud. Luego se analizan dichos grupos separándolos en subgrupos, conjuntos y subconjuntos hasta llegar a los núcleos que representan la máxima similitud hallada en los organismos en estudio (9).

### **3.1.12 MÉTODOS DE ORDENACIÓN**

Para encontrar el patrón de relación entre la totalidad de la U.T.O. se utilizan también los métodos de ordenación.

Podemos imaginar un espacio multidimensional donde ubicar a las U.T.O. y donde cada dimensión representa un carácter, es decir tantos caracteres como dimensiones y de esa manera facilitan la representación de las U.T.O. y sus relaciones en función de los caracteres empleados (9).

#### **A. Análisis de componentes principales**

Esta técnica tiene su origen en los trabajos realizados a principios de este siglo por Kart Pearson, pero fue Hotelling (1933) quien consolidó su uso para representar, según un modelo lineal, un conjunto numeroso de caracteres mediante un número reducido de variables hipotéticas, llamadas componentes principales. El número de dichos componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al número de estos últimos (9).

Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres. El primer componente es el que contiene la mayor variabilidad restante, el segundo componente es el que incluye más información, el tercer componente es el que posee la mayor variabilidad no contenida en los componentes anteriores, así continua hasta que toda la variabilidad ha sido distribuida diferencialmente entre los componentes. Cada componente contiene información de todos los caracteres pero en diferentes proporciones (9).

Los fundamentos subyacentes del análisis de componentes principales pueden visualizarse con un modelo geométrico constituido por dos caracteres, es decir dos dimensiones.

La dispersión de las U.T.O. en relación con cualquiera de los dos ejes depende de la escala utilizada, por lo tanto teniendo en cuenta las operaciones matemáticas que han de realizarse, es necesario que ambos caracteres estén expresados en la misma unidad de medida. Cuando esto no sucede es necesario estandarizar los caracteres.

Una consecuencia en la estandarización es que las U.T.O. están referidas ahora a un nuevo par de ejes ortogonales que se cortan en un punto que corresponde al valor medio de cada carácter. Cada U.T.O. tendrá un nuevo par de coordenadas definidas en función de unidades de desviación estándar (9).

Los ejes de la elipse o componentes principales reconocen pues la distancia cuadrática de las U.T.O. con respecto a ellos es mínima. Matemáticamente este reconocimiento se basa en el cálculo de la matriz de correlación entre los caracteres. También puede basarse sobre una matriz de varianza-covarianza cuando todos los caracteres estén originalmente expresados en la misma unidad de medida y por lo tanto sean no estandarizados (9).

A partir de las interrelaciones exhibidas por la matriz de correlación de caracteres y mediante transformaciones matemáticas se construye un nuevo conjunto de variables denominados componentes principales. Estos componentes principales son ortogonales entre si y por lo tanto no están correlacionados (9).

#### **B. Representación gráfica del análisis de componentes principales**

Los resultados de esta técnica se grafican sobre ejes ortogonales que representan los componentes principales que delimitan un espacio bidimensional o tridimensional, según se utilicen dos o tres ejes por vez, obviamente es imposible la representación grafica simultanea de más de tres ejes. Generalmente para estas representaciones se eligen los tres primeros componentes, ya que son los que contienen la mayor parte de la variabilidad (9).

#### **C. Interpretación de los resultados del análisis de componentes principales**

Esta técnica permite determinar dos aspectos del grupo en estudio; las relaciones entre las U.T.O y el valor discriminatorio de los caracteres con respecto a las relaciones establecidas en el primer punto. Las relaciones entre U.T.O. se establecen por su proximidad en el espacio delimitado por los componentes; cuanto más próximos se encuentran, más relacionados están. El segundo aspecto es el referido a los caracteres es importante observar cuales de ellos son eficaces en la discriminación entre las U.T.O. con este fin se seleccionan los cinco caracteres que tengan el mayor valor de contribución independientemente del signo que posean. El signo denota el tipo de correlación existente entre los caracteres (9).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

#### A. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en la estación experimental “La Alameda” del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, localizado en el altiplano central de Guatemala, a 3.5 kilómetros de la cabecera departamental de Chimaltenango, el área experimental esta ubicada según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) bajo las coordenadas geográficas 14° 39’ 38’’ latitud norte, y 90° 49’ 10’’ longitud oeste (13).

#### B. Condiciones climáticas

Según el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdrige la región donde se encuentra ubicado el centro experimental corresponde a la zona ecológica Bosque Húmedo Montano Subtropical, con una altitud de 1768 metros sobre el nivel del mar, y según registros meteorológicos posee una precipitación pluvial media anual de 1,600 milímetros, la humedad relativa media es del 80 % y una temperatura media anual de 18° centígrados (10).

#### C. Condiciones edáficas

Según la clasificación de Simmons (24) los suelos de la estación “La Alameda” del ICTA, corresponden a la serie de suelos Tépán, los cuales se caracterizan por ser suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grano relativamente fino. Su relieve es casi plano (declive dominante de 1 a 5%) a ondulado. El suelo superficial es de espesor aproximado de 30 a 50 centímetros, su color es café oscuro, con textura franco arcillosa y consistencia friable. La fertilidad natural de estos suelos es regular. El contenido de materia orgánica es bajo (2%). La reacción es de mediana a ligeramente ácida, el pH se mantiene en 6.0.

### 3.2.2 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LA PRESENTE TESIS

#### A. Investigaciones en Guatemala

En 1997 investigadores del Instituto de Investigaciones Agronómicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó colectas de materiales de hortalizas nativas en las diferentes regiones del país, obteniendo 58 colectas del género *Physalis* (6).

En 1988 Pinto M (19) realizó la caracterización de 18 cultivares y concluyó que existe variabilidad agro morfológica y bromatológica tanto a nivel intra como ínter cultivar, sin embargo existen caracteres

cualitativos que se manifiestan estables. En este estudio, los materiales presentaron características sobresalientes en cuanto a altura y ancho de planta, diámetro de frutos, contenido de proteínas, fibra cruda y materia seca.

Azurdia *et al* (5) reporta las características de 24 materiales genéticos obtenidos en varias localidades; las conclusiones de este trabajo hacen referencia a la alta variabilidad encontrada en estos materiales y la existencia de buenas características agronómicas y bromatológicas.

Arias Marroquín (1) en la localidad de Monte de los Olivos, Chimaltenango realizó el estudio agromorfológico de 4 cultivares de miltomate, con el uso de un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos. Concluye que el mayor rendimiento se obtuvo en el cultivar número 643 (fruto grande) siendo este de 2,490.26 Kg/ha.

Chiquin (8) evaluó cuatro distancias de siembra en el cultivo de miltomate *P. philadelphica* bajo condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía, ubicado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, concluyó que las distancias de siembra evaluadas bajo las condiciones de ejecución del experimento, actuaron independientemente al crear efectos significativos sobre el diámetro medio de planta, el número de frutos por planta y el rendimiento de fruto fresco. Los mejores rendimientos los encontró combinando una distancia entre plantas de 0.4 m. con una media de 7,060 Kg/ha, y distanciamientos entre surco de 0.6 a 1.0 m con una media de 6,122 Kg/ha.

González Figueroa (12) en Santa María Cauqué, Sacatepéquez, estableció que el período crítico de interferencia de malezas con el miltomate está comprendido de los 34 a 70 días después del trasplante y determinó el punto crítico a los 34 días después del trasplante.

## **B. Investigaciones sobre *Physalis oxycarpa* Brot. en México**

Santiaguillo *et al* (21) realizaron una distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara *P. oxycarpa* Brot. en México en 1994. El trabajo se desarrolló con el objetivo central de coleccionar germoplasma de materiales cultivados y no cultivados de esta especie para establecer un banco de germoplasma de especies nativas de la Universidad Autónoma de Chapingo. Del estudio de herbario se detectaron 35 especies distribuidas en 26 entidades federativas, en amplio rango altitudinal y asociadas principalmente al grupo climático seco. Se colectó germoplasma en 11 estados reuniéndose 111 materiales,

los cuales se encontraron asociados en su mayoría al grupo climático templado y distribuido en un intervalo altitudinal de 750 a 2,470 msnm.

López *et al* (14) realizaron una evaluación titulada “Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara ***P. ixocarpa Brot.*** en Chapingo, México”. Se realizó esta investigación con la finalidad de estudiar las características agronómicas de 60 materiales de tomate de cáscara colectados en 11 estados de la República Mexicana, estableciéndose un experimento con dichos materiales en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo en el año 1991. Se encontraron diferencias altamente significativas para las variables peso total de fruto por corte, rendimiento total, número de frutos, volumen de fruto, peso por fruto, peso de semilla por muestra de fruto, diámetro de fruto y longitud de fruto. Además de detectar materiales sobresalientes en rendimiento total y precocidad, entre otros caracteres importantes para el mejoramiento, destacándose las colectas 58GRO06, 82MEX06, 24GRO02, 66MEX03, 78MEX05, 47GRO05, 49MICH18, 65GTO02, 69JAL18, Y 06PUE01.

Estrada *et al* (11) realizaron la evaluación de 28 familias de tomate de cáscara ***P. ixocarpa Brot.*** de la selección masal, 4 provenientes de la variedad comercial Rendidora. El trabajo consistió de tres fases 1) la evaluación del cultivo en campo; 2) prueba de germinación 3) vigor de semilla. La finalidad fue detectar los materiales más promisorios a fin de conformar una variedad sintética. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones para las tres fases. Las evaluaciones muestran que las familias se comportan similarmente en cuanto a su expresión fenológica; aunque se detectó un grupo de seis familias con alto potencial de rendimiento por lo que es factible hacer un compuesto con estas y ser liberado como variedad. Se detectó otro grupo de cinco familias precoces, siendo estas las más sobresalientes en el primer corte.

