

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

**CARACTERIZACIÓN "*in situ*" DE 45 CULTIVARES DE
DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.)
EN LOS MUNICIPIOS DE CUNÉN Y USPANTÁN
DEL DEPARTAMENTO DE EI QUICHÉ**

MANUEL LIZARDO BOLAÑOS SANTOS

Guatemala, octubre del 2002.

CONTENIDO Y RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala se sitúa en una posición geográfica privilegiada en relación a los mercados internacionales, especialmente Estados Unidos que es el mayor importador de frutas tropicales en el hemisferio. La fruticultura en nuestro país es una actividad que ha venido creciendo lentamente, donde se va constituyendo en una importante fuente de ingresos para las familias guatemaltecas. Asimismo, desde el punto de vista nutricional, las frutas son fuentes de vitaminas, carbohidratos y fibra, que en determinado momento pueden ser útiles para balancear la dieta de la población (13).

Este es el caso del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn., es una planta que por las características de su fruto, puede ser aprovechada por el sector agroindustria para ser procesada como producto enlatado, refrescos, mermeladas, etc. a pesar de que su cultivo es a nivel de huertos de las casas rurales y urbanas del occidente del país, donde es utilizado para el consumo familiar y sólo ocasionalmente se comercializa en los mercados locales (7).

Las perspectivas del tomate de árbol se deducen de la calidad y diversidad de uso de los frutos, la más importante y potencialmente explotable es la transformación industrial de los frutos en mermeladas, jugos y néctares. Esta agroindustria promovería el cultivo en mayores extensiones, ampliaría el mercado y se desarrollarían cultivares de mas altos rendimientos y mejor calidad de frutos (7).

Esta investigación tuvo como finalidad la de caracterizar "in situ" 45 cultivares de tomate de árbol *Cyphomandra betacea*, donde se determinó el grado de similitud y variabilidad existentes entre ellos.

Los municipios de Uspantán y Cunén, del departamento de El Quiché, cuentan con áreas de plantación de tomate de árbol a nivel de huertos familiares, cuyos microclimas reúnen las condiciones óptimas para el desarrollo de comunidades de dicha fruta y fueron estos municipios los que se seleccionaron para realizar este estudio.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Guatemala se caracteriza por tener una amplia diversidad de condiciones climáticas y ecológicas existentes dentro de su territorio, posee una enorme riqueza en recursos fitogenéticos, cuya gran mayoría no ha sido explotado o aprovechado adecuadamente, uno de esos recursos fitogenéticos inexplorados es el tomate de árbol *Cyphomandra betacea*, que es un cultivo que se conoce poco de sus características morfológicas y fenológicas, y por lo tanto se conoce muy poco de su manejo agronómico, ya que únicamente se siembra en huertos familiares en cantidades de 2 a 4 árboles que son exclusivos para el consumo familiar y ocasionalmente se vende en los mercados locales (7).

Para el desarrollo, manejo y aprovechamiento del tomate de árbol se hace necesario realizar estudios básicos de caracterización "*in situ*", constituyéndose así en el procedimiento inicial para la determinación de las características fenológicas y morfológicas que en mayor o menor proporción influirán en el grado de variabilidad y similitud existente entre ellos; y poder así obtener mayor información acerca de las características de cada uno de los cultivares que se evalúen en esas regiones que pueda ser utilizada para fines de otras investigaciones de este tipo.

Este estudio de caracterización morfológica y fenológica del tomate de árbol se localizaron en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché, donde se seleccionaron seis localidades y 45 unidades experimentales distribuidos en los dos municipios, ubicados a diferentes niveles de altitud.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Aunque su lugar de origen es incierto, el tomate de árbol se cree que es nativo de los Andes del Perú y probablemente también Chile, Ecuador y Bolivia, donde es extensivamente cultivado como lo es también en Argentina, Brasil y Colombia. Es cultivado y naturalizado en Venezuela y cultivado en el altiplano de Costa Rica, Guatemala, Jamaica, Puerto Rico y Haití (10).

Debe haber sido llevado en fecha reciente a África Oriental, Asia y las Indias Orientales, estableciéndose en las alturas de Nilgiri, en las colinas de Assam, el sur de la India, y en las montañas de Malaya, fue popular en Ceylán y en las Indias Orientales Holandesas antes de 1903. Ha sido cultivado en Queensland Australia, en jardines caseros por muchos años, se cosecha en el altiplano de la parte australiana de Nueva Guinea (10).

Los jardineros D. Hay & Sons, introdujeron el tomate de árbol en Nueva Zelanda en 1891 y el cultivo comercial en menor escala empezó en 1920. La escasez de frutas tropicales en la Segunda Guerra Mundial justificó un mayor nivel de producción. Se lanzó una campaña promocional en 1961; rótulos en vitrinas y 100,000 volantes fueron distribuidos. Esta pequeña industria prosperó hasta 1967 cuando la producción anual alcanzó un máximo de 2,000 toneladas. Hubo una gran pérdida de árboles en Kerikeri en 1968. La resiembra se llevo a cabo allí, y en la Bahía de Plenty, el cultivo continuo expandiéndose. En 1970, hubo 209,110 árboles en 476 acres (130 ha) en Nueva Zelanda. El embarque de los frutos frescos a Australia no tuvo mucho éxito y los excedentes de la cosecha se despacharon a procesadores para hacer compotas (10).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos recibió semillas de Argentina en 1913; de Sumatra y Ceilán en 1926. La planta dio frutos en la Estación de Introducción de Plantas de Chico, California del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1915. Todavía se cultiva casualmente en California y ocasionalmente en Florida, se anuncia y vende frecuentemente a través de los

Estados Unidos como planta de interior en macetas, como curiosidad, fructifica satisfactoriamente en los invernaderos (10).

Nombres comunes: Castellano: tomate de árbol, berenjena, sacha tomate, yuncatomate (Perú), lima tomate, tomate de monte, tomate de la paz (Bolivia y Argentina); Inglés: tamarillo, tree tomato. Es una especie nativa de los Andes cuya domesticación y cultivo es anterior, al descubrimiento de América, a pesar de esta antigüedad no se conocen nombres en lenguas nativas (7).

3.1.2 DIVERSIDAD GENÉTICA

Se conoce únicamente en estado cultivado, las poblaciones muestran variabilidad en la pigmentación del follaje tierno; color, forma y espesor del mesocarpio del fruto. Algunas tienen en el mesocarpio grupos de células silicosas, lo cual disminuye la calidad de los frutos. Según los agricultores, el color del follaje verde-amarillento está relacionado con la producción de frutos amarillentos, y el follaje verde purpúreo con la producción de frutos anaranjados-rojos. La forma de los frutos varía de subesféricos a ovoides con ápice un poco agudo. Investigaciones en este aspecto son necesarias para dilucidar la amplitud de la variabilidad y las relaciones fitogenéticas con especies silvestres (7).

3.1.3 ESPECIES RELACIONADA

Hay unas 50 especies del género *Cyphomandra* que se encuentran desde el sur de México hasta Argentina. Se consideran como especies afines al tomate de árbol *C. bolivariensis* y *C. Hartwegii*. Esta última produce frutos comestibles, se cultiva esporádicamente y ha sido usada como patrón para injerto. Otra especie de frutos comestibles *C. Cajanumensis*, o *casana*, originaria de Ecuador, se cultiva en Nueva Zelanda (7).

3.1.4 VARIEDADES

Al parecer, no existe ninguna variedad con nombre propio, pero hay preferencias locales de acuerdo al color. Los frutos rojos son preferidos para los mercados de fruta fresca por su atractivo color. El rojo oscuro (llamado "negro"), actualmente a la cabeza en las plantaciones comerciales de Nueva Zelanda fue obtenido por selección en 1920, como una variación de las clases amarilla y púrpura que se

cultivaban en ese entonces, se propagó y la reelección posterior resultó en esta variedad roja y grande, de más alta calidad (10).

3.1.4.1. Variedades Comerciales

- A. **Ecuadorian Orange:** (anaranjado ecuatoriano) El fruto es semi-anaranjado, la forma es como un huevo de gallina. La pulpa es de color anaranjado claro de textura cremosa, es menos ácido que la variedad Rojo Rubí. Excelente para comer con la mano y adecuado para propósitos culinarios (8).
- B. **Goldmine:** (Mina de oro) Variedad superior originaria de Nueva Zelanda, el fruto es de color amarillo oro muy grande y mesocarpio color dorado muy sabroso, menos blando que el Solid Gold, pero no es ácido, tiene cualidades comestibles muy superiores (8).
- C. **Inca Gold:** (Oro Inca) Es una variedad en el cual el fruto es de color amarillo, se dice que es menos ácido que las variedades rojas. Se dice que el fruto cocido se parece en sabor al albaricoque (8).
- D. **Oratia Red:** (Rojo Oratia) Es una variedad roja de fruto grande, de forma ovalada o redonda, de sabor muy ácido, de buena calidad para comer con la mano y excelente para compotas y conservas (8).
- E. **Rothamer:** Fruto inusualmente grande, de más de 3 onzas. La capa exterior es de color rojo brillante, el mesocarpio es de color amarillo oro, el sabor es dulce y exótico. Las semillas son de color rojo oscuro. Maduran de diciembre a abril, deliciosos para comer en fresco, planta vigorosa, originaria de San Rafael California (8).
- F. **Ruby Red:** (Rojo Rubí) Fruto grande rojo y brillante, la pulpa es de color rojo oscuro, agridulce y sabroso, muy bueno para usos culinarios, si se le permite madurar por una o tres semanas antes de cortarlo, se volverá menos ácido. Es la variedad estándar cultivada en Nueva Zelanda para exportación (8).
- G. **Solid Gold:** (Oro Solido) Fruto grande y ovalado, su capa exterior es de color anaranjado oro, la pulpa es suave, de sabor menos ácido que el Rojo Oratia, muy deliciosa al comerla sin ninguna preparación con cualidades culinarias aceptables (8).

H. **Yellow** (Amarillo) Del tamaño y forma de una ciruela, la capa exterior del fruto es de color anaranjado amarillento, el mesocarpio es amarillo, con sabor más suave que el de las variedades rojas. Es la variedad más vieja que se cultiva en Nueva Zelanda (8).

3.1.5 ASPECTOS DE MERCADO

A. Principales Importadores

Alemania, Reino Unido, Francia, Bélgica, Holanda, Japón, Estados Unidos y Canadá (15).

B. Principales Productores

Nueva Zelanda, Kenia, Brasil, Ecuador y Colombia.(15).

C. Precio

Varían de acuerdo a su procedencia, destino, calidad y a los canales de comercialización utilizados; se estima un precio referencial de US\$1.21/kg (15).

3.1.6. ASPECTOS TECNICOS

En el Cuadro 1 se detallan los aspectos técnicos más importantes de esta especie, donde es ampliamente cultivado para su exportación , datos que provienen de Ecuador (15).

Cuadro 1. Exigencia ecológicas del tomate de árbol *Cyphomandra betacea*.

| | |
|---|--|
| <i>Temperatura</i> | 15 a18 grados centígrados |
| <i>Altitud</i> | 1,800 - 2,600 msnm. |
| <i>Luminosidad</i> | 35-40% |
| <i>Suelos</i> | Se desarrolla en una amplia gama de suelos; los hacen en forma más eficiente en los terrenos de textura franca y ricos en materia orgánica. |
| <i>pH</i> | Neutro |
| <i>Variedades comerciales del Ecuador</i> | <input type="checkbox"/> Tomate en forma alargada, color morado y anaranjado. <input type="checkbox"/> Tomate redondo colombiano de color anaranjado rojizo. <input type="checkbox"/> Tomate mora procedente de Nueva Zelanda de forma oblonga y de color morado |

Fuente: Corporación Financiera Nacional (CFN), Ecuador (1992).

3.1.7 ESTUDIO REALIZADO EN PERÚ CON RELACIÓN AL ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN, TRANSPORTE Y EMPAQUE DEL FRUTO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn)

3.1.7.1. Almacenamiento y Conservación

Este estudio fue realizado en Huaylas y Jungay (departamento de Ancash) y Cumbe (Lima) en el Perú. Donde se realizaron ensayos de conservación, al medio ambiente, hasta 30 días y bajo refrigeración a +5° C, hasta 90 días (ver Cuadro 2) (1).

Cuadro 2. Duración de la conservación de los frutos de tomate de árbol almacenados al medio ambiente y bajo refrigeración.

| METODO DE CONSERVACIÓN | TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN °C | % DE HUMEDAD RELATIVA DE ALMACENAMIENTO | DURACIÓN EN DÍAS |
|---|-------------------------------------|---|------------------|
| <i>Medio ambiente bajo sombra en Huaylas (sierra)</i> | 14 | 75 | 30 |
| <i>Medio ambiente bajo sombra en Lima (Costa)</i> | 18 | 90 | 20 |
| <i>Bajo refrigeración</i> | 5 | 90 | 90 |

Fuente: Ingeniero Justo Espinoza Aliaga, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú (1985).

Nota: Para el almacenamiento al medio ambiente se usaron cajas de madera con paja intermedia entre los frutos y para refrigeración se usaron bolsas de plástico con perforaciones.

Donde se llegó a una conclusión de que es posible conservar al medio ambiente frutos de tomate de árbol *C. betacea*, hasta por lo menos 20 días en la costa y 30 días en la sierra. Asimismo el almacenamiento bajo condiciones de refrigeración permite conservar la fruta natural hasta 90 días, para temperaturas superiores de los rangos que se observan en el Cuadro 2, comienza a disminuir el periodo de almacenamiento bajo condiciones de medio ambiente (1).

3.1.7.2. Empaque y Transporte

La fruta fresca se empaca en cajas de madera o cartón con un rango de peso de tres hasta nueve kilos, para ciertos mercados, la fruta se coloca en charoles de plástico con espacios para cada fruta, el

transporte para exportación se realiza en avión, bajo clima templado o vía marítima en contenedores refrigerados a una temperatura de 2° C (1).

La cadena logística para el tomate de árbol es relativamente simple, puesto que es una fruta resistente y durable, dependiendo de la variedad y sin refrigeración la fruta tiene una vida útil de 14 a 18 días, en condiciones de refrigeración la vida útil se extiende considerablemente hasta 88 días (1).

3.1.8 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según la descripción que hace Hernández (6), es un árbol de 2 – 3 m. de alto, tallo único, monopodial, ramificado a la altura de 1-1.5 m., en dos o tres ramas. En la rama se repite el mismo modelo de ramificación. Hojas cordiformes, de 17-30 cm., de largo, 12-19 cm. ancho, subcarnosas suavemente pubescente en el envés. Inflorescencia caulinar opuesta a la hoja. Flores de 1.4 cm., de longitud cáliz persistente en el fruto, corola blanco rosada, rotado-campanulada con los ápices reflexos, estambres conniventes, más cortos que la corola anteras amarillas, dehiscentes por dos poros apicales, estilo emergente entre las anteras. Fruto de 5-7 cm. de largo, ovoide, glabro, de color amarillo verdoso a anaranjado con jaspes longitudinales; mesocarpio anaranjado (7).

Morton (10), en su descripción menciona que la planta es un árbol pequeño de 3-4 m. de altura, con tronco semileñoso, corto, frágil, algo torcido a veces, corteza grisácea, de rápido crecimiento y quebradizo; de raíces poco profundas; alcanza de 10 a 18 pies (3-5.5 m.) de altura; raramente llega alcanzar los 25 pies (7.5 m.). Las hojas son aromáticas siempre de color verde, alternas, más o menos acorazonadas en la base, ovaladas, puntiagudas en el ápice, de 4 a 13 ½ pulgadas (10-35 cm.) de longitud y de 1 ½ a 4 ¾ de pulgadas (4-12 cm.) de ancho, delgadas, con venas sobresalientes y gruesas. Nacen en racimos pequeños y sueltos cerca de la punta de las ramas, las flores son fragantes de ½ a ¾ de pulgada (1.25-2 cm.) de ancho, tiene 5 lóbulos puntiagudos de color rosado pálido o púrpura azulado, 5 prominentes estambres amarillos y cáliz verde púrpura. El fruto es de tipo colgante, de tallo largo, nace sólo o en racimos de 3 a 12, es liso, en forma de huevo pero puntiagudo en ambos extremos y cubierto con el persistente cáliz cónico. Su tamaño varía de 2 a 4 pulgadas (5-10 cm.) de longitud y de 1 ½ a 2 pulgadas (4-5 cm.) de ancho. El color de la cáscara puede ser púrpura sólido e intenso, rojizo,

anaranjado o amarillo, o rojo con amarillo y puede tener rayas oscuras longitudinales. El color del mesocarpio varía de color naranja a rojo o anaranjado-amarillo o amarillo crema. Mientras la cáscara es algo dura y de sabor desagradable, la capa exterior de la carnosidad es ligeramente firme, jugosa y blanda, y la pulpa que rodea a la semilla en los dos compartimentos alargados es suave, jugosa, un poco agria o dulce; es negra en los frutos morados y rojos, amarilla en los frutos amarillos y anaranjados. Las semillas son delgadas, casi planas, circulares, más grandes y duras que las del verdadero tomate y señaladamente amargas. El fruto tiene un aroma resinoso y su sabor sugiere un tomate suave o tierno que deja un sabor ligeramente resinoso (10).

Según Bohs (2), esta es una planta algo arbolado en la base, con un diámetro de 5-10 cm. Las plantas adultas son generalmente de 2-4 m. de alto, las hojas son suavemente pubescentes en ambos lados, cordiformes, subcarnosas pueden ser grandes, alcanzando un largo de 30-40 cm., y un ancho de 20-35 cm. La inflorescencia es caulinar opuesta a la hoja, flores de 1.4 cm. de longitud, cáliz persistente en el fruto, corola blanco-rosada, La fruta es elíptica, lisa alcanzando de 4-10 cm. de largo y de 3-5 cm. de ancho. La capa externa del fruto es roja o anaranjada opaca o amarilla a púrpura a veces con rayas longitudinales oscuras, el mesocarpio varía de color amarillo cremoso a anaranjado pálido y tiene un sabor suave o amargo, mientras que la pulpa es acuosa mucilaginosa de sabor subácida y dulce. La variedad comercial de aceptación principal considerada en los EE.UU. son las frutas de color rojo o púrpuras. En Sudamérica, sin embargo la mayoría de las frutas de tomate de árbol son de color anaranjado o rojizo y el mesocarpio anaranjado o amarillento. La variedad de tipo amarillento, tiene un sabor más suave que el tipo rojo y se utiliza en Nueva Zelanda para conservar. En Sudamérica las plantas de *C. betacea* son notablemente constantes las características morfológicas a excepción de que existe variabilidad en el tamaño y color de la fruta (2).

3.1.9 FENOLOGÍA

Al parecer no se han realizado investigaciones para conocer las fases de crecimiento de esta planta. Por esta razón, la descripción fenológica que sigue es una aproximación y el resultado de observaciones

de campo e información proporcionada por campesinos. La propagación más frecuente es por semilla, sin embargo también puede hacerse por esquejes (7).

La planta tiene una vida aproximada de 3-4 años (perenne) y la floración se inicia 8-10 meses después de la siembra en terreno definitivo. El período de floración comienza simultáneamente con la ramificación del tallo principal. La primera inflorescencia se produce cerca del punto de ramificación del tallo principal, y las siguientes en el extremo de las ramas, cerca de su respectiva ramificación. La floración es continua y el número de inflorescencias está en relación directa con la ramificación de la planta (7).

La planta es perennifolia y la emisión de hojas es continua. Sin embargo las hojas inferiores caen sucesivamente, quedando el tallo principal y la parte inferior de las ramas desprovistos de hojas (7).

3.1.10 MANEJO DEL CULTIVO

3.1.10.1 Prácticas de cultivo

El cultivo comercial de *C. betacea* es incipiente, a pesar de que su cultivo es frecuente en los huertos de las casas rurales y urbanas. En éstos se cultivan muy pocas plantas (2-4) para consumo familiar y sólo ocasionalmente se expende en los mercados locales (7).

Las técnicas de cultivo se basan en las siguientes fases:

Almácigo. Las semillas extraídas de frutos maduros se dejan secar por 10 a 15 días al ambiente y luego se colocan en un almácigo. Demoran 30 días para germinar y cuando las plantas tienen 15-20 cm de alto (3 ó 4 hojas) se trasplantan a terreno definitivo (14).

Siembra. Considerando que las plantas se cultivan en huertos, donde no existe una plantación regular, no se tiene información sobre la profundidad de siembra, distancia entre plantas, ni sobre las labores culturales y sanitarias (14).

El cultivo basado en la propagación vegetativa es muy poco conocido. Se informa que en Colombia se cultiva por estacas que deben tener de 20-30 cm., y que enraízan después de 30 días de su plantación quedando así aptas para ser sembradas en el terreno definitivo. En Cajamarca, Perú, se conoce, como experiencia singular de un agricultor, un caso de propagación por estacas (14).

La propagación, como mencionamos anteriormente se da por medio de estacas, acodos, ramas o injertos (asexual) y también se puede dar por medio de semilla (sexual).

Para la obtención de la semilla, y posteriormente, de las plántulas, se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Selección de la planta madre, que sea sana y vigorosa, con frutos maduros y en buen estado
- b) Extracción y lavado de semillas; para el lavado se puede utilizar una malla fina de alambre.
- c) Secado de las semillas a la sombra, durante 10 a 15 días.
- d) Siembra (en el semillero) a chorro continuo en líneas separadas a 5 cm. La germinación de las semillas ocurre aproximadamente a las cinco semanas.

Transplante. El transplante se realiza en bolsas de polietileno, de color negro, rico en materia orgánica; y, una parte de cascajo o cascarilla de arroz. Después del transplante, las plantas deben permanecer a media sombra de tres a cuatro semanas, para su aclimatación, antes de ir a la plantación definitiva (14).

Sistemas de plantación. Con dos meses de anticipación se debe preparar el terreno a ser plantado, con labores normales de arado y rastra; los hoyos, en los que se siembra la planta, deben ser de 40 x 40 cm.

El sistema más adecuado de plantación es el marco real; las distancias más utilizadas son:

- a) 1.8 x 1.8 m. (población de 3,000 plantas/ha.)
- b) 2.5 x 1.5 m. (población de 2,500 plantas/ha.)
- c) 2.0 x 2.0 m. (población de 2,500 plantas/ha.)

En el fondo de cada hoyo se depositan una mezcla de 3 kg. de gallinaza descompuesta o compost, más 60 g de fertilizante químico 8-20-20 o 10-30-10. Luego, poniendo una capa de tierra sobre la mezcla, se colocan las plantas de tomate de árbol (14).

Labores culturales

- a) **Podas:** Las podas que requiere el tomate de árbol son muy ligeras; cuando la planta tiene unos 50 cm de altura se realizan un pinzamiento, se eliminan los chupones del tronco y se sacan las ramas secas y enfermas (14).

- b) Deshierbas:** Las deshierbas se realizan en forma manual a lo largo de la corona de cada planta, se puede utilizar un azadón entre las calles. También se puede realizar en forma mecanizada (con tractor) **(14)**.
- c) Riegos:** Los sistemas de riego más utilizados son mediante surcos paralelos, en zigzag o serpentin y por coronas individuales. La frecuencia del riego depende de las condiciones climáticas existentes; por lo general, la frecuencia será cada 10 a 15 días **(14)**.
- d) Fertilización:** La fertilización se realiza cada seis meses haciendo uso de 2 o 3 kg. de gallinaza o compost, más 80 g de fertilizante químico 8-20-20 o 10-30-10; la aplicación se debe hacer en la corona de cada planta **(14)**.

Enfermedades.

- a) **Antracnosis** (*Collectotrichum gloesporoides*): Esta enfermedad ataca a las hojas y frutos. En el follaje se presenta manchas de color oscuro; en los frutos, se producen lesiones que afectan a la epidermis. Para su control se pueden utilizar productos como Maneb, Zineb o Bravo 500. Los cuales, previenen y/o controlan la enfermedad **(14)**.
- b) **Mancha tardía** (*Phytophthora infestans*): Esta enfermedad se presenta cuando las plantas se encuentran en pleno desarrollo vegetativo, la humedad ambiental alcanza un 95% y la temperatura es superior a 17 °C. Esta enfermedad produce pérdidas de hasta el 90%. Para controlar la enfermedad se debe suspender el riego, realizar podas fitosanitarias y aplicar productos químicos como Ridomil completo, a razón de 3 g/litro de agua. Otros productos que se pueden utilizar son Polyram Combi, Antracol, Bravo 500, alternando con fungicidas cúpricos como Cupravit, Kocide, Vitigran, a razón de 1 g/litro de agua **(14)**.
- c) **Nematodos** (*Meloidogyne sp.*): Los nemátodos son el problema más serio que el cultivo de tomate de árbol puede enfrentar, ya que producen una disminución considerable del rendimiento y de la calidad de los frutos; además, acortan la vida útil de la planta **(14)**.

Plagas.

- a) **Pulgones** (*Myzus spp*): Afectan en las zonas terminales de brotes tiernos y en el envés de las hojas jóvenes, pueden ser vectores de virus. Control podría aplicarse insecticidas biológicos como azadirachtina (1 a 3 cm³/lit de agua) o cipermetrina (3.5 cm³/10 lit de agua) (14).
- b) **Crisomélidos**: Atacan el follaje alimentándose de las hojas provocando huecos en el follaje, disminuyendo la capacidad fotosintética de las hojas (14).

Clima: El tomate de árbol no es tropical sino subtropical. Florece entre 5,000 y 10,000 pies (1,525-3,050 msnm) en Ecuador; entre 1,000 y 3,000 pies (305-915 msnm) en Puerto Rico; de 1,000 a 7,500 pies (305-2,288 msnm) en la India. En Haití crece y fructifica a la perfección a 6,000 pies (1,830 msnm). En climas más frescos, se logra a menor altura. Se logra mejor donde la temperatura permanece arriba de los 50°F (10°C). La helada a 28°F (-2.2°C) mata las ramas pequeñas y el follaje de los árboles maduros, pero no las ramas más grandes y el tallo principal. El árbol se recuperará si las heladas no son prolongadas o frecuentes. Sin embargo, retoños y esquejes mueren fácilmente por las heladas durante su primer año (10).

Otros Datos. Se multiplica por semilla, que germinan con mucha facilidad. Planta algo delicada al frío y a los vientos, por lo que debe cultivarse en zonas costeras y resguardado. Prefiere suelos fértiles y abonados, necesita humedad, no resistiendo las sequías. Presenta crecimiento muy rápido, dando frutos a los dos años de su cultivo. Los frutos son comestibles, pudiendo comerse crudos o guisados. Se cultivan raramente y más que nada como una curiosidad (5).

3.1.11 USO ALIMENTICIO

Los frutos maduros del tomate de árbol pueden ser solamente cortados en mitades a lo largo, espolvoreados con azúcar y servidos para comer su contenido y pulpa con cuchara. o las mitades pueden sazonzarse y asarse o cocerse por 15 minutos para servirse como verdura. No deben cortarse sobre madera u otra superficie permeable, pues su jugo hace una mancha imborrable. Para otros propósitos la cáscara debe ser quitada, lo cual se hace fácilmente derramándoles agua hirviendo y dejándolos reposar por 4 minutos, luego se empiezan a pelar por el tronquito. La fruta pelada se puede rodajear y las rodajas

utilizarse en guisos y sopas, o servidos con azúcar espolvoreada y tal vez con una cucharada de helado de vainilla. Sazonadas con sal y pimienta, las rodajas pueden utilizarse en sandwiches o ensaladas. Las rodajas picadas se mezclan con queso crema y se usan para aplicarlas al sándwich (10).