Sígala *et al* (23) realizaron la determinación de azúcares simples y acidez en colectas de tomate de cáscara ***P. ixocarpa Brot.*** En este estudio se caracterizaron 60 genotipos de tomate de cáscara ***P. ixocarpa Brot.*** colectados en diferentes partes de la república mexicana, en función del contenido de azúcares y acidez como criterios que permitan diferenciar grupos entre si. El ensayo se estableció en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo en 1991. Los análisis químicos se realizaron utilizando el método volumétrico de Lane y Eynon para la determinación de azúcares reductores directos y totales, solo se diferenciaron dos grupos de medias con respecto al material más dulce, siendo el segundo grupo de menos del 15% del total de tratamientos en ambas variables, no así en la variable acidez. No se encontró relación

entre las variables estudiadas y el origen de las colectas (cultivadas y no cultivadas), lo que indica que tales características no han sido usadas por los productores como criterio de selección. Tampoco existió una relación evidente entre el grado de azúcares y acidez.

Velásquez Cabrera *et al.* (28) realizaron un trabajo de fertilización foliar en miltomate, este trabajo se realizó en el año 1990 en Chapingo, México, teniendo como objetivo evaluar los efectos producidos por los fertilizantes foliares, al aplicarlos en diferentes dosis en el rendimiento y calidad del tomate de cáscara ***P. ixocarpa Brot.*** La variedad utilizada fue la Rendidora la cual tiene diferentes hábitos de crecimiento. Se utilizó un diseño de tratamiento factorial completo montado bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron aquellas relacionadas con la altura de las plantas y rendimiento. Los productos foliares a sus diferentes dosis no presentaron efectos significativos sobre rendimiento. El producto que generó el mayor volumen de frutos en el segundo corte fue el trichel-20 a una dosis de 6 litros por hectárea.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Caracterizar agromorfológicamente 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.* provenientes de diferentes regiones de Guatemala en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), La Alameda, Chimaltenango, Guatemala.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- 4.2.1 Determinar la variabilidad morfológica y fenológica de 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.*
- 4.2.2 Determinar el grado de similitud morfológica de 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.*
- 4.2.3 Evaluar el comportamiento agronómico de los 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.*
- 4.2.4 Determinar taxonómicamente 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.*

## 5. HIPÓTESIS

Existe variabilidad agronómica en cuanto al rendimiento de fruto en las 36 accesiones de miltomate *Physalis sp.*

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Todas las accesiones en estudio provienen de las expediciones de recolección efectuadas durante los años 1996-1997, realizadas por el proyecto de investigación “Desarrollo de Practicas Agronómicas para el cultivo de Hortalizas Nativas” bajo la supervisión y apoyo del Instituto de Investigaciones Agronómicas - IIA- de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigaciones (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El número de colecta, la localidad, municipio y departamento que identifican a cada una de las 36 accesiones de miltomate evaluadas se presenta en el Cuadro 1 (6).

**Cuadro 1. Listado de las 36 accesiones del género *Physalis* caracterizadas agromorfológicamente, indicando el número de colecta, sitio de colecta de la accesión, coordenadas y zona de vida.**

Grupo	No. colecta	Sitio de Colecta de la Accesión			Altitud	Latitud	Longitud	Zona de Vida
		Localidad	Municipio	Departamento				
1	7	Ceda	Guatemala	Guatemala	1,500	14°85´	90°31´	Bh-s(t )
2	14	Ceda	Guatemala	Guatemala	1,500	14°35´	90°31´	Bh-s( t)
3	15	Pachaj	Comalapa	Chimaltenango	2,100	14°44´	90°59´	BH -MB
4	18	Xetacaj	Santiago Sacatepequez	Sacatepequez	2,040	14° 30´	90°40´	BH-MB
5	20	San Jose Poaquil	San Jose Poaquil	Chimaltenango	2,040	14°49´	90°54´	BH-MB
6	24	Palin	Palin	Escuintla	1,148	14°24´	90°41´	Bh-s(t)
7	25	Tecpan	Tecpan	Chimaltenango	2,300	14°45´	90°59´	BH-M B
8	27	San Adres Itzapa	San Adres Itzapa	Chimaltenango	2,000	14°37´	90°50´	BH-MB
9	30	Las Flores	Sunpango	Sacatepequez	1,960	14°38´	90°44´	BH-MB
10	32	Chimaltenango	Chimaltenango	Chimaltenango	1,800	14° 38´	90°48´	BH-MB
11	117	Santa Cruz	Patzicia	Chimaltenango	2,100	14°38´	90° 55´	BH-MB
12	259		Colotenango	Huhuetenango	2,000	15°24´	91°50´	BH-M B
13	164	Zacualpa	Zacualpa	Quiche	1,650	15°01´	90°58´	Bh-s( t)
14	169	Xixocol	Zacualpa	Quiche	1,650	15°01´	90°58´	Bh-s(t )
15	175		Joyabaj	Quiche	1,700	14°59´	90°48´	Bh-s(t)
16	177	Joyabaj	Joyabaj	Quiche	1,600	14°59´	90°48´	Bh-s(t)
17	180	camino a 3	Ilotenango	Quiche	1,873	15°08´	91°14´	B H-MB
18	181	Aldea Prima	San Pedro Jocopilas	Quiche	2,135	15°0 5´	91°08´	BH-MB
19	182	Rio Blanco	Sacapulas	Quiche	1,288	15°17´	91°08´	Bs -s
20	186	Nebaj	Nebaj	Quiche	2,000	15°24´	91°08´	Bh-M
21	188	Nebaj	Nebaj	Quiche	2,000	15°24´	91°08´	Bh-M
22	191	Aldea Horcon	Santa Catarina	Jutiapa	1,260	14°27´	89°44´	Bs-s
23	192	Suchitan	Santa Catarina	Jutiapa	1,410	14°25´	89°4 8´	Bs-s
24	212	Las Canoas	Agua Blanca	Jutiapa	2,804	14°27´	90°17´	BH-MB
25	215	Santiago	San Andres Zapotitan	Solola	1,650	14°38´	91°14´	BH-MB
26	230	Santiago	Santiago	Solola	1,650	14°38´	91°14´	BH-M B
27	254	Todos Santos	Tajumulco	San Marcos	2,800	15°30´	91° 36´	bmh-M
28	263	Islan	Ixhuatan	Huhuetenango	1,388	15°24´	91°57´	Bh -s(t)
29	265	Islan	Cuilco	Huhuetenango	1,388	15°24´	91°57´	Bh-s (t)
30	267	Cuilco	Cuilco	Huhuetenango	1,388	15°24´	91°57´	Bh- s(t)
31	310	Cuilco	Cuilco	Huhuetenango	1,388	15°24´	91°57´	Bh- s(t)
32	311	Santo Domingo	Xenacoj	Sacatepequez	2,120	14°43´	90°39´	BH-MB
33	315	San Juan Sacatepequez	San Juan Sacatepequez	Guatemala	2,120	14°43´	90°39´	BH-MB
34	316	San Juan Sacatepequez	San Juan Sacatepequez	Guatemala	2,120	14°43´	90°39´	BH-MB
35	317	Antigua	Antigua	Sacatepequez	1,500	14°33´	90°44´	B H-MB
36	323	Santo Domingo	Xenacoj	Sacatepequez	1,900	14°39´	90°44´	BH-MB

Nótese que en la Facultad de Agronomía no existe un descriptor para la recolección de las accesiones que las identifique sistemáticamente como por ejemplo para la primera accesión podría ser 7GUA-FAUSAC. Este inconveniente de no tener una codificación está estrechamente relacionado con que en Guatemala se carece de un banco de germoplasma nacional con condiciones controladas que permitan almacenar semillas a largo plazo; únicamente se tienen los anaqueles que permiten la conservación de semillas a corto plazo. Según afirma Martínez (16), el porcentaje de muestras utilizadas por los bancos de semillas por año es variable, y *no se lleva un registro preciso*, ya que son los propios investigadores de los programas los que manejan sus colecciones.

## 6.2 VARIABLES RESPUESTA

Se tomaron como variables de respuesta cada una de las características morfológicas cualitativas y cuantitativas que se indican en el descriptor para el género *Physalis spp.*, el cual fue elaborado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Anexo 1). Las variables fenológicas evaluadas fueron días a germinación, días a transplante, días a floración, días a cerrado de bolsa, días a maduración de frutos, días a cosecha, y duración del ciclo del cultivo. Para la evaluación de caracteres agronómicos se tomó como variable respuesta el rendimiento de fruto por planta de cada una de las accesiones evaluadas expresado en kilogramos/planta y frutos por planta.

## 6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue el látice simple de 6x6 con dos repeticiones en donde cada tratamiento fue una accesión de miltomate *Physalis spp.*, y se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = R_i + B_{ij} + T_k + E_{ijk}$$

**En donde:**

**Y<sub>ijk</sub>** = Valor de la variable respuesta asociado a la ijk-esima unidad experimental.

**R<sub>i</sub>** = Efecto de la i-esima repetición.

**B<sub>ij</sub>** = Efecto de la ij-esima fila dentro de la i-esima repetición.

**T<sub>k</sub>** = Efecto del k-esimo tratamiento.

**E<sub>ijk</sub>** = Error experimental.

La toma de datos se realizó con los individuos que conformaban la parcela neta, de cada uno de los tratamientos y repeticiones.

#### 6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

A continuación se presenta la forma como se manejó la investigación durante el desarrollo del cultivo en su fase de campo.