C. betacea se cultiva por sus frutos. Estos constituyen un recurso alimenticio y materia prima potencial para la industria de mermeladas. Los campesinos atribuyen a los frutos propiedades medicinales para aliviar enfermedades respiratorias y combatir la anemia. (7)

3.1.11.1 Información Nutricional

Los frutos del tomate de árbol contienen niveles adecuados de vitaminas A, B6, C, E, y una gran cantidad de nutrientes además de hierro (7) (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Información nutricional del tomate de árbol.

Tamaño a servir: 2(120 g)

| Calorías 40 | | TOMATE ROJO | |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| <i>Calorías de grasa</i> | 0 | <i>Valor Diario*</i> | |
| <i>Total de Grasas</i> | 0 g | 0 % | |
| <i>Grasas Saturadas</i> | 0 g | 0 % | |
| <i>Colesterol</i> | 0 mg | 0 % | |
| <i>Sodio</i> | 0 mg | 0 % | |
| <i>Total de carbohidratos</i> | 9 g | 3 % | |
| <i>Fibra dietética</i> | 4 g | 16 % | |
| <i>Azúcares</i> | 2 g | | |
| <i>Proteínas</i> | 2 g | | |
| <i>Vitamina A 10 %</i> | | <i>Vitamina C 60%</i> | |
| <i>Calcio 0%</i> | | <i>Hierro 0%</i> | |
| Calorías 30 | | TOMATE AMARILLO | |
| <i>Calorías de grasa</i> | 0 | <i>Valor Diario*</i> | |
| <i>Total de Grasas</i> | 0 g | 0 % | |
| <i>Grasas Saturadas</i> | 0 g | 0 % | |
| <i>Colesterol</i> | 0 mg | 0 % | |
| <i>Sodio</i> | 0 mg | 0 % | |
| <i>Total de carbohidratos</i> | 8 g | 3 % | |
| <i>Fibra dietética</i> | 4 g | 16 % | |
| <i>Azúcares</i> | 0 g | | |
| <i>Proteínas</i> | 2 g | | |
| <i>Vitamina A 10 %</i> | | <i>Vitamina C 60%</i> | |
| <i>Calcio 0%</i> | | <i>Hierro 0%</i> | |
| Calorías | | 2,000 | 2,500 |
| <i>Total de grasas</i> | <i>menos de</i> | 65 g | 80 g |
| <i>Grasas saturadas</i> | <i>menos de</i> | 20 g | -- |
| <i>Colesterol</i> | <i>menos de</i> | 300 mg | 300 mg |
| <i>Sodio</i> | <i>menos de</i> | 2400 mg | 2400 mg |
| <i>Total de carbohidratos</i> | | 300 g | 375 g |
| <i>Fibra dietética</i> | | 25 g | 30 g |

Fuente: Hewett, E.W. 1993. *New Horticultural Crops in New Zealand*

*Los valores porcentuales diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Pero estos valores pueden ser más altos o más bajos, dependiendo de sus necesidades:

3.1.12 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase VI: Asteridae

Orden 2: Solanales

Familia: Solanaceae

Genero: *Cyphomandra*

Especie: *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.

Basada en la clasificación de: Watson, L., Dallwitz, M.J. The families of Flowering Plants, versión: 19th August 1999 (16).

3.1.13 TAXONOMÍA NUMÉRICA

Es la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades taxonómicas y el agrupamiento de éstas en "taxones" basándose en el estado de sus descriptores.

El enfoque planteado por la taxonomía numérica comprende dos aspectos: uno filosófico, basado en la teoría clasificatoria, denominado "feneticismo", y el otro, el de las técnicas numéricas que son el camino operativo para aplicar dichas teorías.

El feneticismo lleva acabo la clasificación basándose en la similitud de las unidades taxonómicas, no así en su filogénia (parentesco), no cuestiona la teoría evolucionista ni la genealogía de los organismos. Sin embargo considera válido el estudio de la filogénia una vez efectuada la clasificación de grupo (3).

Las técnicas numéricas calculan mediante operaciones matemáticas la afinidad entre unidades taxonómicas, basándose en el estado de sus caracteres; es la asociación de conceptos sistemáticos con variables numéricas (3).

3.1.13.1 Análisis de grupos ("cluster analysis")

Mediante la aplicación del análisis de agrupamientos, se obtiene una serie de similitud o matriz de similitud, que está calculada sobre la base de los descriptores o variables de la investigación. Esta matriz es suficiente para expresar relaciones entre la totalidad de las OTU, pues solo expone similitud entre pares de dichas unidades (3).

Se dispone de una gran variedad de técnicas de análisis de matrices de similitud, cuyo objetivo es sintetizar, a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de las OTU. Uno de los métodos más utilizados es el análisis por agrupamiento (3).

3.1.13.2 Representación gráfica del análisis de agrupamientos

La estructura taxonómica del grupo de estudio se puede representar gráficamente en varias formas; la más común es el "Fenograma", que es un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos o más OTU (3).

Los valores de similitud se expresan en una escala que suelen encontrarse en su extremo superior. Las OTU se colocan en el extremo derecho, y dan origen cada una a un eje horizontal (3).

Los ejes horizontales se unirán mediante ejes verticales que se expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existente entre las OTU o conjuntos de OTU (3).

Podríamos decir que un grupo cualquiera se constituye por las paralelas a las escalas que nacen de un mismo eje vertical y las ramificaciones que contiene (3).

3.1.13.3 Análisis por componentes principales

Este es uno de los métodos de análisis más difundidos, que permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida.

Se trata de una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores. Sin embargo, si se puede suponerse que la población muestreada

tiene distribución multinormal, podrá estudiarse la significación estadística y será posible utilizar la muestra efectivamente observada para efectuar pruebas de hipótesis que contribuyan a conocer la estructura de la población original, con un cierto grado de confiabilidad, fijado *a priori o a posteriori* (11).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

3.2.1.1 Uspantán

El municipio de San Miguel Uspantán está ubicado en la parte norte del departamento de El Quiché a 98 kilómetros de distancia por carretera de la cabecera departamental, posee una extensión territorial aproximada de 865 kilómetros cuadrados que representa el 10.32 % del territorio departamental; colinda al norte con el Municipio de Ixcán (Quiché), al Este con los municipios de Chicamán (Quiché), San Cristóbal Verapaz y Tactic (Alta Verapaz); al sur con los municipios de Canillá, San Andrés Sajcabajá (Quiché), Cubulco y Rabinal (Baja Verapaz); y al oeste con los municipios de Chajul, San Juan Cotzal y Cunén (Quiché). Su territorio pertenece a las tierras altas sedimentarias de la cordillera de los Cuchumatanes y a la Sierra de Chamá, esta a una altitud 1,825 msnm, latitud Norte 15°20'44" y una longitud Oeste 90°52'14" (6).

Las zonas de vida predominantes en esta área son:

- a) **Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido, (bmh-S (c)).** Con predominancia de suelos profundos de textura mediana y bien drenados, potencialmente aptos para cultivos de Cacao, cardamomo, hule caña de azúcar, pimienta, café, banano, achiote, palma africana, maíz, bosques maderables finas, pastos, arroz vainilla y cítricos (4).
- b) **Bosque Húmedo Subtropical Templado. (bh-S (t)).** Con suelos superficiales de textura pesada moderadamente bien drenados, potencialmente aptos para cultivos de café, hortalizas, frijol, maíz, pastos y bosques mixtos (4).
- c) **Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB).** Con suelos profundos de textura mediana bien drenados, potencialmente aptos para cultivos de frutales deciduos con altos requisitos

de frío (manzana, melocotón), hortalizas de zonas templadas, flores, trigo, avena, cebada, papa, bosques mixtos y de coníferas y pastos naturales (4).

La densidad poblacional del municipio es de 30 habitantes por kilómetro cuadrado.

Según investigaciones recientes, la población está distribuida en alrededor de 175 centros poblados (Cabecera Municipal, 155 aldeas y 19 fincas) (6).

Uspantán pertenece a la clase de suelos Chixoy (12).

3.2.1.2 Cunén

El municipio de Cunén cuenta con un área aproximada de 160 kilómetros cuadrados, colinda al Norte con San Juan Cotzal y Santa María Nebaj, al Sur San Andrés Sajcabajá y Sacapulas, al este con Sacapulas y Santa María Nebaj y al Oeste San Miguel Uspantán, ubicada a una altitud de 1000 a 1500 msnm y a una latitud norte de 15°20'10" y una longitud oeste de 91°01'37". (6)

La clase de suelos a la que pertenece es suelos Cunén (Ce) (12).

Las zonas de vida predominantes son:

- a) **Bosque Húmedo Subtropical Templado (bh-S).** Es muy extensa y tiene muchas asociaciones edáficas diferentes. Esta zona de vida va desde Joyabaj, Quiché, en el Noroeste de Guatemala pasando por San Raymundo hasta llegar a la meseta central; luego sigue para el Sureste por casillas, Nueva Santa Rosa y Santa Rosa de Lima en el departamento de Santa Rosa. Abarca por lo menos la mitad del departamento de Jutiapa. La precipitación oscila entre 1,100 a 1,349 mm promedio anual, la biotemperatura media anual para esta zona, varía entre 20 y 26 grados centígrados. La vegetación natural está constituida especialmente por: *Pinus Oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus spp*, *Byrsonima crassifolia*, que son las más abundantes en esta zona (4).
- b) **Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío (bmh-S).** Este segmento abarca los alrededores de Cobán, siguiendo una faja angosta de 2 a 4 kilómetros de ancho para Baja Verapaz, pasando por la cumbre de Santa Elena. Luego se separa la faja para seguir bordeando la Sierra de las minas por un lado y por el otro sigue rumbo a la cumbre de El Chol en Baja Verapaz, pasando

por Nebaj Quiché. Se cultivan aparte de maíz y frijol, que son tradicionales, café, pacaya y árboles frutales como: cítricos, aguacates, duraznos. Con una precipitación pluvial anual de 2,045 y 2,514 mm. La biotemperatura oscila entre los 16 y 24 grados centígrados (4).

- c) **Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB).** Comprende una faja que va desde Mixco del departamento de Guatemala dirigiéndose al Noreste del país pasando por San Juan, San Pedro, San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango, San Martín Jilotepeques, Zaragoza Santa Cruz Balaña, San José Poaquil, Cichicastenango, Santa Cruz del Quiché, Momostenango, Huehuetenango, hasta la frontera con México. Precipitación pluvial anual es de 1,057 a 1,588 mm, la biotemperatura va desde 15 a 23 grados centígrados. El uso apropiado para esta zona es fitocultural forestal pues los terrenos planos son usados para la producción de maíz, frijol, trigo verduras y frutales de zonas templadas como: duraznos, pera, manzana, aguacate (4).

4. OBJETIVOS

4.1 GENERALES

Caracterizar morfológica y fenológicamente "*in situ*" 45 cultivares de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. establecidos a nivel de huertos familiares, en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

4.2 ESPECÍFICOS

4.2.1 Establecer la similitud que exista entre los diferentes materiales de tomate de árbol.

4.2.2 Determinar la variabilidad morfológica y fenológica de los diferentes materiales de tomate de árbol.

4.2.3 Identificar aquellos cultivares que sean promisorios por sus características morfológicas y fenológica.

5. HIPÓTESIS

Dentro de los cultivares de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. a caracterizar existe variabilidad morfológica y fenológica.

6. METODOLOGÍA

6.1 UBICACIÓN DEL ÁREA

Esta caracterización morfológica y fenológica de cultivares de tomate de árbol estuvo ubicada en los municipios de Cunén, que esta ubicada a una altitud de 1000 a 1500 msnm y a una latitud norte de 15°20'10" y una longitud oeste de 91°01'37", y Uspantán que esta ubicada a una altitud de 1,825 msnm, latitud norte de 15°20'44" y una longitud oeste de 90°52'14".

En la Figura 1 observamos la ubicación geográfica de los dos municipios en el departamento de El Quiché, mientras que los puntos de caracterización de cada municipio lo observamos en la Figura 2

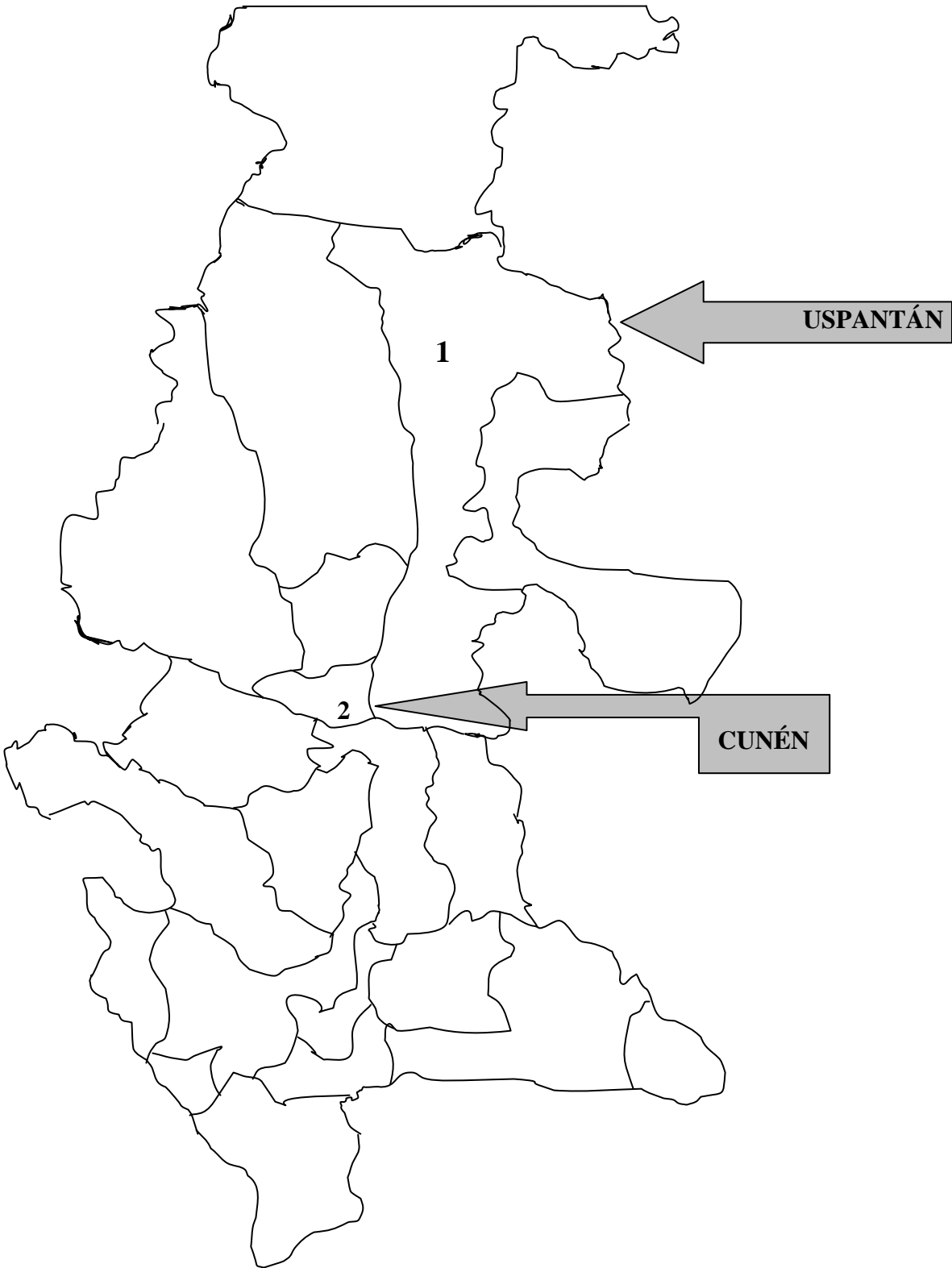
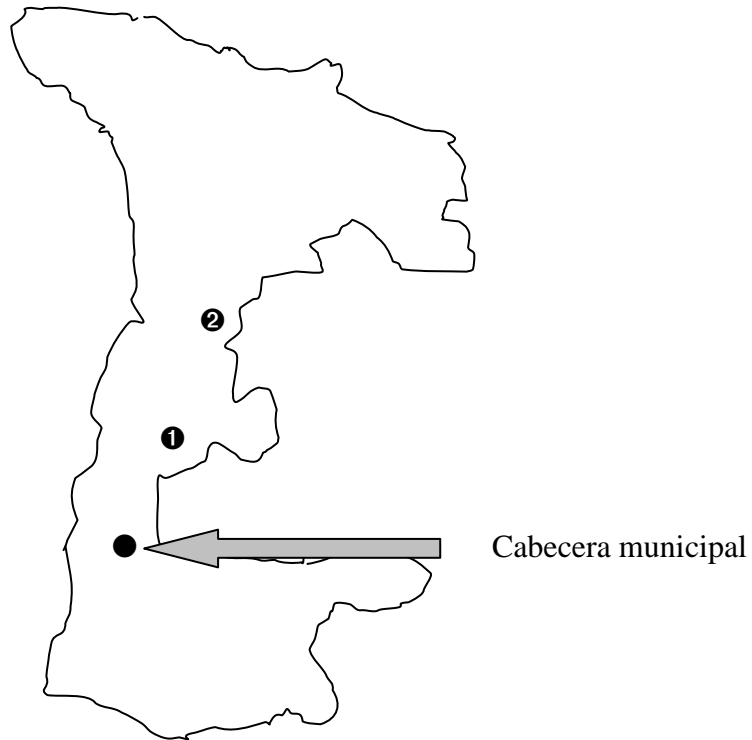


Figura 1. Ubicación geográfica de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

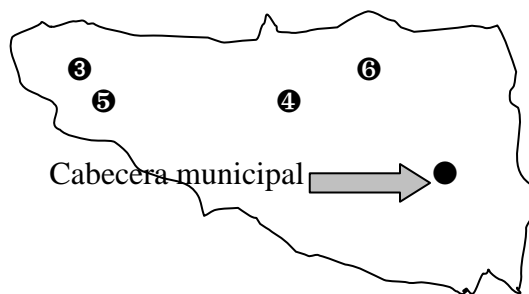
Mapa de Uspantán



Referencia

- 1. Xola XO
- 2. Caracol CA

Mapa de Cunén



Referencia:

- 3. Chiul CHI
- 4. Xobor XO
- 5. San Antonio SA
- 6. Chutuj CHU

Figura.2. Ubicación de las zonas de caracterización en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la presente caracterización, la unidad experimental estuvo constituida por árboles individuales de tomate de árbol, en etapa productiva, a nivel de huertos familiares diseminados en las diferentes zonas de los dos municipios, contemplados para el estudio. Los cuales se seleccionaron al hacer un recorrido inicial por el área de estudio.

Esta situación responde al hecho de que en la actualidad esta especie no se cultiva comercialmente en el país, desarrollándose únicamente en áreas aisladas que reúnen un microclima apropiado. Además es una especie perenne que empieza a producir a los 2 años.; razón por la cual, a efecto de obtener datos representativos por lo tanto se procedió a caracterizar "in situ" a la población en edad productiva, existentes en las áreas de estudio.

6.3 SITIOS DE CARACTERIZACIÓN

Los sitios seleccionados para el estudio de la caracterización fueron 6 en total, 4 ubicados en el municipio de Cunén y dos en Uspantán del departamento de El Quiché (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Descripción de los puntos de caracterización del tomate de árbol *Cyphomandra betacea*.

| MUNICIPIO | REFERENCIA | ALTITUD (msnm.) | CLAVE | CANTIDAD DE ÁRBOLES |
|--------------|-------------|-----------------|-------|---------------------|
| Cunén | Chiul | 2,450 | CHI | 7 |
| Cunén | Xobor | 2,200 | XO | 7 |
| Cunén | San Antonio | 2,425 | SA | 6 |
| Cunén | Chutuj | 2,390 | CHU | 5 |
| Uspantán | Caracol | 2,400 | CA | 10 |
| Uspantán | Xola | 1,828 | XOL | 10 |
| Total | | | | 45 |

Total: 6 Sitios de Caracterización

45 unidades experimentales

6.3.1. Criterio de selección de las unidades experimentales

La definición de los sitios obedeció a un reconocimiento preliminar de las zonas de los dos municipios, donde se eligieron los lugares de acuerdo a las plantas que están en etapa de producción y en buenas condiciones.

La selección de las unidades experimentales se tomó de acuerdo a las áreas donde existe mayor número de árboles, que se localizaron a diferentes niveles de altitud en los dos municipios.

En relación con el número de plantas seleccionadas, se hizo con base en que cada huerto familiar tuviera de 3-10 arboles, no se escogieron un número menor de tres por que este tipo de planta es muy sensible a las heladas y se corría el riesgo de perder estas unidades experimentales.

De acuerdo con el reconocimiento preliminar realizado, fueron seleccionados 45 árboles de tomate de árbol que corresponden a la totalidad de la población en edad productiva establecida en los sitios de caracterización definidos.

6.4 VARIABLES DE RESPUESTA

Tomando en cuenta que la caracterización pretende tipificar en forma exhaustiva cada material genético, así como recabar toda la información disponible dentro de los aspectos morfológicos y fenológicos; luego observar características generales de los materiales al nivel de campo, fueron definidas en total 39 variables de respuesta (Apéndice 11.1"A"), obtenidas de la descripción taxonómica de la especie, que comprenden características de tipo morfológico y fenológico, expresada en forma de caracteres cuantitativos (continuos o discontinuos) y caracteres cualitativos codificados.

3.5 REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

La toma de datos definidos para las diferentes variables morfológicas y fenológicas, se llevo a cabo durante el ciclo productivo del año 2000 por medio de una boleta especialmente diseñada para el efecto; basada en la forma de estimación para cada característica definida por el descriptor.

La periodicidad y frecuencia necesaria para la recolección de la información de campo, se obtuvo de 45 árboles y 6 sitios de caracterización y estuvo definida básicamente por la naturaleza de cada variable; de tal manera que mientras las variables morfológicas cuantitativas fueron evaluadas durante dos

visitas, las variables fenológicas y morfológicas cualitativas requirió de un máximo de una visita semanal durante el intervalo de manifestación de cada evento.

Una segunda etapa en el registro de la información consistió en la elaboración de boletas codificadas de datos, necesarias para facilitar la recolección, organización almacenamiento y actualización de los mismos.

La etapa final estuvo constituida por la elaboración de una matriz básica de datos (MBD), donde se concentró la información recopilada de las variables de respuesta correspondientes a cada uno de los 45 árboles caracterizados.

3.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Utilizando el paquete estadístico (Stadistica 98), y tomando como punto de partida la Matriz Básica de Datos, se hizo el proceso de los datos cuantitativos donde se obtuvo el fenograma de las OTU por medio del análisis de agrupamiento, donde también se le hizo el análisis de componentes para medir el grado de variabilidad .

Con respecto a las variables cualitativas se utilizaron tablas y gráficas para describir las características de cada variable.

3.6.1 Análisis de Agrupamientos

Dentro de una gran variedad de técnicas se seleccionó el Análisis de Conglomerados ("*cluster analysis*"), por tratarse de una técnica cuantitativa que agrupa objetos de interés analítico, de forma que tal que minimiza la similaridad intragrupal y maximiza la similaridad intergrupala, partiendo de la consideración de distancias o coeficientes de similaridad entre observaciones.

Mediante el proceso de agrupamiento, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos-aglomerativos, dando origen a conjuntos que representan rangos, en los cuales las OTU o grupo de OTU subsidiarios forman parte de un grupo mayor; partiendo de 45 OTU separadas que se agruparon en sucesivos conjuntos, para llegar finalmente a un solo conjunto que contiene a los 45 cultivares de tomate de árbol *C. betacea*.

El procedimiento de análisis se inicio con la definición de una matriz de similitud, generada mediante el cálculo de coeficientes de distancia (RMS = Root-Mean-Square-Distance), obtenidos a partir de la matriz básica de datos estandarizados; en la cual los valores de la matriz básica de datos fueron expresados en unidades de desviación estándar, originando que la media de un carácter se expresará como cero, y la varianza como la unidad.

A continuación, se aplicó la técnica "Q" para determinar el grado de asociación entre las 45 observaciones, se examinó la matriz de similitud para localizar el mayor valor de similitud existente en ella. Se identificaron así a las OTU que formaban el denominado núcleo del primer grupo. Se buscaron los siguientes valores de similitud, dando lugar a: la formación de nuevos núcleos; incorporación de una OTU a un núcleo ya existente para formar un nuevo grupo; y la fusión de los núcleos existentes.

6.6.2. Análisis por Componentes Principales

El desarrollo de una caracterización "*in situ*" de cultivares de tomate de árbol *C. betacea*, lleva implícito un complejo proceso de selección de una gran cantidad de variables, que corresponden a la degradación de las características morfológicas y fenológicas que tipifican a cada individuo en particular.

El método de análisis multivariado por componentes principales permite: generar nuevas variables que expresan la información contenida en el conjunto original de datos; reducir la dimensionalidad del caso estudiado, como paso previo para posteriores análisis; y eliminar algunas de las variables originales que aporten poca información para explicar las causas de la variabilidad entre las observaciones. Asimismo transformar el conjunto original de variables en otro, en el cual, las variables derivadas son independientes una con otras; se expresan como funciones lineales de las variables originales; la variación total en las variables derivadas es igual a la variación de las variables originales; la primera variable derivada contribuye con la mayor proporción posible del resto de la variación total, la segunda con la siguiente mayor proporción posible del resto de la variación, y así sucesivamente. Las variables derivadas son conocidas como componentes principales (11).

¹ "Q" = Metodología utilizada en taxonomía numérica para determinar el grado de asociación entre observaciones

² OTU = Unidades Taxonómicas Operativas, por siglas en Inglés.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fase de evaluación de la caracterización morfológica y fenológica de 45 cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) estuvo constituida por seis sitios de caracterización, distribuidas a lo largo de los dos municipios y la evaluación de 39 variables de respuesta.

En el cuadro 5, se pueden apreciar los datos obtenidos de la caracterización que están organizados en una matriz básica de datos (MBD) en forma tabulada. La discusión de resultados se hizo en base a los análisis efectuados (componentes principales y de conglomerados) para las características cuantitativas y para las características cualitativas se hizo uso de estadística descriptiva por medio de cuadros y gráficas.

En las siguientes páginas se discutieron los resultados más importantes y se compararon con estudios o investigaciones que se han realizado en otros países, ya que en nuestro país no existe estudios o investigaciones que se hayan realizado sobre esta especie para poder comparar, la caracterización morfológica y fenológica se realizó en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

M.B.D.

M.B.D.

7.1 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS QUE INFLUYEN EN LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DEL TOMATE DE ÁRBOL

7.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

7.1.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA HOJA

A. Color de la hoja

En las características de la hoja hubo diferencia únicamente en el color de la hoja donde se permitieron detectar dos colores, donde 22 árboles que representan el 48.88% presentaron el color verde claro 7.5 GY 5/8 según escala Munsell y 23 árboles que representan el 51.11%, el color verde oscuro 5 G 3/8, según escala Munsell (ver Figura 3).