1. Se prepararon pilones y se trasplantaron a los 30 días después de germinar.
2. El área que se utilizó fue de 836 m<sup>2</sup>, que se dividió en 72 parcelas brutas de 4 m de ancho por 3.5 m de largo, para un total de 14 m<sup>2</sup>, y parcelas netas de 2 m de ancho y 2.5 m de largo.
3. El distanciamiento de siembra entre surcos utilizado fue de 1m y el distanciamiento entre plantas de 0.5 m con un total de 24 plantas por parcela bruta y la parcela neta con un total de 8 plantas.
4. Los requerimientos nutricionales del cultivo fueron cubiertos con materia orgánica de origen animal (gallinaza), 10-50-0; 0-0-60; 46-0-0 y 20-20-0.
5. Los problemas de plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron larvas de lepidópteros, y Fusarium, los que se controlaron con aplicaciones de plaguicidas químicos. El control de malezas se realizó en forma manual

#### 6.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se realizó en el Centro de Estadística y Computo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; el cual se dividió de la siguiente manera:

1. Análisis multivariable para las variables morfológicas (análisis de grupo o cluster analysis) el cual sirvió para comparar las variables cualitativas y establecer grupos de accesiones por su semejanza en sus caracteres presentados. De los resultados obtenidos se creó un dendrograma, utilizando la matriz de similitud y se evaluó bajo el criterio de vecino más cercano. El análisis y creación del dendrograma se realizó utilizando el programa SAS.
2. Análisis de componentes principales para caracteres cuantitativos, se realizó con el objetivo de determinar la relación entre los materiales y el valor discriminatorio de los caracteres, este análisis se realizó en el programa SAS.
3. Análisis de varianza para la variable agronómica rendimiento, medido en kg de fruta por planta, número de frutos por planta y peso unitario del fruto.

#### 6.6 DETERMINACIÓN BOTÁNICA

Una vez se finalizó la fase de campo, es decir cuando las plantas de miltomate *Physalis spp.* alcanzaron su madurez fisiológica, se realizó la determinación botánica de las 36 accesiones evaluadas utilizando la clave para especies del género *Physalis* tomada de la Flora de Guatemala (27). El objetivo de la determinación de la especie de los materiales evaluados fue para confirmar que todas las accesiones evaluadas pertenecen a la especie *P. philadelphica Lam.*

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 36 ACCESIONES DE MILTOMATE

En el Cuadro 2 se observan los resultados obtenidos del descriptor utilizado para la caracterización de las 36 accesiones de miltomate evaluadas.

**Cuadro 2. Resumen de la caracterización agromorfológica de 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. que incluye caracteres cualitativos y cuantitativos.**

1. Variables morfológicas cualitativas																																								
VARIABLE/ACCESIÓN	7	14	15	18	20	24	25	27	30	32	117	164	169	175	177	180	181	182	186	188	191	192	212	215	230	254	259	263	265	267	310	311	315	316	317	323				
Habito de crecimiento	1	1	3	1	3	1	3	3	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1		
tipo tallo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HOJA																																								
forma hoja	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5			
apice	3	3	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	
base	7	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	7	7	3	7	3	7	7	7	7	7	3	7	3	7	3	7	7	3	3	7	7	7	7	3	7		
FLORES																																								
flores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
lobulos caliz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
forma lobulos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
color de la corola	5	5	3	5	3	3	5	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
presencia de maculas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
presencia lobulos corola	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
pubescencia corola	3	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	3
lugar pubescencia flor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
color filamentos	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
color antera	2	3	2	1	2	2	3	1	2	2	3	1	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3	
FRUTO																																								
caliz	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
aspecto caliz	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
pubescencia caliz	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
color	2	1	2	3	2	5	1	1	2	2	3	2	5	2	4	1	2	2	3	2	1	5	3	1	2	1	5	2	1	5	2	1	5	3	2	5	1	4	4	
SEMILLAS																																								
forma de semilla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2. Variables morfológicas cuantitativas																																								
altura planta(cm)	72	90	52	76	55	63	52	43	66	62	78	48	38	77	60	63	39	72	75	59	32	58	65	51	66	61	49	65	54	40	53	51	55	62	58	66				
ancho planta(cm)	108	120	82	98	70	89	79	87	82	80	118	62	59	90	83	85	68	94	98	84	38	78	87	83	93	110	80	110	84	62	79	80	95	92	76	87				
HOJA																																								
largo (cm)	9	9	10	10	10	9	9.5	7	9	8	10	10	9.5	10	9	8	8.5	13	9	8	8	10	10	6.5	8	10	11	10	9.5	7	10	7	11	13	8	8				
ancho (cm)	6	6	7	7	5	7	5	4.5	6	5	7	7.5	4.5	6	5	6	5	7	6	5	5	7	7	4.5	6	8	5	8	6	5	5	6	6	7	6	4				
rel. ancho/largo(cm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.8	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.5	0.6	0.6	0.8	0.59	0.5	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.5	0.8	0.6	0.7	0.5	0.9	0.6	0.6	0.8	0.5				
largo peciolo(cm)	6	8	5	6	5	7	5	5	5	4	8	7	5	6	6	5	4	5	5	6	3	6	7	5	8	6	6	9	6	4.5	5	5	6	7	5	5				
FLORES																																								
largo pedicelo F.S.(cm)	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.8	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	0.5	0.6				
largo caliz(cm)	0.3	0.2	0.6	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.6	0.7	0.3	0.7	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.5	0.7	0.4	0.3	0.6	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	0.7	0.4	0.5	0.4				
largo lobulos del caliz(cm)	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3			
color de la corola	5	5	3	5	3	3	5	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	5	5	3	5	5	1	1	1	3	5	5		
ancho corola(cm)	1.3	1	1.6	1.2	1.6	1.5	1.7	1.5	1.5	2	1.5	1.2	2	1	2	1.8	1.7	1.8	1.8	0.8	1.9	1.5	1	1.7	1.6	0.9	2	1	1.6	1	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	0.8				
tamaño lobulos(cm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
largo lobulos corola(cm)	0.5	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	1	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.5	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	1	0.8	0.5	0.7	0.6	0.4	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.5	0.7			
largo filamentos(cm)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4			
largo anteras(cm)	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4			
FRUTO																																								
largo caliz(cm)	2.5	5	3.5	3.3	2	1	2.4	2.5	2.4	3.5	2.5	2.4	2	2.9	3	2.6	2.5	3.3	2.5	2.1	2	2	2	2.2	2.7	3	4.5	3	2.4	2.5	2.5	2.5	3	2.5	2	1.7				
largo pedicelo caliz(cm)	0.8	0.9	1	0.7	0.7	0.6	0.9	0.9	0.8	1	0.7	2	1	0.7	0.7	0.6	1	1	0.9	1.2	0.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
diametro(cm)	2.4	3.5	2.5	2.5	1.7	2.5	2.5	2.4	2	2.1	1.8	2.2	2.5	2.5	1.9	2.5	2	1.6	2.2	2	1.8	2	1.8	2	1.8	2	1.7	2.1	1.7	5.8	2.9	2.3	2.8	2.2	2.5	3	2	2.2	2.3	
longitud(cm)	1.8	2.7	2.3	2.3	1.7	2.5	2	2	2	1.9	1.2	2	2	2.3	1.8	2.2	1.7	1.6	1.9	2	1.8	2	1.9	1.5	2.1	1.5	4	1.5	2	2.5	1.8	2	2.5	1.8	1.8	1.8	1.8			
Rel. largo/diametro(cm)	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	0.8	0.8	1	0.9	0.7	0.9	0.8	0.9	1	0.9	0.9	1	0.8	1	1	1	1	1	1	0.9	1	0.9	0.7	0.5	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8		
P.N. 50 frutos(g)	124	277	294	277	118	277	178	199	178	263	97	227	185	357	124	208	185	156	152	200	96	146	178	146	98	93	1.3	119	277	416	146	294	499	208	199	277				
P.B. 50 frutos(g)	125	278	294	278	119	278	179	200	179	263	98	227	186	357	125	208	185	157	152	201	97	147	179	147	99	93	288	120	278	417	147	294	500	208	200	278				
No. frutos en 100g.	40	18	17	18	42	18	28	25	28	19	51	22	27	14	40	24	27	32	33	25	52	34	28	34	51	5														

### 7.1.1 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS QUE COMPARTEN EN COMÚN LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE

Como se aprecia en el Cuadro 2 y basado en el descriptor para el género *Physalis sp.*, propuesto por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, las 36 accesiones de miltomate evaluadas comparten en común algunos caracteres cualitativos principalmente en las flores (de 10 caracteres tienen en común 6 caracteres); también las 36 accesiones tienen en común el tipo de tallo, una característica en común del fruto de cuatro características evaluadas, y, finalmente todas las accesiones tienen en común la única característica cualitativa para las semillas propuesta por el descriptor.

Las 36 accesiones de miltomate evaluadas poseen tallos herbáceos, flores solitarias, con lóbulos del cáliz en forma triangular, maculada, corola lobulada, pubescencia en la garganta de los lóbulos, el cáliz en el fruto maduro presenta 10 costillas y la semilla es de forma redonda.