Las áreas donde se observó el color de hoja verde claro fue en los sitios de Xobor, Chutuj y Xolá y el verde oscuro en San Antonio, Caracol y Chiul.

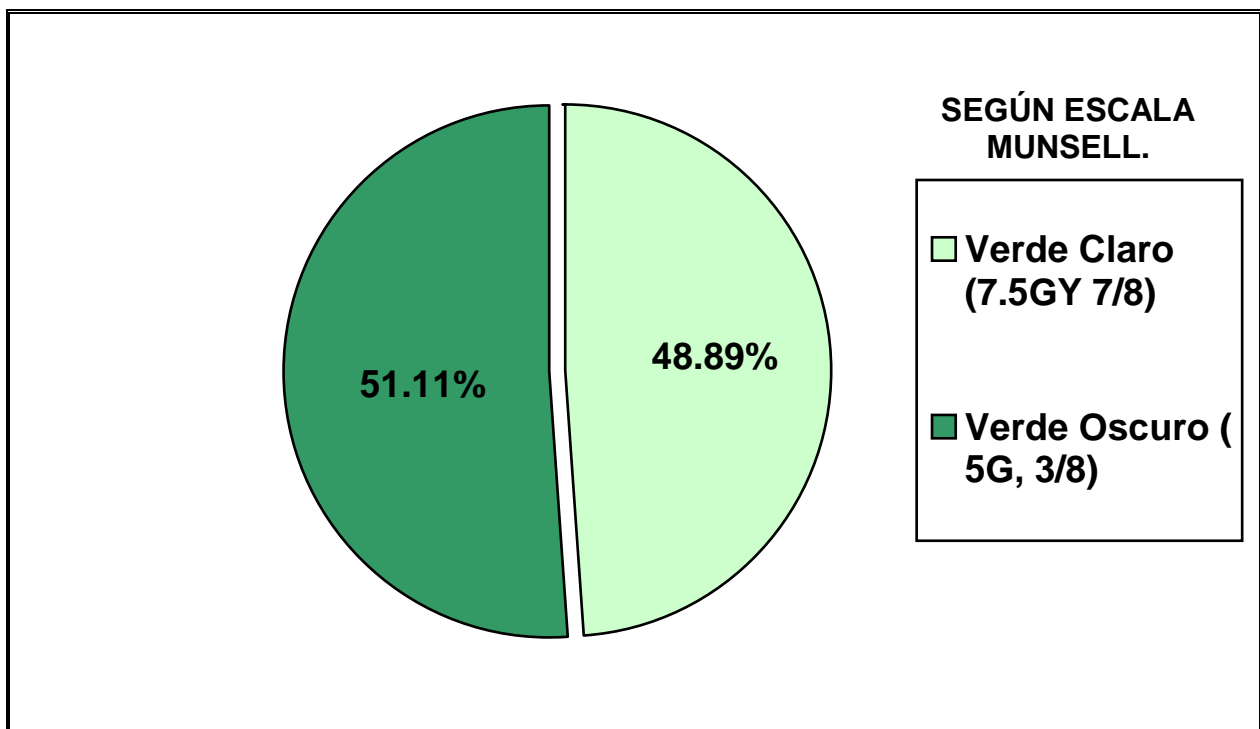


Figura 3. Color de la hoja según escala Munsell, obtenidos de los 45 cultivares de tomate de árbol. (*Cyphomandra betacea*), en Cunén y Uspantán, El Quiché.

7.1.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO

A. Tamaño del fruto

Se establecieron tres tamaños de fruto; pequeño con 22 árboles que representan el 48.89%, mediano con 12 árboles que representan el 26.67% y los grandes con 11 árboles que representan el 24.44%. Los rangos que se determinaron para medir el tamaño del fruto se tomó en base al peso, longitud y diámetro del fruto, para el fruto pequeño se tomó de referencia con un peso que va de 59.00 - 40.00 g, longitud de 6.00 a 6.82 cm., y un diámetro de 4.0 a 4.3 cm., para los frutos mediano un peso que va de los 60.00 - 69.00 g., con una longitud de 6.84 a 7.12 cm., y un diámetro de 4.4 a 4.82 cm., y para el grande con rango de peso de 70.00 - 80.00 g., longitud de 7.22 a 8.22 cm., y por ultimo con un diámetro de 4.82 - 5.02 cm (ver Figura 4).

B. Color de epicarpio

De todas las observaciones caracterizadas se determinaron tres colores diferentes, siendo ellos: Rojo 6.25R 4/12 según escala Munsell con 10 árboles que representan el 22.22%, Rojo - Anaranjado 10R 5/14, según escala Munsell con 25 árboles que representan el 55.56% y Amarillo 10YR 7/14, según escala Munsell con 10 árboles que representan el 22.22% del total de la población. (ver Figura 4).

C. Sabor del mesocarpio

Se determinó tres tipos de sabores en el mesocarpio (ver Descriptor 11.1"A") siendo estos los siguientes: agridulce, ácido y dulce; presentando 25 árboles con frutos que tienen el sabor agridulce que representan el 55.56 %, 10 árboles con el sabor ácido que representa el 22.22% y 10 árboles con el sabor dulce que representan el 22.22%, del total de la población estudiada.(ver Figura 4).

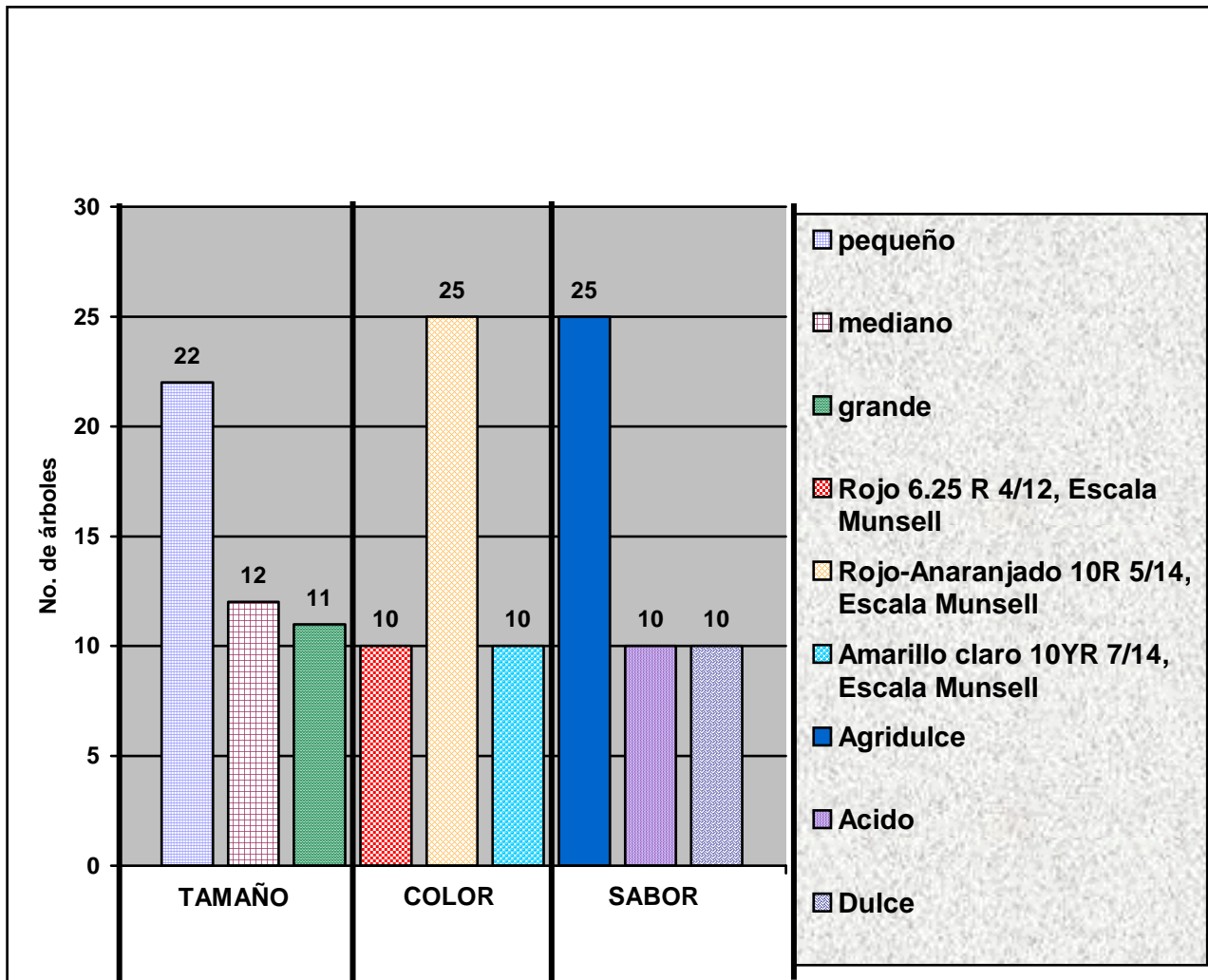


Figura 4. Características del fruto que presentaron diferencias en la caracterización de los 45 cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

7.1.2 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS

7.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FLORACIÓN Y COSECHA

A. Inicio de floración

Se estableció dos fechas donde inicia el máximo periodo de floración que son las siguientes: mayo y agosto donde se obtuvieron 28 árboles con un porcentaje de 62.22% y junio y septiembre con 17 árboles que representan el 37.77%, de una población de 45 árboles que se caracterizaron (ver Cuadro 6 y Figura 5).

El tomate de árbol es una planta que florece dos veces al año, en este estudio, 28 árboles iniciaron la floración en los meses de mayo y agosto que son los siguientes materiales: CHI01-CHI07, SA15-SA20, CHU21-CHU25, CA26, CA27, CA28, CA33, CA34, XOL38, XOL39, XOL40, XOL42 y

XOL43, esto nos indica que las áreas de Chiul, San Antonio y Chutuj y algunos materiales de Caracol y Xolá, el periodo de máxima floración se manifiesta primero en estos sitios. Luego la fecha que corresponde junio y septiembre hay 17 árboles los cuales son los siguientes cultivares: XO08 - XO14, CA26, CA27, CA28, CA33, CA34, XOL36, XOL37, XOL41, XOL44 y XOL45 estos materiales presentan su periodo de máxima floración más tardía, estas áreas corresponden a Xobor, algunos materiales de Caracol y de Xolá.

La floración, según menciona Morton (10), se desarrolla mejor a una altura de 1,525 - 3,050 msnm. pero dentro de ese rango hay variaciones en el inicio de las máximas floraciones, como por ejemplo que a mayor altura inicia más temprana la floración y es uniforme y a bajas alturas es más tardado y poco uniforme. En comparación con nuestro estudio, los árboles que inician su máxima floración en los meses de mayo y agosto, estos materiales se encuentran a una altura de 2,390 - 2,450 msnm, mientras junio y septiembre se encuentran una altura de 1,828 - 2,200 msnm.

B. Final de la floración

Se estableció dos fechas de final de la floración; junio y septiembre con 28 árboles que representan el 62.22%, julio y octubre con 17 árboles que representan el 37.77%. Podemos determinar que el final de la floración de julio y septiembre posee el mayor porcentaje de árboles (ver Cuadro 6 y Figura 5).

C. Inicio de cosecha

Se estableció cuatro fechas de inicio de cosecha, ya que el tomate de árbol florece dos veces al año con diferente intervalo floración - cosecha de 100 y 90 días.

Para el inicio de cosecha se obtuvo los siguientes resultados: en donde la 1era. semana de agosto - 3era. semana de noviembre se obtuvieron 22 árboles que representan el 48.89%, la 4ta. semana de julio - 2da. semana de noviembre con 6 árboles que representan el 13.33%, la 1era. semana de septiembre - 3era. semana de diciembre con 3 árboles que representan el 6.67% y la 4ta. semana de agosto - 2da. semana de diciembre con 14 árboles que representan el 31.11% .

Podemos mencionar que la mayor cantidad de árboles, donde inicia la cosecha la encontramos en las fechas de 1era. semana de agosto -3era. semana de noviembre (ver Cuadro 6 y Figura 5).

D. Final de la cosecha

Se estableció que la 1era. semana de septiembre - 2da. semana de diciembre se obtuvieron 22 árboles que representa el 48.89%, la 3era. semana de agosto - 1era. semana de diciembre con 6 árboles que representan el 13.33%, la 1era. semana de octubre - 2da. semana de enero con 3 árboles representan el 6.67% y la 4ta. semana de septiembre - 2da. semana de enero con 14 árboles que representan el 31.11% del total de la población, estableciendo que la mayor cantidad de árboles se obtuvo en la fecha de la 1era. semana de septiembre -2da. semana de diciembre. (ver Cuadro 6 y Figura 5)

Cuadro 6. Periodo de floración y cosecha de los 45 cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

| Característica | Mes y Semanas | Cantidad de árboles | Porcentaje (%) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Inicio de floración | mayo - agosto | 28 | 62.22 |
| | junio- septiembre | 17 | 37.77 |
| Final de floración | junio - septiembre | 28 | 62.22 |
| | julio - octubre | 17 | 37.77 |
| Inicio de cosecha | 1era. agost. - 3era. nov. | 22 | 48.89 |
| | 4ta. jul. - 2da. nov. | 6 | 13.33 |
| | 1era. sept. - 3era. dic. | 3 | 6.67 |
| | 4ta. agost. - 2da. dic. | 14 | 31.11 |
| Final de cosecha | 1era. sept. - 2da.dic. | 22 | 48.89 |
| | 4ta. agost. - 1era. dic. | 6 | 13.33 |
| | 1era. oct. - 2da. ene. | 3 | 6.67 |
| | 4ta. sept. - 2da ene. | 14 | 31.11 |

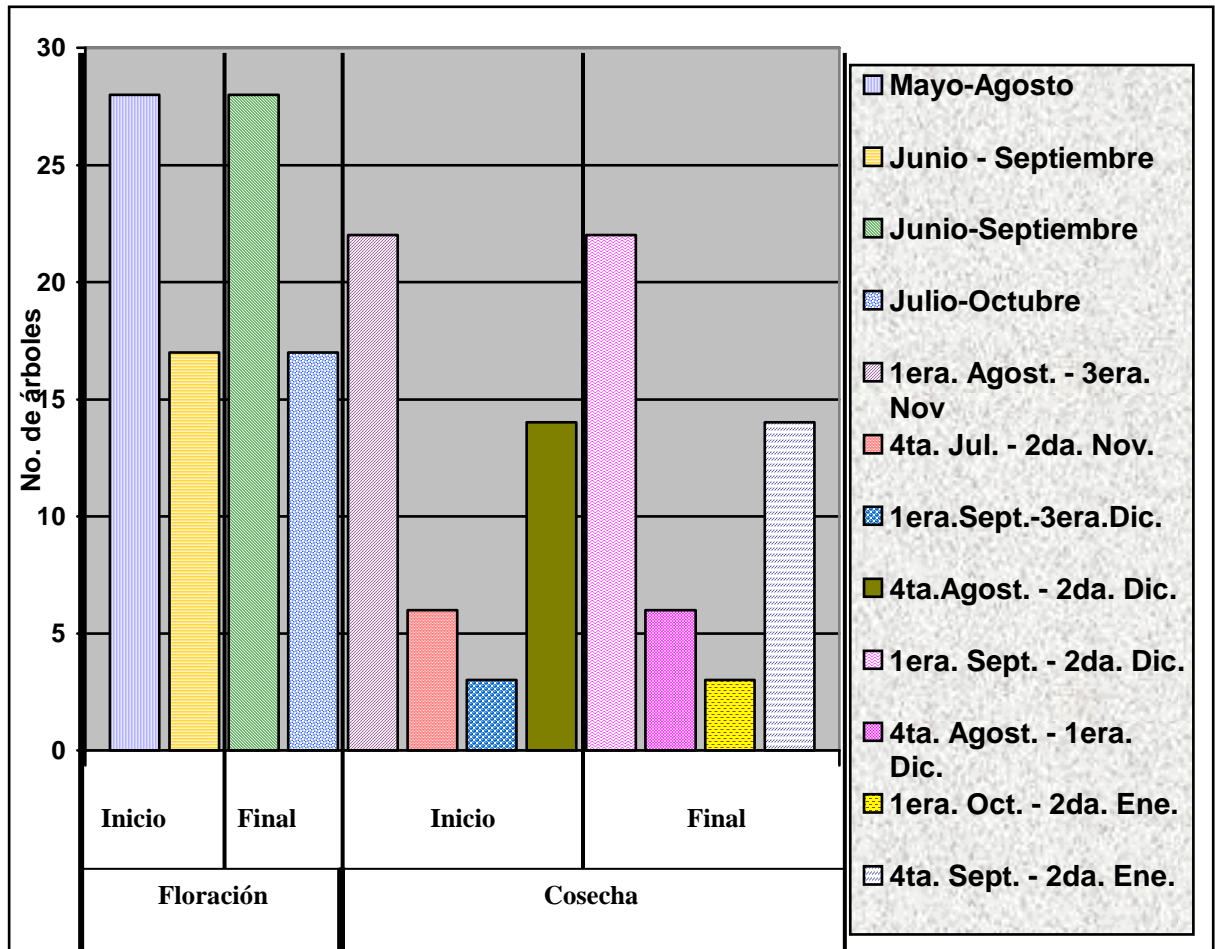


Figura 5. Periodos de floración y cosecha del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la caracterización en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

En el cuadro 7 se detalla más específicamente la relación que existe entre el inicio de la floración, intervalo de floración - cosecha, inicio de cosecha y final de la cosecha de los 45 cultivares de tomate de árbol *C. betacea*, este cuadro tiene información que nos sirvió para la discusión y mejor comprensión de los resultados obtenidos de estas características fenológicas antes mencionadas.

Cuadro 7. Fechas de inicio de la floración, intervalo floración - cosecha, inicio y final de cosecha, de los puntos de caracterización de los municipios de Cunén y Uspantán, El Quiché.

| Inicio de Floración | Intervalo de floración - cosecha (días) | Inicio de cosecha (semanas) | final de cosecha (semanas) | Cultivares |
|----------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| mayo-agosto | 100 | 1era.Agost.-3era.nov. | 1era.sept.-2da.dic. | CHI01, CHI02, CHI06, CHI07, SA15, SA16, SA20, CHU21-CHU25, CA29-CA32, CA35, XOL38-XOL40, XOL42 Y XOL43 |
| | 90 | 4ta.jul.- 2da.nov. | 4ta.agost.-1era dic. | CHI03, CHI04, CHI05, SA17, SA18 Y SA19 |
| junio - septiembre | 100 | 1era.sept.-3era.dic. | 1era.oct.-2da.ene. | XO11, XO12, Y XO14 |
| | 90 | 4ta. agost.-2da.dic. | 4ta.sept.- 2da.ene. | XO08, XO09,XO10,XO13,CA26, CA27, CA28, CA33, CA34, XOL36,XOL37, XOL41, XOL44 Y XOL45 |

7.2 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS QUE SON CONSTANTES

1. Hábito de crecimiento del árbol
2. Disposición de ramas
3. Disposición de hojas
4. Forma de la hoja
5. Textura de la hoja
6. Posición de la flor
7. Color de la flor
8. Aroma de la flor
9. Arreglo del fruto
10. Forma del fruto
11. Suavidad del fruto

12. Jugosidad
13. Color del mesocarpio
14. Aroma del mesocarpio
15. Textura del mesocarpio
16. Forma de la semilla
17. Habito de floración

7.3 CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

7.3.1 VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)

Las características generales de los árboles de las áreas estudiada se pueden resumir de la siguiente manera: el rango de altura de los árboles en edad productiva es de 2.1 a 3.5 m., con un promedio de 2.83 m. Según Bermejo (7) cita que el rango de alturas oscila de 2 - 3 m., y Morton (10) menciona que va de los 3 a 4 m., en este estudio los datos obtenidos están acordes a estos rangos. En lo que a diámetro a la altura del pecho (DAP) respecta se encontraron rangos de 4.5 - 5.6 cm., con un promedio de 4.98 cm. Bohs (2) hace mención que el rango del DAP va de los 5.0 - 10.0 cm.; variando un poco con los datos obtenidos en este estudio, por que es menor el rango del DAP en comparación con los que menciona la autora, hay que tomar en cuenta que los datos obtenidos en este estudio son tomados de árboles en edad productiva (ver Cuadro 8).

La longitud de la hoja tiene un valor máximo de 25.1 cm., y un valor mínimo de 16.5 cm., con un promedio de 19.23 cm., el ancho con un valor máximo de 13.5 cm., y un valor mínimo de 10 cm., con un promedio de 11.51cm., como lo podemos apreciar en el Cuadro 8. Morton (10), menciona en su descripción botánica que la longitud de la hoja posee un valor máximo de 35 cm., y como valor mínimo de 10 cm., y lo que es el ancho de la hoja un rango de 4 - 12 cm., en comparación con los datos obtenidos en este estudio, la longitud de la hoja y el ancho de la hoja se ubica dentro del rango que menciona la autora.

En cuanto a las características del fruto, tenemos que la longitud del fruto esta entre un rango de 6.0 - 8.22 cm., con un promedio de 6.92 cm., el diámetro del fruto con un rango de 4.0 - 5.02 cm., con un promedio de 4.48 cm., mientras el peso del fruto oscila entre 39.56 a 83.87 g., el peso del mesocarpio con valor mínimo de 14.65 g., y un valor máximo de 26.42 g., y un promedio de 19.33 g., y por ultimo tenemos el numero de frutos por árbol con rango de 43 -78 frutos y un promedio de 58.68 frutos.(ver Cuadro 8)

Morton (10) menciona que las características del fruto se resume de la siguiente manera: en la longitud del fruto oscila entre 5 - 10 cm., y 4 - 5 cm., de ancho, el peso varía de 52 - 60 g., comparándolos con los datos obtenidos en este estudio , podemos mencionar que están acorde a estos rangos.

Las características de la semilla, el peso varía entre 0.602 a 0.726 g., con un promedio de 0.600 g., y el numero de semilla por fruta oscila entre 60.0 - 98 semillas con un promedio de 79.19 semillas y las características fenológicas, tenemos el tiempo de fructificación donde no existe variabilidad es constante con 2 años y el intervalo entre floración y cosecha es de 90 a 100 días (ver Cuadro 8).

Las características que determinan la variabilidad morfológica de cultivares de tomate de árbol se resume el Cuadro 8, en las cuales el peso del fruto (C.V. 17.69%) y el peso del mesocarpio (C.V. 17.35%) y el numero de frutos por árbol (C.V. de 18.13%) son los más representativos, los valores de coeficiente de variación encontrados nos indican la variación existente en las variables estudiadas, es decir a mayor coeficiente de variación existe mayor grado de variabilidad

Cuadro 8. Características que determinan la variabilidad morfológica y fenológica de los cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.), en Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

| No. | CARACTERÍSTICA | MEDIDA | RANGO | MEDIA | CV (%) |
|-----|--------------------------|--------|-----------|--------|--------|
| 1 | Altura del árbol | m | 2.1-3.5 | 2.837 | 13.18 |
| 2 | Diámetro del árbol (DAP) | cm | 4.5-5.6 | 4.978 | 5.58 |
| 3 | Longitud de la hoja | cm | 16.5-25.1 | 19.227 | 10.64 |

Continuación del Cuadro 8.....

| | | | | | |
|----|-------------------------------------|--------|-------------|--------|--------|
| 4 | Ancho de la hoja | cm | 10-13.55 | 11.513 | 8.81 |
| 6 | Longitud del fruto | cm | 6.0-8.22 | 6.921 | 7.61 |
| 7 | Diámetro del fruto | cm | 4.0-5.02 | 4.481 | 7.83 |
| 8 | Peso del fruto | g | 39.56-83.87 | 62.160 | 17.69* |
| 9 | Peso del mesocarpio | g | 14.65-26.42 | 19.333 | 17.35* |
| 10 | Número de frutos/árbol | unidad | 43-78 | 58.689 | 18.13* |
| 11 | Peso de la semilla | g | 0.602-0.762 | 0.600 | 1.583 |
| 12 | Número de semilla/fruto | unidad | 60.0-98.22 | 79.19 | 14.199 |
| 13 | Tiempo de fructificación | años | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| 14 | Intervalo entre floración y cosecha | días | 90-100 | 95.556 | 5.20 |

* Características con mayor variabilidad con respecto a las otras variables de los 45 cultivares.

7.3.2. DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomadra betacea* (Cav.) Sendtn) POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES

El análisis de componentes principales permitió conocer aquellas características que definen la variabilidad en la población, así como en que porcentaje definieron la variación. El análisis permitió identificar dos componentes que explican el 59 % de la variación, así como las características presentes dentro de cada componente.

El primer componente principal llamado características del fruto está compuesto de la siguiente manera: peso del fruto, diámetro del fruto, Peso de la semilla, longitud del fruto y numero de semillas por fruto que expresan el 42.24 % de la variabilidad total.

El segundo componente principal denominado "Características de estructura del árbol" explica el 16.66% de la variación total e incluye las variables: altura del árbol y diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP).

Dentro de las características morfológicas que definen la variación en la población de árboles de tomate de árbol están: peso del fruto, diámetro del fruto, peso de la semilla y numero de semillas por fruto. De esto se induce que la mayor variación esta definida por caracteres del fruto y semilla,

determinándose que siete características están influyendo en la variabilidad encontradas en tomates de árbol en los dos municipios de El Quiché (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Componentes principales, variables que determinan la variabilidad dentro de cada componente de la caracterización morfológica y fenológica de los 45 cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.).

| COMPONENTE | NOMBRE | Eigen-valor | VARIABILIDAD EXPLICADA (%) | VARIABLES DISCRIMINANTES | VECTORES PROPIOS |
|------------|--|-------------|----------------------------|--|------------------|
| 1 | Características del fruto | 5.07 | 42.24 | Peso del fruto | 0.9666 |
| | | | | Diámetro del fruto | 0.9529 |
| | | | | Peso de la semilla | 0.8684 |
| | | | | Longitud del fruto | 0.9467 |
| | | | | Número de semilla/fruto | 0.8890 |
| 2 | Características de la estructura del árbol | 1.99 | 16.66 | Altura del árbol | 0.8546 |
| | | | | Diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP) | 0.8611 |

7.3.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS DE GRUPOS DE LOS CULTIVARES DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn)

La representación gráfica en el análisis de grupos más utilizada es el fenograma que permitió observar la similitud entre los diferentes individuos los valores de similitud se expresan en una escala que esta colocada en el extremo superior, las unidades se colocan en el extremo inferior, y dan origen cada una a un eje horizontal, estos ejes se juntan intercedidas por ejes verticales que dan a conocer el nivel de similitud que existen entre los individuos o núcleos (ver Figura 6).

De acuerdo al fenograma se obtuvo tres conglomerados donde se manifiesta la mayor similitud y once cultivares individuales los cuales se encuentra aislados de los demás grupos o conglomerados por ser menos similares, en el Cuadro 10 observamos la distribución de los cultivares en cada conglomerado.