### 7.1.2 GRUPOS DE ACCESIONES DE MILTOMATE CON BASE EN CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

Por medio del análisis cluster y del dendrograma se identificaron diez caracteres que discriminan cada uno de los cuatro grupos de accesiones de miltomate formados. Para asignar una accesión de miltomate a uno o a otro grupo los caracteres discriminantes fueron poseer:

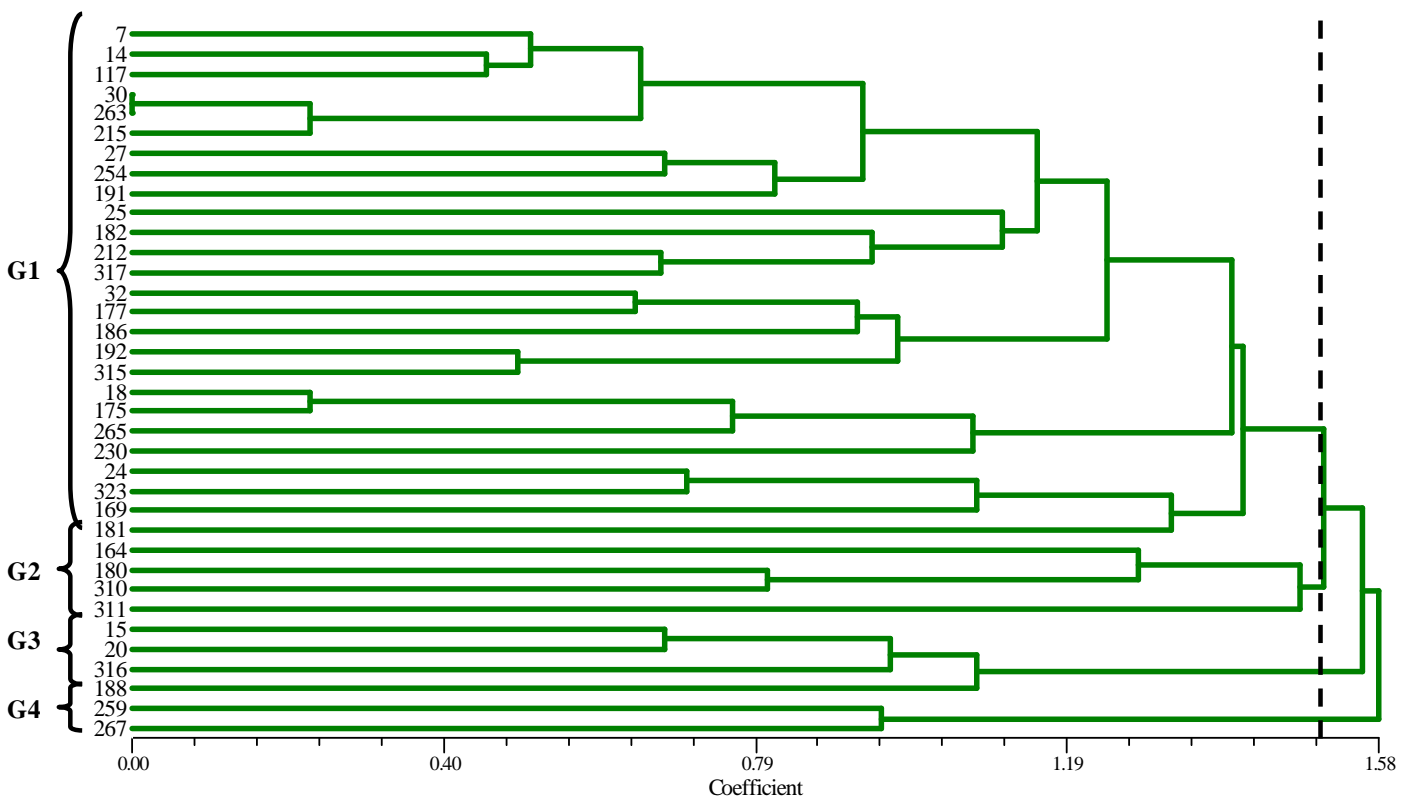
- **Hábito de crecimiento** erecto ó decumbente.
- **Forma de la hoja** ovalada ó ovalada-lanceolada.
- **Ápice de la hoja** acuminado ó largamente acuminado.
- **Base de la hoja** redonda ó oblicua.
- **Color de la corola** blanca, amarillo pálida ó amarillenta.
- **Pubescencia de la corola** pubescente ó densamente pubescente.
- **Color de los filamentos** violeta ó azul violeta.
- **Color de la antera** azul verdoso, amarillo verdoso ó azulado.
- **Aspecto del cáliz del fruto maduro** deprimido ó inflado o dilatado.
- **Color del fruto maduro** verde, verde amarillento, amarillo púrpura ó verde púrpura.

De las diez características que se mencionaron anteriormente como discriminantes vale la pena mencionar que para el agricultor y por ende para los fitomejoradores es de mayor interés tener plantas con

hábito de crecimiento erecto, puesto que de ésta manera se facilitan las labores culturales como control de malezas y cosecha de los frutos entre otras. También es importante para el agricultor cultivar plantas de miltomate que ofrezcan frutos de color verde púrpura y verde amarillento, puesto que frutos de miltomate de estos colores son los que tienen mayor aceptación en el mercado.

De las 36 accesiones de miltomate, evaluadas 11 cumplen con las condiciones anteriormente mencionadas siendo las accesiones 7, 30, 32, 175, 182, 230, 263 y 311 de tallo erecto y fruto verde amarillento; las accesiones de miltomate 24, 192 y 315 son de tallo erecto y fruto verde púrpura.

El dendrograma, resultado de las 36 accesiones de miltomate evaluadas se presenta en la Figura 1.



**Figura 1.** Dendrograma del análisis cluster para los caracteres morfológicos cualitativos de la caracterización de 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. provenientes del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Como se aprecia en la Figura 1 elaborada a un nivel del 95 % de similitud se formaron cuatro grupos principales de primer nivel de las 36 accesiones de miltomate.

### A. Grupo 1 de accesiones de miltomate

En el Cuadro 3 se presentan las accesiones de miltomate que forman el grupo 1 de caracteres cualitativos evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.

**Cuadro 3. Accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. que conforman el grupo 1 de los caracteres cualitativos, evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.**

No. Colecta	Localidad	Municipio	Departamento	Caracteres de similitud
7	Ceda	Guatemala	Guatemala	Corola pubescente y densamente pubescente; filamentos de color violeta y azul violeta
14	Ceda	Guatemala	Guatemala	
18	Xetacaj	Santiago Sac.	Sacatepequez	
24	Palin	Palin	Escuintla	
25	Tecpan	Tecpan	Chimaltenango	
27	San Andres I.	San Andres I.	Chimaltenango	
30	Las Flores	Sunpango	Sacatepequez	
32	Chimaltenango	Chimaltenango	Chimaltenango	
117	Santa Cruz	Patzicia	Chimaltenango	
169		Joyabaj	Quiche	
175	Joyabaj	Joyabaj	Quiche	
177	camino a 3	Ilotenango	Quiche	
181	Rio Blanco	Sacapulas	Quiche	
182	Nebaj	Nebaj	Quiche	
186	Nebaj	Nebaj	Quiche	
191	Suchitan	Santa Catarina	Jutiapa	
192	Las Canoas	Agua Blanca	Jutiapa	
212	Santiago	San Andres Z.	Solola	
215	Santiago	Santiago	Solola	
230	Todos Santos	Tajumulco	San Marcos	
254		Colotenango	Huhuetenango	
263	Islan	Ixhuatan	Huhuetenango	
265	Islan	Cuilco	Huhuetenango	
315	San Juan Sac.	San Juan Sac.	Guatemala	
317	Antigua	Antigua	Sacatepequez	
323	Santo Domingo	Xenacoj	Sacatepequez	

El grupo 1 está conformado por 26 accesiones y se caracterizan por tener la corola pubescente y densamente pubescente, además de presentar los filamentos de color violeta y azul violeta. Nótese que en éste grupo se encuentran (accesiones sombreadas en el Cuadro 3) las accesiones de miltomate que poseen tallo erecto y color del fruto verde amarillento o verde púrpura que son de interés para el agricultor como se mencionó anteriormente.

### B. Grupo 2 de accesiones de miltomate

En el Cuadro 4 se presentan las accesiones de miltomate que forman el grupo 2 de caracteres cualitativos evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.

**Cuadro 4. Accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. que conforman el grupo 2 de los caracteres cualitativos, evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.**

No. Colecta	Localidad	Municipio	Departamento	Caracteres de similitud
164	Xixocol	Zacualpa	Quiche	Corola pubescente y filamentos de color azul violeta
180	Aldea Prima	San Pedro J.	Quiche	
310	Cuilco	Cuilco	Huhuetenango	
311	Santo Domingo	Xenacoj	Sacatepequez	

El grupo 2 está conformado por las accesiones de miltomate 164, 180, 310 y 311, las cuales se caracterizan por poseer la corola pubescente y tener los filamentos de color azul violeta.

### C. Grupo 3 de accesiones de miltomate

En el Cuadro 5 se presentan las accesiones de miltomate que forman el grupo 3 de caracteres cualitativos evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.

**Cuadro 5. Accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. que conforman el grupo 3 de los caracteres cualitativos, evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.**

No. colecta	Localidad	Municipio	Departamento	Caracteres de similitud
15	Pachaj	Comalapa	Chimaltenango	Forma de la hoja ovalada, ápice acuminado, base de la hoja oblicua, color de la corola amarillo pálido, corola densamente pubescente
20	San Jose Poaqu	San Jose P.	Chimaltenango	
188	Aldea Horcon	Santa Catarina	Jutiapa	
316	San Juan Sacat	San Juan Sac.	Guatemala	

El grupo 3 lo conforman las accesiones de miltomate 15, 20, 188 y 316, las cuales tiene como caracteres similares la forma de la hoja ovalada, ápice acuminado, base de la hoja oblicua, color de la corola amarillo pálido y la corola densamente pubescente.