Cuadro 10. Distribución de los cultivares en conglomerados obtenidos a partir del fenograma, de la caracterización morfológica y fenológica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

| <i>Conglomerado</i> | <i>Cantidad de árboles</i> | <i>Cultivares</i> |
|----------------------------|----------------------------|---|
| I | 8 | XOL41, XOL37, XOL36, CA28, CA27, CA34, CA26, Y SA17 |
| II | 6 | XO10, XOL45, XO08, CHI04, XO13, CHI03 |
| III | 20 | CHU21, SA20, CHI02, CA31, CA29, CHU25, CA30, CA35, XOL40, CA32 CHU23, XOL42, XO11, SA15, SA16, XOL39, XOL38, XO14, XO12 Y CHI01 |
| CULTIVARES INDIVIDUALES | 11 | XO09, CHI05, SA18, CHU22, CHI06, SA19, XOL43, XOL44, CHU24, CA33, Y CHI07 |

La definición de los grupos o conglomerados se formaron a partir de una distancia de similitud de 10 unidades que fue seleccionada en la escala, a manera de obtener grupos representativos y homogéneos, los once cultivares individuales que se observan en el fenograma no forman parte de ningún grupo, ya que son diferentes y presentan muy poca similitud, es importante señalar que todos los árboles quedan integrados en una sola estructura a una distancia de 13.02 unidades de similitud mismo que representa el valor más bajo de similitud, ubicándose a esa distancia los cultivares CHI05 y XO09. El conglomerado I se forma a partir de una distancia de 9.00 unidades de similitud, los materiales con un alto valor de similitud son: CA34 y CA26 con 5.41 unidades de similitud, mientras el conglomerado II se forma a partir de una distancia de 9.32 unidades de similitud, los cultivares con un alto valor de similitud son: XO08, CHI04, XO13 y CHI03 con 4.8 unidades de similitud, en cuanto al conglomerado III lo integran 20 observaciones y se formo a partir de una distancia de 8.92 unidades de similitud, los cultivares con valores de similitud altos son: XOL40 Y CA32 cuyo valor de similitud es de 4.3 unidades de similitud (ver Figura 6).

**DIAGRAMA ARBORECENTE
DE LOS 45 CULTIVARES DE
TOMATE DE ARBOL**
Cyphomandra betacea (Cav.) Sendtn

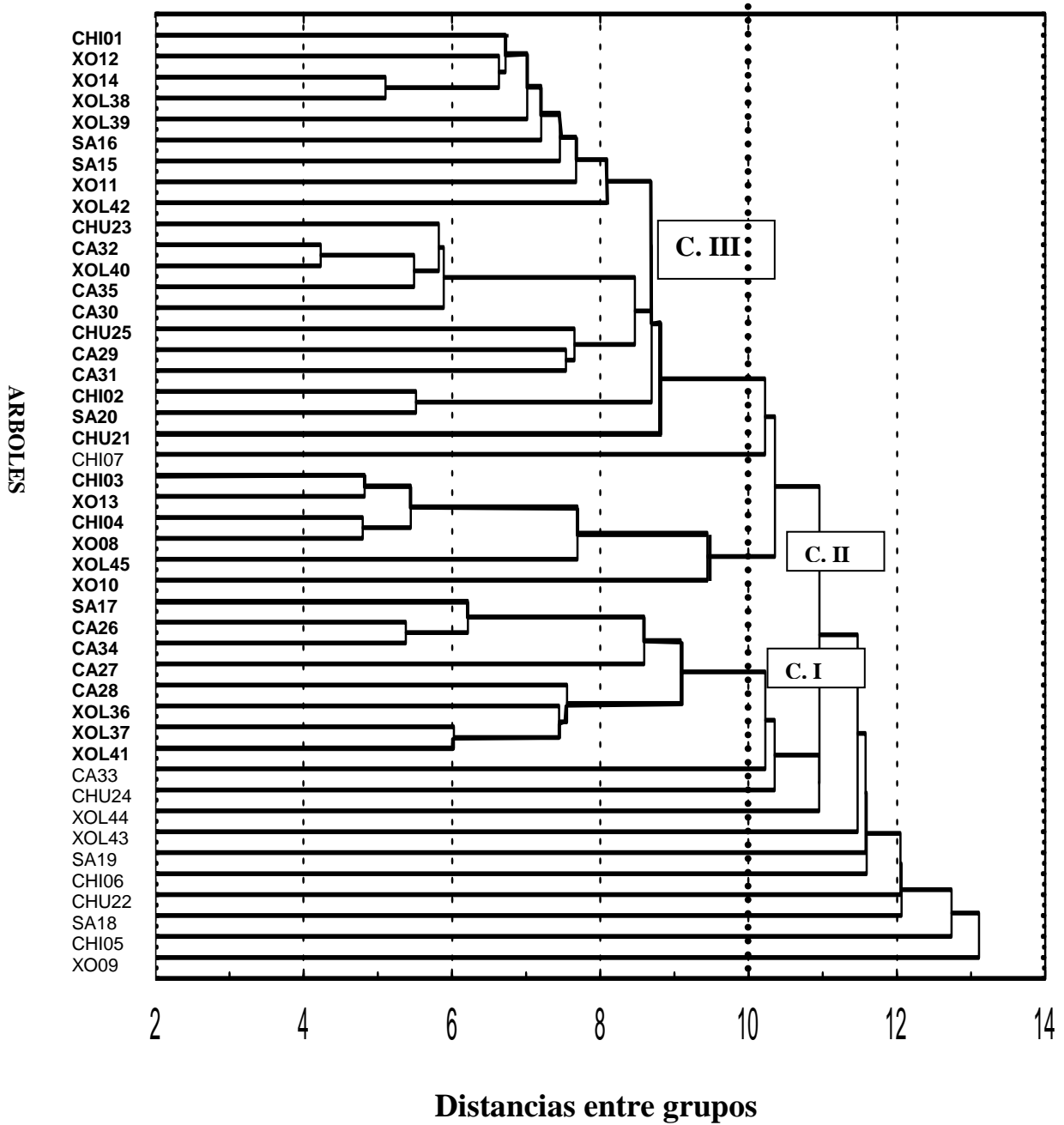


Figura 6: Fenograma de los 45 cultivares de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), caracterizados en los municipios de Cunén y Uspantán del departamento de El Quiché.

7.3.4. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS (Diferencias y Similitudes).

Como resultado de la aplicación de la técnica del análisis de conglomerados a la matriz básica de datos, que contenía la información relacionada con las variables que tipifican a 45 cultivares de tomate de árbol, fue posible la definición de tres conglomerados y once cultivares individuales que reflejan el grado de similitud existente entre dichas observaciones en función de sus características morfológicas y fenológicas que se detallan en el Cuadro 11.

7.3.4.1 Conglomerado I

Constituido por ocho observaciones (17, 26, 27, 28, 34, 36, 37 y 41), que corresponden a árboles de los sitios de San Antonio, Caracol, y Xolá, las características son las siguientes: el peso del fruto dentro de este grupo de observaciones es de 51.28 g. en promedio con un rango que varía de 55.49 - 48.22 g., son frutos de tamaño pequeño, en su mayoría son de color amarillo de sabor dulce, El peso del mesocarpio dentro de este grupo de árboles va de un rango de 17.62 a 15.04g. mientras su peso promedio es de 16.00 g, el número de frutos por árbol es de 53 frutos con un rango que oscila de los 64.00 a 43.00 frutos, este conglomerado y el conglomerado II son los que menos número de frutos por árbol poseen, con respecto al peso de la semilla se obtuvo un peso promedio de 0.480 g. encontrándose árboles que su peso mínimo es de 0.540 g. y otros con un peso máximo de 0.430 g., el número de semillas por fruto se obtuvo un promedio de 65.23, con un rango que oscila de 70 a 60 semillas. El intervalo de floración - cosecha promedio para este grupo de árboles es 90 días (ver Cuadro 11).

7.3.4.2 Conglomerado II

Dentro de este conglomerado cuenta con 6 observaciones (3, 4, 8, 10, 13 y 45) ubicadas en los siguientes sitios: Xolá, Xobor y Chiul, este grupo de árboles se caracterizan por poseer es su mayoría frutos de color rojo naranja, sabor agridulce, son de tamaño mediano, poseen un peso promedio de 57.05 g. con un rango que varía de 49.84 a 67.94 g, el peso promedio del mesocarpio es 18.28 g con un rango que oscila de 16.25 a 20.98 g., el número de frutos por árbol va de un rango de 44 a 48 frutos con un número promedio de 46 frutos, con respecto al peso promedio de la semilla fue de 0.627 g. cuyo rango

oscila entre 0.600 a 0.650 g, mientras la cantidad de semillas por fruto va de un rango de 78 - 84 semillas, con un número promedio de 82 semillas, el intervalo floración - cosecha es de 90 días (ver Cuadro 11).

7.3.4.3 Conglomerado III

Lo constituye veinte observaciones (1, 2, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 23, 25, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39, 40, y 42) ubicados en los sitios de Chiul, Xobor, Xolá, Caracol, Chutuj y San Antonio, este grupo se caracterizan por frutos grandes, en su mayoría son de color rojo - naranja, sabor de ácido a agridulce, estos poseen un peso promedio del fruto de 68.48 g. con un rango que oscila de 54.68 a 81.30g, mesocarpio de 21.64 g. y un rango de 25.72 a 17.57 g, en cuanto el número de frutos por árbol su rango va de los 45 a 76 frutos, con un promedio de 59 frutos, el peso promedio de la semilla es de 0.647 g. con un rango que oscila de 0.540 g. a 0.760 g, con respecto al número de semillas por fruto se obtuvo un promedio de 84 semillas con un rango que varía de 71 a 98 semillas, su intervalo de floración - cosecha es de 100 días (Cuadro 11).

CUADRO RESUMEN DE CONGLOMERADOS

8. CONCLUSIONES

1. Por medio del análisis de conglomerados podemos concluir que se determinaron tres conglomerados y once cultivares individuales, de los cuales los cultivares que poseen mayor valor de similitud son: CA32 y XOL40 con un valor de similitud de 4.3 unidades, pertenecientes al conglomerado III, mientras los cultivares con un valor de similitud muy bajo son : CHI05 y XO09 con una valor de similitud de 13.02 unidades.
2. De las características cualitativas morfológicas y fenológicas podemos concluir donde existen diferencias son: color de la hoja, tamaño del fruto, color del epicarpio, sabor del mesocarpio, inicio de la floración final de la floración, inicio de la cosecha y final de la cosecha.
3. Las variables que en mayor proporción explicaron la variabilidad existente entre los cultivares de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn., fueron los relacionados con características del fruto y semilla con 42.24% y características de la estructura del árbol con un 16.66%, explicando dichas variables el 58.9%, del total de la variación presente en la población estudiada.
4. Los árboles que pertenecen al conglomerado III son los que mejores características poseen cuyo peso promedio del fruto es de 68.48 g, mesocarpio de 21.64g, semilla de 0.647 g, número de semillas por frutos de 84.56 y número de frutos por árbol de 59, dentro de este conglomerado los cultivares más promisorios son: CHI02, SA20, XOL42 y XO11. por poseer frutos grandes, color rojo - naranja y de sabor de ácido a agridulce, con un intervalo de floración - cosecha de 100 días.

9. RECOMENDACIONES

1. Para la realización de posteriores caracterizaciones, se pueden utilizar las características que en mayor grado definen la variación, siendo estas el peso del fruto, peso del mesocarpio, peso de la semilla, intervalo de floración – cosecha, inicio y final de la floración, inicio y final de la cosecha, color del epicarpio, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura del árbol y tamaño del fruto.
2. Las características cuantitativas y cualitativas que presentan poca variabilidad como lo son: longitud y ancho de la hoja, longitud y ancho del fruto, diámetro del fruto, habito de crecimiento, disposición de ramas y hojas, forma, textura de la hoja, posición, aroma, arreglo, forma, suavidad, jugosidad del fruto, color y aroma del mesocarpio, textura del epicarpio, forma de la semilla y habito de floración, no deben tomarse en cuenta en próximas caracterizaciones.
3. Cuando se realicen nuevas caracterizaciones morfológicas y fenológicas en esta especie es recomendable que las áreas que se seleccionen, sean amplias, para evaluar si existe una mayor amplitud de la variación en las características morfológicas y fenológicas que influyen en la variabilidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ALIAGA, J.E. 1985. Estudio tecnológico del procesamiento del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra crassifolia*) para la elaboración de jugos, néctares y mermeladas. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria "La Molina", Facultad de Ingeniería Química. p. 1-9. (<http://www.unac.edu.pe/investigación/catalogo98/fig-final.htm>).
2. BOHS, L. 1989. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra*. Economic Botany (USA) 43:143-163.
3. CRISCI, J.V.; LOPEZ, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, EE.UU., O.E.A. 132 p.
4. CRUZ, J. R. DE LA 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p.14-36.
5. GERARDO, H. 1995. *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. Costa Rica. (<http://www.jopher.mobot.org/manual.planta/037414/5037563.html>).
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v.1, 833 p., v.2, p. 727-731., v.4, p. 189-194.
7. HERNANDEZ BERMEJO, J.E.; LEON, J. 1992. Cultivos marginados otra perspectiva. Italia, FAO. 339 p. (Colección FAO-II FPPV-26.).
8. HEWETT, E.W. 1993. New horticultural crops in New Zealand. New York, USA. p. 57-64, (<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceeding1993/v2-057.html#tree>).
9. JONES, S.B. Jr. 1988. Sistemática vegetal. Trad. María Lourdes Huesca Tapia. 2 ed. México, McGRAW-HILL. 536 p.
10. MORTON, J. 1987. Tree tomato, in fruit of warm climate. USA. p. 437-440. (http://www.hort.purdue.edu/Newcrop/morton/tree_tomato.html).
11. PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Washington, D.C., USA, OEA. 94 p.
12. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

13. UTRERA GARCÍA, L.A. 1994. Caracterización morfológica y fenológica "*in situ*" de cultivares de zapote *Pouteria mammosa* (L.) Cronquist, en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
14. TOMATE DE árbol. 1998. (<http://www.ciudadfutura.com/ecuador/agri/frutales/tomate.a.html>).
15. TOMATE DE árbol (*Cyphomandra betacea*). 1992. Ecuador, Corporación Financiera Nacional. p.1-4. (<http://www.cfn.fin.ec/arbol.htm>).
16. WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. 1999. The families of flowering plants: descriptions illustrations, identification, and information retrieval. 19 ed. USA. (<http://biodiversity.uno.edu/delta>).

11. APENDICE

11.1. DESCRIPTOR

A. CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

1. ARBOL

1.1 Altura del árbol.

Expresada en metros; medida desde la base al punto mas alto del árbol

1.2 Diámetro del tallo

Expresado en metros; medido en forma diametral a la altura del pecho

1.3 Habito de crecimiento

0. erecto

1. abierto

2. compacto

1.4 Disposición de las ramas

0. opuestas

1. alternas

2. verticiladas

2. HOJA

2.1 Longitud de la hoja

en cm; medida de la base del pecíolo al ápice de la hoja, y tomada de la media de diez observaciones

2.2 Ancho de la hoja

Expresado en cm; medido entre ambos bordes del área central de la hoja y tomado de la media de diez diferentes observaciones

2.3 Disposición de las hojas

0. opuestas

1. alternas

2. otras

2.4 Forma de la hoja

0. redondeada

1. lobulada

2. cordada (acorazonada)

3. ovalada

4. otras (especificar)

2.5 Color de la hoja.

0. verde amarillo (5 GY 5/10, escala Munsell)

1. verde pálido (7.5 GY 5/8, escala Munsell)

2. verde oscuro (5 G 3/8, escala Munsell)

3. otros (especificar)

2.6 Textura de la hoja.

0. lisa

1. áspera

2. serosa

3. otra

3. FLOR

3.1 Posición de la flor

0. axilar en la rama

1. terminal en la rama

2. axilar en el tallo

3. otra (especificar)

3.2 color de la flor

0. rojo violeta claro (10P 8/4, escala Munsell)
1. púrpura (5P 6/6, escala Munsell)
2. otros (especificar)

4.3 aroma de la flor

0. ninguno
1. regular
2. fuerte
3. muy fuerte

4.4 polinización

0. autógama
1. alógama
2. mixta (alógama y autógama)
3. partenocarpica

5. FRUTO

4.1 Longitud del fruto

Expresada en centímetros; medida de la base del pedúnculo al ápice del fruto, y tomada de la media de diez diferentes observaciones.

4.2 Diámetro del fruto

Expresada en cm; medido diametralmente en el área central del fruto y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.3 Peso del fruto

Expresado en gr, peso del fruto completo tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.4 Peso del mesocarpio

Expresado en gr., peso de la porción comestible del fruto.

4.5 No. de frutos por árbol

4.6 Arreglo de los frutos

0. solitarios
1. en grupos

4.7 Tamaño del fruto

Basado en la estimación de longitud, diámetro y peso de diez frutos en completo estado de madurez.

0. pequeño
1. mediano
2. grande

4.8 Forma del fruto

0. alargada
1. ovalada
2. redonda
3. otra (especificar)

4.9 Suavidad del fruto

0. suave
1. medio
2. duro

4.10 Jugosidad del fruto

0. seco
1. jugoso
2. muy jugoso

4.11 Color el mesocarpio

0. Rojo-naranja (1OR 6/14, escala Munsell)
1. Amarillo - naranja (3.75YR 6/12, escala Munsell)

2. Naranja (5YR 6/12, escala Munsell)
3. amarillo claro (7.5Y 8.5/10, escala Munsell)

4.12 Color del epicarpio

0. púrpura (5P 3/6, escala Munsell)
1. rojo (6.25R 4/12, escla Munsell)
2. rojo-anaranjado (10R 5/14, escala Munsell)
3. amarillo (10YR 7/14, escala Munsell)

4.13 Sabor del mesocarpio.

Esta característica se hizo en base a que 70 personas distribuidos en los dos municipios, degustaran de los frutos y dieran su opinión de las características del sabor.

0. insípido
1. amargo
2. agridulce
3. ácido
4. dulce
5. muy dulce
6. otros (especificar)

4.14 Aroma del mesocarpio

0. ninguno
1. medio
2. fuerte

4.15 Textura del mesocarpio

0. lisa
1. áspera
2. grasosa
3. otra

4. SEMILLA

5.1 Semilla por frutos

Expresados en unidades; número de semillas presentes en cada fruto, tomado de la media de diez diferentes observaciones.

5.2 Peso de la semilla

Expresado en gramos; peso de la semilla completa tomado de la media de diez diferentes observaciones.

5.3 Forma de la semilla

0. alargada
1. ovalada
2. circular
3. otras (especificar)

A. CARACTERÍSTICAS FENOLOGICAS

1. FLORACIÓN

1.1 Hábito de floración

0. cada dos años
1. una vez al año
2. dos veces al año
3. todo el año
4. tres veces al año
5. otros (especificar)

5.1 Inicio de la floración

0. mayo y agosto
1. junio y septiembre

2. julio y octubre
3. otros (especificar)

3.1 Final de la floración

0. junio y septiembre
1. julio y octubre
2. agosto y noviembre
3. otros (especificar)

4. FRUCTIFICACIÓN

4.1 Tiempo para fructificación

Expresado en unidades; número de años transcurridos desde el establecimiento en el campo hasta la manifestación de la primera cosecha.

4.2 Intervalo entre floración y cosecha

Expresado en unidades; número de días transcurridos entre el inicio de la floración y el inicio de la cosecha

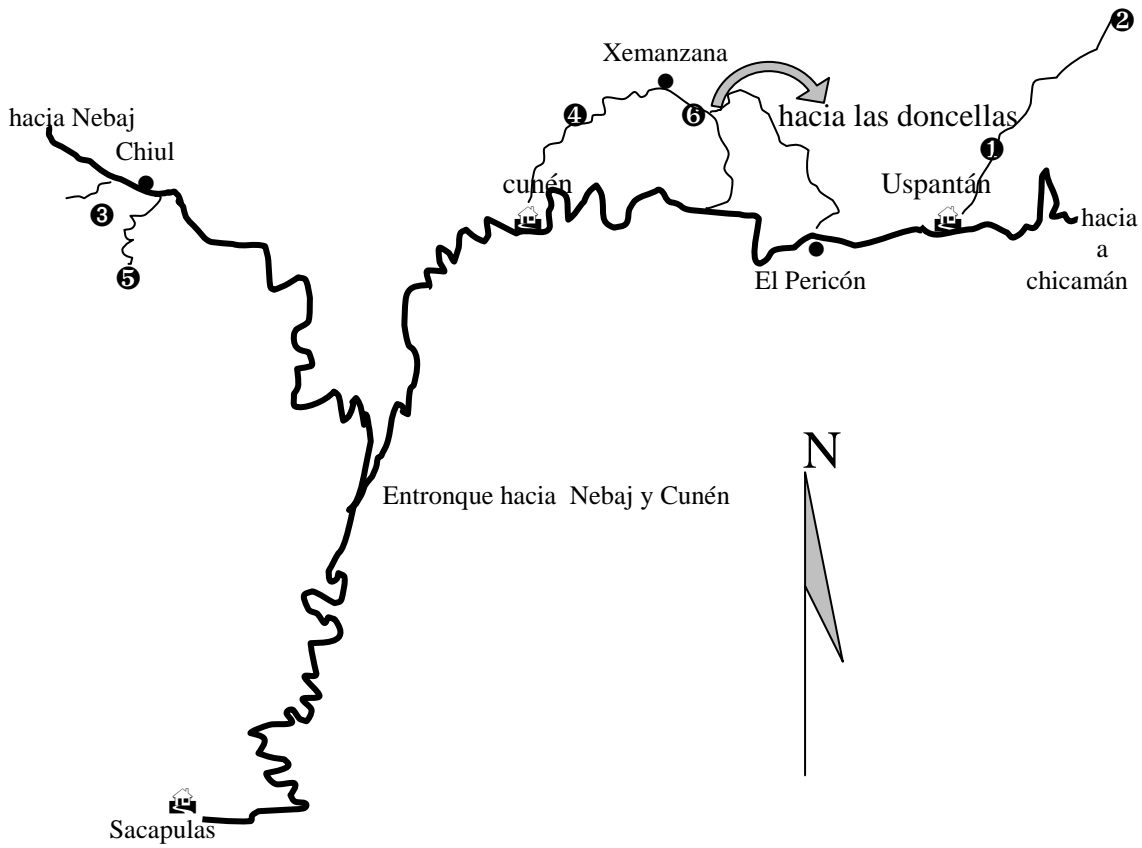
4.3 Inicio de la cosecha

0. 1era. semana de Agosto y 3era.semana de Noviembre
1. 4ta.semana de Julio y 2da.semana de Noviembre.
2. 1era. semana de Septiembre y 3era. semana de Diciembre.
3. 4ta. semana de agosto y 2da semana de Diciembre.

4.4 Final de la cosecha

0. 1era. semana de Septiembre y 2da semana de Diciembre
1. 4ta. semana de Agosto y 1era. semana de Diciembre.
2. 1era semana de Octubre y 2da semana de Enero.
3. 4ta.. semana de Septiembre y 2da. semana de Enero.

11.2 "A" CROQUIS DE LOS PUNTOS DE CARACTERIZACIÓN.



Referencia

| | |
|----------------|-----|
| 1. Xola | XO |
| 2. Caracol | CA |
| 3. Chiul | CHI |
| 4. Xobor | XOB |
| 5. San Antonio | SA |
| 6. Chutuj | CHU |

Figura 7"A": Croquis de las áreas recorridas y localización de los puntos de caracterización.

Cuadro 12"A". Contribución de los caracteres a los dos primeros componentes de la caracterización del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* en Cunén y Uspantán, El Quiché.

| CARÁCTER | 1er. COMPONENTE | 2do. COMPONENTE |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Altura del árbol | -0.260484 | -0.854653 |
| Diámetro a la altura del pecho (DAP) | -0.207695 | -0.861093 |
| Longitud de la hoja | 0.379195 | 0.332491 |
| Ancho de la hoja | 0.142335 | 0.201373 |
| Longitud del fruto | -0.946744 | 0.006796 |
| Diámetro del fruto | -0.952884 | 0.015317 |
| Peso del fruto | -0.966422 | 0.009404 |
| Peso del mesocarpio | -0.080175 | -0.186539 |
| Peso de semilla | -0.868399 | 0.363877 |
| Numero de semillas por fruto | -0.8889668 | 0.339085 |
| Intervalo de floración y cosecha | -0.636823 | 0.49823 |
| Numero de frutos por árbol | -0.315117 | -0.302229 |
| Variabilidad explicada | 5.068973 | 1.999390 |
| Prp.Tolt | 0.422414 | 0.166616 |
| Total de la variabilidad en % | 42.24144 | 16.66159 |

Nota: los valores dentro del cuadro representan a los eigen-valores de cada componente

matriz general de datos

matriz general de datos

11.4 FOTOGRAFÍAS DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn)



Figura 8: Fotografía donde se observa la forma de la hoja y el fruto.

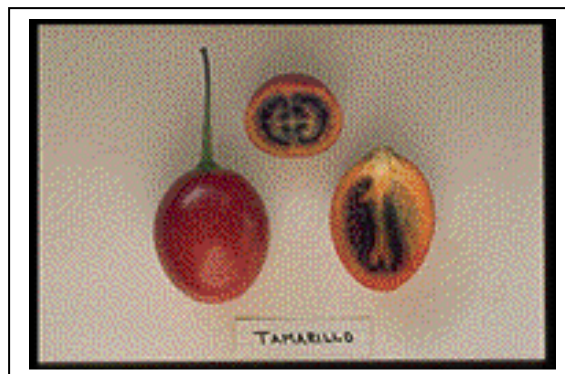


Figura 9: Fotografía donde muestra un corte transversal y longitudinal del fruto color rojo.



Figura 10: Fotografía donde se observa la posición de los frutos en el árbol.

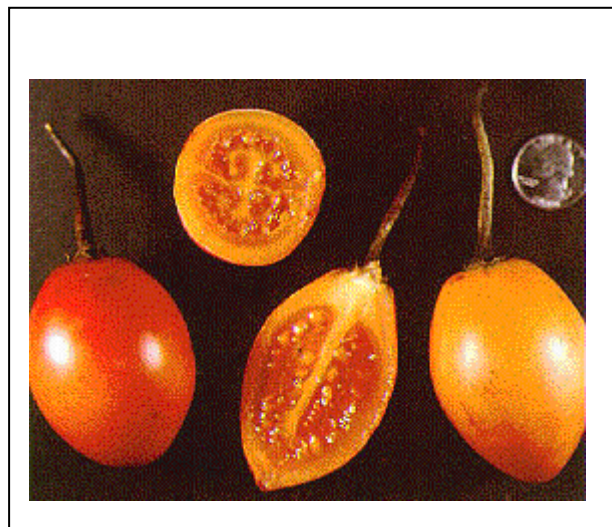


Figura 11: Fotografía que muestra el corte transversal y longitudinal del fruto color anaranjado.



Figura 12: Fotografía donde muestra la posición de los frutos color naranja en el árbol



Figura.13: Fotografía donde se observa a los frutos cuando están verdes y maduros.



Figura 14. Fotografía donde muestra la flor del tomate de árbol.