### D. Grupo 4 de accesiones de tomate

En el Cuadro 6 se presentan las accesiones de miltomate que forman el grupo 4 de caracteres cualitativos evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.

**Cuadro 6. Accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. que conforman el grupo 4 de los caracteres cualitativos, evaluados a un 95 % de similitud, según el dendrograma creado de los resultados del análisis cluster.**

No. colecta	Localidad	Municipio	Departamento	Caracteres de similitud
259	Zacualpa	Zacualpa	Quiché	Hábito de crecimiento decumbente, forma de la hoja ovalada-lanceolada, ápice de la hoja acuminado, base de la hoja redonda, corola de color amarillenta, filamentos de color violeta, cáliz del fruto maduro de aspecto deprimido y color del fruto verde púrpura
267	Cuilco	Cuilco	Huhuetenango	

En el grupo 4 se encuentran las accesiones 259 y 267 y se caracterizan por tener un hábito de crecimiento decumbente, forma de la hoja ovalada-lanceolada, ápice de la hoja acuminado, base de la hoja redonda, corola de color amarillenta, filamentos de color violeta, cáliz del fruto maduro de aspecto deprimido y el color del fruto maduro es verde púrpura.

### 7.1.3 SUBGRUPOS DE ACCESIONES DE MILTOMATE DEL GRUPO 1

Por el número de accesiones que integran el grupo 1 es necesario realizar un análisis a un nivel del 80% de similitud, dividiéndose el grupo 1 en cuatro subgrupos 1-A, 1-B, 1-C, y 1-D. Las accesiones que conforman cada subgrupo del grupo 1 se presentan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Subgrupos del grupo 1 formados a un 80 % de los caracteres cualitativos en el dendrograma formado del análisis cluster.**

Sub-Grupo	Colecta	Localidad	Municipio	Departamento	Caracteres de similitud
1-A	181	Rio Blanco	Sacapulas	Quiche	Corola densamente pubescente
1-B	24	Palin	Palin	Escuintla	Hoja ovalada, ápice acuminado
	169		Joyabaj	Quiche	base de la hoja oblicua, pubescencia en la corola
	323	Santo Domingo	Xenacoj	Sacatepequez	Filamentos de color violeta.
1-C	18	Xetacaj	Santiago Sac	Sacatepequez	Hojas ovaladas-lanceoladas, ápice largamente acuminado, pubescencia en la corola, filamentos de color violeta, cáliz del fruto maduro deprimido
	175	Joyabaj	Joyabaj	Quiche	
	230	Todos Santos	Tajumulco	San Marcos	
	265	Islan	Cuilco	Huhuetenango	
1-D	7	Ceda	Guatemala	Guatemala	Ápice de la hoja acuminado, pubescencia en la corola
	14	Ceda	Guatemala	Guatemala	
	25	Tecpan	Tecpan	Chimaltenango	
	27	San Adres I	San Adres I	Chimaltenango	
	30	Las Flores	Sunpango	Sacatepequez	
	32	Chimaltenango	Chimaltenango	Chimaltenango	
	117	Santa Cruz	Patzicia	Chimaltenango	
	177	camino a 3	Ilotenango	Quiche	
	182	Nebaj	Nebaj	Quiche	
	186	Nebaj	Nebaj	Quiche	
	191	Suchitan	Santa Catarina	Jutiapa	
	192	Las Canoas	Agua Blanca	Jutiapa	
	212	Santiago	San Andres Z	Solola	
	215	Santiago	Santiago	Solola	
	254		Colotenango	Huhuetenango	
	263	Islan	Ixhuatan	Huhuetenango	
315	San Juan Sac	San Juan Sac	Guatemala		
317	Antigua	Antigua	Sacatepequez		

El subgrupo 1-A está conformado por la accesión 181 y se separa de los demás por presentar la corola densamente pubescente. El subgrupo 1-B está integrado por las accesiones 24, 169 y 323 las cuales se caracterizan por presentar la forma de la hoja ovalada, el ápice de la hoja largamente acuminado, la base de la hoja oblicua, presentan pubescencia en la corola, y los filamentos de color violeta. El subgrupo 1-C se caracteriza por presentar hojas ovaladas-lanceoladas, ápice de la hoja largamente acuminado, pubescencia en la corola, filamentos de color violeta, y el aspecto del cáliz del fruto maduro es deprimido, este grupo lo conforman las accesiones 18, 175, 230 y 265. El subgrupo 1-D es el más grande de los cuatro subgrupos del grupo 1, está integrado por 18 accesiones las cuales se caracterizan por presentar ápice de la hoja acuminado y pubescencia en la corola.

## 7.2 CARACTERES CUANTITATIVOS

En la Figura 2 se presentan los resultados gráficos obtenidos del análisis de componentes principales.

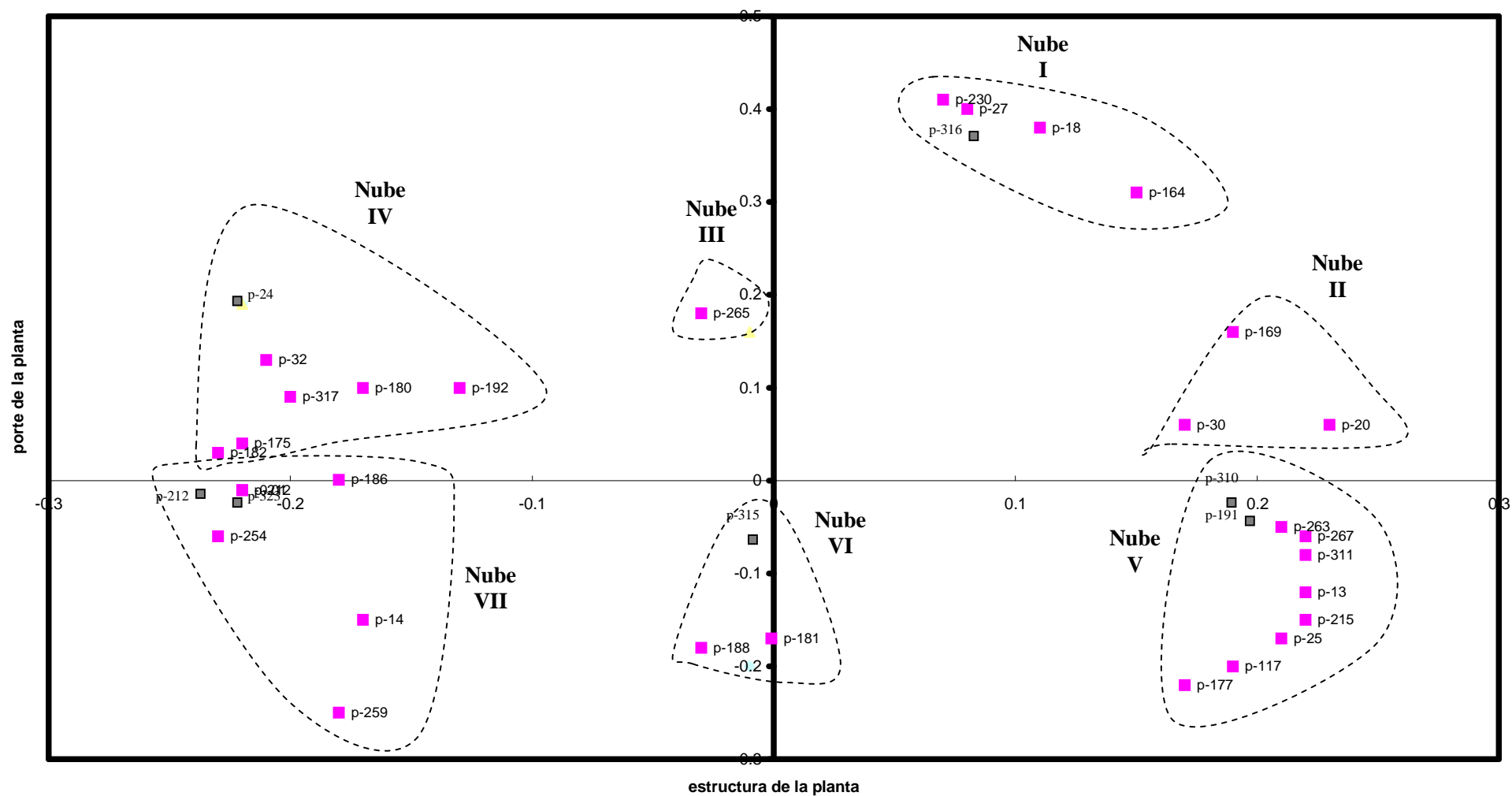


Figura 2. Análisis de Componentes Principales. Caracterización de 36 accesiones de *Physalis philadelphica* Lam. Caracteres morfológicos cuantitativos.

De acuerdo al resultado que se obtuvo los caracteres que presentan mayor variabilidad entre las accesiones evaluadas son la altura de la planta, ancho de la planta, largo de la hoja y ancho de la hoja, estos caracteres representan el 89% de variabilidad entre las accesiones de miltomate. Basados en la asociación de los caracteres que representan la variabilidad se nombran como porte de planta a la relación entre altura y ancho de la planta y como estructura al ancho de la planta, ancho de la hoja y largo de la hoja.

De acuerdo a la posición que ocupan las nubes conformadas en el plano cartesiano de la grafica se interpreta que la nube 1 conformada por 5 accesiones presenta la estructura y porte de la planta mas desarrollado, teniendo una altura de planta promedio de 0.59 m y un ancho promedio de 0.836 m, largo y ancho de hojas de 0.095 y 0.064 m respectivamente y el tamaño del fruto es normal, tomando el número de frutos por 100 g el cual para las accesiones que pertenecen a la nube 1 es de 28 frutos.

La nube 2 la cual se encuentra conformada por 3 accesiones, presenta un porte medio desarrollado en comparación a la nube 1; las accesiones que la integran tienen una altura de planta de 0.53 m, ancho de planta de 0.703 m, ancho de hoja 0.052 m y frutos con tamaño y peso menor (32 frutos/100g) que las accesiones de la nube 1.

La nube 3 está integrada por una sola accesión la cual presenta un porte de planta similar a las accesiones que integran la nube 2, pero una estructura menor en relación a las accesiones de las nubes 1 y 2. Esta accesión tiene como procedencia el municipio de Cuilco, Huehuetenango y presenta una altura de planta similar a las accesiones de la nube 2 (0.54 m), ancho de planta mayor a accesiones de la nube 2 y muy similar a accesiones de la nube 1, un largo de hoja similar a las dos nubes mencionadas (0.095 m), un ancho de hoja de 0.060 m y frutos de mayor tamaño y peso de todas las accesiones caracterizadas (18 frutos/100 g).

La nube 4 se encuentra integrada por 7 accesiones, y presenta un porte similar a las accesiones de miltomate de las nubes anteriormente mencionadas, pero la estructura de las planta si se distancia de la del resto de las accesiones que conforman las nubes que preceden ésta nube.

La nube 5 está conformada por 10 accesiones y se encuentran ubicadas entre el grupo de accesiones con un porte y estructura media, teniendo una altura de planta menor (0.534 m), un ancho de hoja de 0.058 m, a esto se agrega que el fruto es de menor tamaño y peso, en comparación a los valores obtenidos de las otras nubes de accesiones caracterizadas.

Y por último en las nubes 6 y 7 se encuentran las accesiones con un porte y estructura de planta bajo. La nube 6 está conformada por 3 accesiones y presenta la altura de planta menor de todas las accesiones caracterizadas, y la nube 7 está integrada por 7 accesiones y presenta individuos con estructura de planta bien bajos, pero manteniéndose en un nivel aceptable en lo que a porte de la planta corresponde.

Es importante hacer la aclaración de que ninguno de los grupos formados por el análisis cluster corresponde a alguna nube formada por el análisis de componentes principales de las variables cuantitativas, sin embargo las accesiones del grupo 1 se encuentran distribuidas en todas las nubes formadas por el análisis de componentes principales.

### 7.3 CARACTERES FENOLÓGICOS DE LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE

Los caracteres fenológicos que se analizaron para la caracterización de las 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. se presentan en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Variables fenológicas de la caracterización de las 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam.**

ACCESIONES DE MILTOMATE ( <i>Physalis philadelphica</i> Lam.)	
Variable Fenológica	7 14 15 18 20 24 25 27 30 32 117 164 169 175 177 180 181 182 186 188 191 192 212 215 230 254 259 263 265 267 310 311 315 316 317 323
Germinación (días)	8 10 9 10 8 10 10 8 8 9 10 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 8 8 8 9 10 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10
Trasplante(días)	25 23 22 25 25 23 23 25 25 22 25 25 25 25 25 25 25 25 25 23 23 25 25 25 22 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 23 23
Floración(días)	29 27 25 29 29 27 27 29 29 25 29 29 29 29 29 29 29 29 29 27 27 29 29 29 25 29 29 29 29 29 29 29 29 29 29 29 29 29 27 27
Cerrado de cáliz (días)	14 16 15 16 14 16 16 14 14 15 16 14 14 14 14 14 14 14 14 16 16 14 14 14 15 16 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 16 16
Maduración fruto (días)	22 20 20 22 22 20 20 22 22 20 22 22 22 22 22 22 22 22 22 20 20 22 22 22 20 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 20 20
Cosecha 1er. corte(días)	26 23 24 23 26 23 23 26 26 24 23 26 26 26 26 26 26 26 26 23 23 26 26 26 24 23 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 23 23
Cosecha 2do. corte(días)	23 23
Ciclo cultivo (días)	147 142 138 148 147 142 142 147 147 138 148 147 147 147 147 147 147 147 147 142 142 147 147 147 138 148 147 147 147 147 147 147 147 147 147 147 147 147 142 142

De las nueve variables fenológicas consideradas solamente se analizaron cuatro, tomando en cuenta que el momento del trasplante, maduración y cosecha son influenciadas por el criterio del investigador, para lo cual se puede mencionar que para el trasplante se tomó como norma que el pilón debía cumplir con los requisitos de tener una altura de 10 centímetros y tener de 4 a 5 hojas verdaderas, y para la cosecha se tomó el criterio por número de días del trasplante a cosecha, además de considerar el color del fruto, llenado o rompimiento del cáliz, condiciones que no se aplicaron de igual manera para todas las accesiones evaluadas por no llegar a cumplir con ellas como la variabilidad de color de la cáscara del fruto maduro, el diámetro del fruto, y el llenado o rompimiento de la bolsa, por lo anterior se considera importante tomar las siguientes

variables fenológicas que se pueden observar de igual forma en todas las accesiones de miltomate caracterizadas:

1. Germinación.
2. Floración.
3. Formación de fruta.
4. Cerrado del cáliz.

En el desarrollo de estas 4 etapas se determinó que las accesiones de miltomate en evaluación bajo las condiciones ambientales y climáticas del área de la estación experimental de Chimaltenango presentan rangos de 8 a 10 días para la germinación, de 25 a 29 días a la floración, de 20 a 22 días a la formación de fruta, y de 14 a 16 días para el cerrado del cáliz. Estos intervalos entre cada una de las etapas del cultivo inciden en un rango de 138 a 147 días de ciclo total de cultivo desde la germinación hasta completar el segundo corte de fruto que se realizó.

El ciclo del cultivo marco diferencias entre las accesiones de miltomate, agrupándolas en 3 grupos. Se propuso junto con los asesores de la investigación catalogar como accesiones precoces las que presentaron un ciclo de cultivo de 138 días, semiprecoces con 142 días, y tardías 147 días de ciclo de cultivo.

En el Cuadro 9, se clasifica las 36 accesiones de miltomate caracterizadas según el ciclo de cultivo desde la siembra hasta finalizar el segundo corte de frutos.

**Cuadro 9. Accesiones de miltomate agrupadas por la duración del ciclo de cultivo.**

<b>Categoría</b>	<b>Accesiones de miltomate</b>
<b>Precoces</b>	15, 32, 230
<b>Semiprecoces</b>	14, 24, 25, 188, 191, 317, 323
<b>Tardías</b>	7, 18, 20, 26, 27, 30, 117, 164, 169, 175, 177, 180, 181, 186, 192, 212, 254, 259, 263, 265, 310, 311, 315, 316

#### **7.4 CARACTERES AGRONÓMICOS (RENDIMIENTO)**

En el Cuadro 10 se presenta el rendimiento de fruto para cada una de las 36 accesiones de miltomate evaluadas.

**Cuadro 10. Rendimiento obtenido de las accesiones y sus repeticiones expresados en kilogramos por planta, frutos por planta y peso unitario del fruto de miltomate.**

No.orden	Accesión	Rendimiento					
		kg/planta		frutos/planta		gr/fruto	
		Rep # 1	Rep # 2	Rep # 1	Rep # 2	Rep # 1	Rep # 2
1	7	0.38	0.41	152	164	3	3
2	14	0.76	0.73	137	131	6	6
3	15	0.63	0.43	107	73	6	6
4	18	1.03	0.43	185	77	6	6
5	20	0.24	0.52	101	218	2	2
6	24	0.49	0.63	88	113	6	6
7	25	0.72	0.94	202	263	4	4
8	27	0.66	0.92	165	230	4	4
9	30	0.38	0.40	106	112	4	4
10	32	0.49	0.25	93	48	5	5
11	117	0.86	0.54	439	275	2	2
12	164	0.80	0.94	176	207	5	5
13	169	0.29	0.21	78	57	4	4
14	175	0.49	0.45	69	63	7	7
15	177	0.54	0.42	216	168	3	3
16	180	0.65	0.59	156	142	4	4
17	181	0.71	0.55	192	149	4	4
18	182	0.29	0.51	93	163	3	3
19	186	0.68	0.70	224	231	3	3
20	188	0.61	0.43	153	108	4	4
21	191	0.28	0.32	146	166	2	2
22	192	0.43	0.41	146	139	3	3
23	212	0.45	0.45	126	126	4	4
24	215	0.41	0.23	139	78	3	3
25	230	0.30	0.30	153	153	2	2
26	254	0.56	0.42	302	227	2	2
27	259	0.30	0.26	12	10	25	25
28	263	0.62	0.60	260	252	2	2
29	265	0.37	0.35	67	63	6	6
30	267	0.26	0.52	31	62	8	0
31	310	0.50	0.66	170	224	3	3
32	311	0.19	0.31	32	53	6	6
33	315	0.66	0.38	66	38	10	10
34	316	0.50	0.24	120	58	4	4
35	317	0.48	0.22	120	55	4	4
36	323	0.48	0.26	86	47	6	6

Con los datos del cuadro anterior se realizó el análisis de varianza para cada una de las tres variables agronómicas indicadas para una distribución en látice con dos repeticiones. En el Cuadro 11 se presenta el resumen del análisis de varianza para cada una de las tres variables agronómicas evaluadas.

**Cuadro 11. Resumen del Análisis de Varianza para cada una de las tres variables agronómicas del rendimiento de fruto de miltomate *Physalis philadelphica* Lam.**

Fuente de Variación	G.L.	Variables agronómicas del rendimiento									F tab (0.05)	C.V %
		Rendimiento kg/planta			Rendimiento frutos/planta			Rendimiento gr/fruto				
		S.C.	C.M.	Fcalculada	S.C.	C.M.	Fcalculada	S.C.	C.M.	Fcalculada		
Tratamientos no ajustados	35	2.04						13.65				
Repeticiones	1	0.03			1235.22			13.65				
Bloques ajustados	10	0.19	0.02	1	23313.9	2331.39	1.62	139.65	3.99	1.23	1.89	27.3
Tratamientos ajustados	35	2			20650.19			125.16				
Error intrabloque	25	0.45	0.02		35978.25	1439.13		81.25	3.25			
Total	71	2.72			57863.66			220.06				

Como se aprecia en el Cuadro 11, para cada una de las tres modalidades de expresar el rendimiento de frutos de miltomate en cada una de las 36 accesiones caracterizadas no se presentaron diferencias significativas al 5 % de significancia, por lo tanto el rendimiento expresado en kg/planta, frutos por planta y gr/fruto (peso unitario del fruto) es estadísticamente igual en todas las accesiones de miltomate caracterizadas en la presente investigación.

El promedio general de las 36 accesiones de miltomate en cuanto a el rendimiento de frutos en kilogramos por planta es de 0.49, con 137 frutos por planta y un peso promedio de cada fruto de cinco gramos.

## 7.5 DETERMINACIÓN BOTÁNICA DE LAS 36 ACCESIONES DE MILTOMATE

En el herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se analizaron cada una de las 36 accesiones de miltomate caracterizadas. De acuerdo con la clave botánica de la Flora de Guatemala, las 36 accesiones de miltomate pertenecen a *Physalis philadelphica* Lam.; sin embargo, cabe mencionar que hay caracteres tales como longitud de filamento, corola, anteras y longitud y ancho de cáliz que son muy variables en la especie, por lo que al momento de la determinación se puede tener cierta duda de su identidad botánica.

## 8. CONCLUSIONES

1. Los caracteres morfológicos cualitativos que determinaron la variación de las 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. son el hábito de crecimiento, la forma de la hoja, ápice de la hoja, base de la hoja, color de la corola, pubescencia de la corola, color de los filamentos, color de la antera, aspecto del cáliz del fruto maduro y color del fruto maduro.
2. Las 36 accesiones de miltomate presentaron una variación mínima en cada una de las etapas fenológicas de tal forma que la germinación sucedió entre 8 y 10 días después de la siembra, la floración entre 25 y 29 días después de la siembra, la formación de fruto entre 20 a 22 días después de la floración y el cerrado del cáliz de 14 a 16 días después; con estos períodos de tiempo entre cada etapa fenológica se tiene que el ciclo de cultivo de las 36 accesiones de miltomate evaluadas fue de 138 a 147 días.
3. Las 36 accesiones de miltomate comparten en común los caracteres cualitativos de poseer tallos herbáceos, flores solitarias, con lóbulos del cáliz en forma triangular, maculada, corola lobulada, pubescencia en la garganta de los lóbulos, el cáliz en los frutos maduros presenta 10 costillas y la semilla es redonda.
4. Los caracteres agronómicos del rendimiento fueron estadísticamente iguales, presentando en promedio las 36 accesiones de miltomate: 137 frutos por planta con un peso de 5 gramos por fruto.
5. Con base en la determinación botánica realizada a las 36 accesiones de miltomate se determinó que éstas pertenecen a la especie *Physalis philadelphica* Lam.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de la variación existente interaccesiones ya que ésta puede ser la causa de que no se establecieron diferencias en las etapas fenológicas y las variables de rendimiento de frutos.
2. Establecer criterios de homogenización de porte y estructura de planta para definir programas de selección dentro de los ejemplares de cada accesión de miltomate con el objetivo de diferenciar y generar poblaciones homogéneas que puedan considerarse interesantes para trabajos de mejoramiento genético.
3. Se sugiere que las accesiones de miltomate 7, 24, 30, 32, 175, 182, 230, 263, 311 y 315 sean consideradas en evaluaciones futuras de mejoramiento genético y/o manejo agronómico puesto que éstas accesiones presentan dos características de gran interés para el agricultor guatemalteco como lo son el hábito de crecimiento erecto que facilita las labores culturales y que poseen frutos de color verde amarillento y verde púrpura los cuales son los que tienen mayor aceptación en el mercado.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias Marroquín, ME. 1991. Evaluación de 4 cultivares de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. en la comunidad Monte de los Olivos, Chimaltenango, Chimaltenango. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
2. Azurdia Pérez, CA. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos filogenéticos de Guatemala. Tikalia 2(2):5-16.
3. \_\_\_\_\_; Gonzáles Salan, M. 1985a. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 256 p.
4. \_\_\_\_\_. 1985b. Los recursos genéticos de algunos cultivos nativos de Guatemala. Tikalia 4(1-2):27-46.
5. \_\_\_\_\_.1988. Informe final del proyecto recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 25 p.
6. Ayala Vargas, HD. et al. 1997. Colecta y conservación de algunas hortalizas nativas de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
7. Bukasov, SM. 1963. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Lima, PE, IICA, OEA. 261 p. (Púb. Misc. no. 20).
8. Chiquin Marroquín, JM. 1993. Evaluación de 16 distancias de siembra en el cultivo de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. bajo condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 56 p.
9. Crisci, JV. et al. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington. US, OEA. 132 p.
10. Cruz, JR De la 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. Estrada Tejo, V. et al. 1994. Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Chapingo 2:135-139.
12. Gonzáles Figueroa. EM. 1992. Determinación del periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de miltomate *Physalis philadelphica* Lam. en la aldea Santa Maria Cauque, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 29 p.
13. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 2, 1083 p.
14. López, M. et al. 1994. Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Chapingo 2:131-134.
15. López Lozada, L. 1999. Introducción al análisis multivariado usando el paquete “Stadistica”: un

enfoque metodológico con aplicación e interpretación. Veracruz, MX, Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística. 110 p.

16. Martínez Arévalo, JV. 1995. Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Guatemala, FAO. 58 p.
17. Montes Hernández, et al. 1980. Etnobotánica de tomate *Physalis philadelphica* Lam.; programa de recursos genéticos, INIFAP. Guanajuato, MX, Campo Experimental Bajío. p. 71-86.
18. Núñez Farfán, J. 2001. La genética aplicada al estudio del proceso de domesticación en *Anoda cristata* L. México, Universidad Autónoma de México, Departamento de Ecología Evolutiva, México. 22 p.
19. Pinto Martínez, GL. 1988. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 18 cultivares de miltomate *Physalis sp.* nativas, bajo las condiciones de la ciudad capital de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 88 p.
20. Plucknett, D; Smith, N. 1992. Los bancos genéticos y la alimentación mundial. San José, CR, IICA, CATIE. p. 15-16.
21. Santiaguillo, H. et al. 1994. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara *Physalis spp.* Chapingo 2:125-129.
22. Saray Meza. CR. 1978. Tomate de cáscara, algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. México, Universidad de Chapingo, Campo Experimental Zacatepec. 26 p.
23. Sígala, MT. et al. 1994. Determinación de azúcares simples y acidez en colectas de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Chapingo. 2:141-143.
24. Simmons, CH; Tarano, JJ; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
25. Sota, E. De la. 1982. La taxonomía y la revolución de las ciencias biológicas. Washington, DC, US, The Pan American Union. p. 15-25.
26. Souza, BF. 1996. Conservación de germoplasma vegetal. Uruguay, IICA-PROCISUR. 112 p.
27. Standley, PC. et al. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, US, Natural History Museum Fieldiana Botany. v. 24, pte. 2, p. 1-13.
28. Velásquez Cabrera, MV. et al. 1994. Fertilización foliar en tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Chapingo 2:149-152.

**11. ANEXOS**

## ANEXO 1

DESCRIPCIÓN PARA EL GÉNERO *Physalis*: (Propuesto por la Facultad de Agronomía)**DATOS DEL LUGAR:**

1. País de la caracterización y evaluación preliminar.
2. Localidad.
3. Nombre de la persona a cargo de la caracterización.
4. Fecha de siembra.
5. Fecha de cosecha.

**DATOS DE LA PLANTA:****1. Vegetativos****1.1 Hábito de crecimiento**

1. Erectos
3. Decumbentes
5. Postrado

**1.2 Tipo de tallo**

0. Herbáceo
1. Semileñoso

**1.3 Altura de la planta****1.4 Ancho de la planta****1.5 Forma de la hoja**

1. Elíptica
3. Lanceolada
4. Ovalada-lanceolada
5. Ovalada

**1.6 Largo de la hoja****1.7 Ancho de la hoja****1.8 Relación ancho/largo de la hoja****1.9 Ápice de la hoja**

1. Agudo
3. Acuminado
5. Largamente acuminado

**1.10 Base de la hoja**

1. Cortamente atenuado
3. Redonda
5. Truncada
7. Oblicua

**1.11 Largo del pecíolo de la hoja****2. Inflorescencia****2.1 Flores**

1. Solitarias
2. Agrupadas

**2.2 Largo del pedicelo cuando la flor es solitaria****2.3 Largo del cáliz**

**2.4 Lóbulos en el cáliz**

0 Ausencia      1 Presencia

**2.5 Forma de los lóbulos**

1 Triangulares      3. Lanceolados      5. Ovais

**2.6 Largo de los lóbulos del cáliz****2.7 Color de la corola**

1. Blanca      3. Amarillo pálido      4. amarillo verdoso      5. Amarillenta

**2.8 Presencia de maculas**

1. Inmaculada      2. Con pocas maculas      3. Maculada

**2.9 Ancho de la corola****2.10 Presencia de lóbulos en la corola**

1. Entera      3. Lobulada

**2.11 Tamaño de los lóbulos**

1. 5 lóbulos mas grandes o a la mitad del largo de la corola  
3. 5 lóbulos menos de la mitad del largo de la corola

**2.12 Largo de los lóbulos de la corola****2.13 Pubescencia de la corola**

1. Glabra      3. Pubescente      5. Densamente pubescente

**2.14 Pubescencia de la flor (lugar)**

1. Tubo      3. Base      5. Garganta de los lóbulos

**2.15 Largo de los filamentos****2.16 Color de los filamentos**

1 Violeta      2 Azul-violeta      3 Azul      5. Violáceo

**2.17 Color de las anteras**

1. Azul verdoso      2. Amarillo verdoso      3. Azulado      4. Violáceo

**2.18 Largo de las anteras****3. Frutos****3.1 Cáliz del fruto maduro**

1. Con 5 costillas      3. Con 10 costillas

**3.2 Largo del cáliz del fruto maduro****3.3 Largo del pedicelo del cáliz del fruto maduro****3.4 Aspecto del cáliz del fruto maduro**

0. Deprimido      1. Inflado o dilatado

**3.5 Pubescencia del cáliz**

1 Glabro    3 Pubescente    5 Densamente pubescente

**3.6 Diámetro de la fruta**

**3.7 Longitud del fruto**

**3.8 Relación largo/diámetro del fruto**

**3.9 Color del fruto maduro**

1. Verde    2. Verde amarillento    3. Amarillento    4. Amarillo púrpura  
5. Verde púrpura    7. Púrpura

**3.10 Peso neto de los frutos**

**3.11 Peso bruto de los frutos**

**3.12 Número de frutos en 100 gr, de fruto**

**4. Semilla**

**4.1 Número de semillas por fruto**

**4.2 Número de semillas por gramo**

**4.3 Peso de 100 semillas**

**4.4 Forma de la semilla**

## ANEXO 2

### CLAVE BOTÁNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DEL GENERO *Physalis*:

Tomada de la Flora de Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala (27)

1. Cinco limbos de la corola limbo lobulado a la mitad de la base o mas; flores de 2 a 6 centímetros en las axilas de las hojas
  - 1.1 Plantas arbustivas, hojas con pocas bifurcaciones y ramificaciones, bellos debajo de las hojas. Tierras bajas del caribe, debajo de 500 msnm.

#### *P. porphyrophysa*

- 1.2 Plantas herbáceas algunas veces sufrutescences, hojas con bellos simples. Montañas forestales 1,300 a 2500msnm.
  - 1.2.1 Lóbulos del cáliz prominentes, los lóbulos de 2.5 a 10 mm longitud.

#### *P. amphitricha*

- 1.2.2 Cáliz casi truncado, superficial, ancho y lobulado, los lóbulos de 1 mm de largo o menos

#### *P. calidaria*

2. Limbo de la corola casi completa con cinco ángulos; los lóbulos del limbo mas pequeños que la mitad del cáliz (arriba hasta la base ), flores solitarias.
  - 2.1 Corola tubular campanulada, las flores de 18 a 19 mm de largo, filamentos de 8 a 9 mm. de largo

#### *P. campanuda*

- 2.2 Corola subrutada a campanulada, las flores de 2 a 15 mm. de largo, filamentos de 0.5 a 5 mm de largo
  - 2.2.1 Cáliz fuerte del fruto, 5 ángulos o 5 costillas

#### 2.2.1.1 Cálices del fruto glabros

- 2.2.1.1.1 Cáliz del fruto de 1-2 cms de longitud, 0.6 a 1.5 cms de ancho, lóbulos de 1 a 2 mm de largo, limbos de la corola estrechos 2 a 3 mm de ancho
  - 2.2.1.1.1.1 Hojas suculentas, las hojas mas largas 1.5 a 2.5 cms de largo, pecíolos de 5 a 10 mm largo, cáliz del fruto de 1 a 1.3 cms de largo y 0.6 a 0.8 cms de ancho

#### *P. carnososa*

- 2.2.1.1.1.2 Hojas no suculentas, las hojas mas grandes de 3-6 cms de largo, pecíolos 10-35 mm. de largo, cáliz del fruto 1.5-2 cms de largo y 1.2-1.5 cms de ancho

#### *P. minuta*

- 2.2.1.1.2 Cáliz del fruto 2.5-5.5 cms de largo, 2-3 cms de ancho, los lóbulos 4-13.5 mm de largo, corola limbo ancho de 10-20 mm de ancho

- 2.2.1.1.2.1 Corola maculada (con manchas) cáliz del fruto usualmente terminado en apical, 2.5-4 cms de largo, los lóbulos de 4-6 mm largo, 1,000 msnm o menos

***P. cordata***

- 2.2.1.1.2.2 Mancha de la corola poco llamativa, sus bordes regularmente difusos, caliz del fruto usualmente abruptos y con pico, 3.5 a 5.5 cms de largo, lóbulos de 10-13.5 mm de ancho 1,500-2,500 msnm raramente mas bajo.

***P. porrecta***

- 2.2.1.2 Cáliz del fruto pubescente algunas veces los pétalos son cortos y poco llamativos

- 2.2.1.2.1 Cáliz del fruto densamente pubescente, algo grisáceos, los pelos cortos y dentro del cáliz de fruto capitado glandular

***P. pubecens***

- 2.2.1.2.1.1 Lóbulos del cáliz del fruto estrechos subulados y grandemente acuminados 10-15 mm de largo.

- 2.2.1.2.1.2 Limbo de la corola de 10-15 mm de ancho, pedicelo de las flores de 10-75 mm de largo

***P. máxima***

- 2.2.1.2.1.3 Pedúnculo, pecíolo y pedicelo con pelos cortos, pelos menores de 1 mm de largo, limbos de la corola de 6-8 mm de ancho, pedicelos de las flores de 2-4 mm largo.

***P. nicandroides***

- 2.2.1.2.1.2 Lóbulos del cáliz del fruto ancho, ovalados o lanceolados, o triangulares 2-6.5 mm de largo

- 2.2.1.2.1.2.1 Corola inmaculada (sin manchas o pequeñas manchas)

***P. hylophila***

- 2.2.1.2.1.2.2 Corola maculada con algunas manchas , las manchas contrastan bruscamente con el limbo de la corola

- 2.2.1.2.1.2.2.1 Cáliz del fruto estrecho, lo mismo de ancho es de largo, bosque de montaña

***P. angustiphysa***

- 2.2.1.2.1.2.2.2 Cáliz del fruto ancho 1.5 veces mas largo que ancho 1,000 msnm o menos.

- 2.2.1.2.1.2.2.2.1 Hojas delgadas se ponen algo traslucidas cuando están secas, limbo de la corola 6-8 mm de ancho, el cuello es glabro o similar, el cáliz del fruto 1.5-2.5 cms de ancho, los lóbulos ovalados o deltoides, ápice agudo 3-3.5 mm largo

***P. hirsuta***

- 2.2.1.2.1.2.2.2.2 Hojas espesas y opacas, limbo de la corola 8-15 mm. ancho, el cuello de es densamente pubescente, cáliz del fruto 2-4 cms de largo, 1.2-3 cms de ancho, los lóbulos triangulares a estrechamente lanceolados, el ápice de agudo a acuminado, 4.5-6.5 mm de largo

***P. pubescens***

2.2.2 Cáliz del fruto 10 costillas o 10 ángulos.

2.2.2.1 Corola de 2-7 mm de largo, limbo estrecho 1.5-5.5 mm de ancho, anteras pequeñas 0.4-1.5 mm largo, cáliz del fruto 1.5-2 cms largo, 0.5-1.5 cms de ancho

2.2.2.1.1 Corola de 2-3 mm largo, limbo 1.5 a 2 mm de ancho, anteras 0.4-0.6 mm de largo, cáliz del fruto 0.5-1 cms largo, 0.5-0.6 cms de ancho.

***P. microcarpa***

2.2.2.1.2 Corola de 5-7 mm de largo, limbo de 4.5-5.5 mm ancho, anteras 1.2-1.5 mm largo, cáliz del fruto 1-2 cms largo

***P. lagascae***

2.2.2.1.2 Corola de 8-15 mm de largo, limbo ancho de 7-24 mm , anteras largas de 2-4 mm, caliz del fruto 2-3.5 cms longitud. 1.5 a 2.5 cms de ancho.

2.2.2.1.2.1 Pedúnculo y cáliz del fruto liso o densamente pubescente.

***P. lassa***

2.2.2.1.2.2 Pedúnculo y cáliz del fruto glabro o es parcialmente pubescente

2.2.2.1.2.2.1 Corola inmaculada o con algunas manchas coloreadas y sin mucho contraste, pedicelo del fruto de 20-40 mm largo.

***P. angulata***

2.2.1.2.1.2.3 Corola fuertemente maculada, las manchas frecuentemente concluyen basalmente, pedicelos del fruto 3.5-20mm de largo

2.2.1.2.1.2.3.1 Pedicelos del fruto 3.5-8 mm. largo , anteras azules o amarillentas con márgenes azules 2.5-3 mm largo, algunas veces contorneados, después de la dehiscencia, filamentos de 2 mm de largo.

***P. philadelphica***

2.2.1.2.1.2.3.2 Pedicelos del fruto 10-20 m largo, anteras amarillentas, algunas veces contorneadas, filamentos de 2-5 mm largo

***P. gracilis***