

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

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y AGRONOMICA DE 14 CULTIVARES DE JICAMA  
(Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA  
TROPICAL BULBUXYA (CATBUL), SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATAMALA

POR  
PROSPERO ALVARO GILBERTO CARRASCOZA URIZAR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1998

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Wiliam Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim
SECRETARIO:	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, octubre de 1998.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribuna' Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:


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

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y AGRONOMICA DE 14 CULTIVARES DE JICAMA (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA (CATBUL), SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

  
Próspero Alvaro Gilberto Carrascoza Urizar

## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Padre supremo que me ha iluminado y ayudado siempre para poder alcanzar mis metas.
- MIS PADRES** Carlos Carrascoza Figueroa y Eva Oralia Urizar Ramos. Como muestra de amor y gratitud y que todos sus esfuerzos y sacrificios, sean compensados en parte por este triunfo.
- MIS HERMANOS** Benilde Aracely, Londy Anabela, Emerita Yuliza y Carlos Juvenal. Por todo el apoyo y estímulo brindado para salir adelante.
- MI SOBRINO** Kevin Arón, que Dios lo bendiga siempre
- MI CUÑADO** Estuardo Girón, con aprecio y respeto.
- MIS ABUELOS** Gilberto Carrascoza (Q.E.P.D.), Lucrecia Figueroa Próspero Urizar (Q.E.P.D.), Trinidad Ramos. Con mucho cariño.
- MIS TIOS, TIAS,** Con sincero aprecio, en especial a José Arturo Carrascoza e Hida Urizar.
- PRIMOS Y PRIMAS** Con aprecio y cariño.
- MIS AMIGOS Y AMIGAS** Como recuerdo de las experiencias compartidas y muestra de amistad, en especial a Genaro Morales, Luis Alfredo Quezada y María Eugenia García.
- A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION** Juan Herrera, Bayron Garcia, Miguel Laparra, Omar Zamayoa, Rodolfo Aspuac, Ronal Gálvez, Lizardo Rodas y Jorge Ruiz (Q.E.P.D.). Por su amistad y apoyo durante mi carrera.

**TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**MI PATRIA, GUATEMALA.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**FACULTAD DE AGRONOMIA.**

**INSTITUTO TEORICO PRACTICO DE AGRICULTURA.**

**INSTITUTO FRANCISCO MENDEZ ESCOBAR.**

**ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA ALDEA PACHILIP, JOYABAJ,  
QUICHE.**

**MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y PARSONAS EN GENERAL QUE  
CONTRIBUYERON EN MI FORMACION.**

## AGRADECIMIENTO

- Muy sinceramente a mis asesores Ing Agr. Anibal Bartolomé Martínez, Ing. Agr. Juan José Castillo Mont y P. Agr. José Ernesto Carrillo (Q.E.D.C), por su valiosa orientación en la realización de la presente investigación
- Al personal técnico, administrativo y de campo, del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, especialmente al Ing. Agr. Francisco Rafael Ibarra Cifuentes (Q.E.D.C), por el apoyo y colaboración en la ejecución de la investigación.
- Al Ing. Agr. Francisco Vasquez, por la amistad y apoyo en toda ocasión.
- Al Dr. Marten Sorensen, por proporcionar el material genético de algunos materiales de jicama evaluados en la presente investigación.
- A Bayron Gonzalez, por su ayuda en el procesamiento e interpretación de algunos análisis estadísticos.

## INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
3.1.1. Distribución geográfica y origen del cultivo de jicama.....	4
3.1.1.1. <i>P. erosus</i> (L.) Urban.....	4
3.1.1.2. <i>P. tuberosus</i> (Lam.) Sprengel.....	5
3.1.1.3. <i>P. ahipa</i> (Wedd.) Parodi.....	5
3.1.1.4. <i>P. ferrugineus</i> (Piper) Sorensen, Camb. Nov.....	6
3.1.1.5. <i>P. panamensis</i> Clausen.....	6
3.1.2. Importancia del cultivo.....	6
3.1.3. Descripción botánica.....	8
3.1.3.1. Tallos.....	8
3.1.3.2. Hojas.....	8
3.1.3.3. Inflorescencias.....	9
3.1.3.4. Flores.....	9
3.1.3.5. Frutos.....	9
3.1.3.6. Semillas.....	9
3.1.3.7. Raíces.....	10
3.1.4. Contenido bromatológico.....	10
3.1.5. Caracterización.....	11
3.1.6. Taxonomía numérica.....	11
3.1.7. Los caracteres como datos científicos.....	14
3.1.8. Evaluación de las técnicas numéricas.....	15
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	16
3.2.1. Descripción general del área.....	16
3.2.1.1. Ubicación y extensión.....	16
3.2.1.2. Zona de vida.....	16
3.2.1.3. Fisiografía y morfología.....	17
3.2.1.4. Características climáticas.....	17
3.2.1.5. Hidrografía.....	17
3.2.1.6. Suelos.....	18
3.2.1.7. Vías de acceso.....	18
3.2.2. Trabajos de caracterización realizados.....	18
3.2.3. Material experimental.....	19
4. OBJETIVOS.....	22
4.1. General.....	22
4.2. Específicos.....	22
5. HIPOTESIS.....	22
6. METODOLOGIA.....	23
6.1. CARACTERIZACION DE CAMPO.....	23

6.1.1.	Metodología experimental.....	23
6.1.2.	Modelo estadístico.....	24
6.1.3.	Determinación del tamaño de muestra.....	25
6.1.4.	Manejo del experimento.....	26
6.1.4.1.	Preparación del terreno.....	26
6.1.4.2.	Trazo del diseño experimental.....	26
6.1.4.3.	Siembra.....	26
6.1.4.4.	Control de malezas.....	26
6.1.4.5.	Control de plagas.....	27
6.1.4.6.	Control de enfermedades.....	27
6.1.4.7.	Fertilización.....	27
6.1.4.8.	Riego.....	27
6.1.4.9.	Cosecha.....	28
6.1.5.	Obtención de la información.....	28
6.2.	ANÁLISIS DE LA INFORMACION.....	29
7.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
7.1.	Variablas cualitativas ( <i>descripción</i> ) y cuantitativas ( <i>análisis de varianza</i> ).....	31
7.2.	Análisis de correlación.....	45
7.3.	Análisis de agrupamiento.....	48
7.3.1.	Descripción del fenograma.....	50
7.4.	Materiales promisorios.....	55
8.	CONCLUSIONES.....	58
9.	RECOMENDACIONES.....	59
10.	BIBLIOGRAFIA.....	60
11.	APENDICES.....	62
11.1.	GLOSARIO.....	63
11.2.	Descriptor de jícama ( <i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban, utilizado en la caracterización, de los 14 cultivares. CATBUL, 1997.....	66



## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Contenido de nutrientes por 100 gr de materia fresca de raíz tuberosa de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban).....	10
Cuadro 2. Códigos, procedencias y número de tratamiento de los cultivares de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban), caracterizados. CATBUL, 1997.....	20
Cuadro 3. Caracterización general de 14 cultivares de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban), bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panán, Suchitepequez. 1997.....	33
Cuadro 4. Variables constantes de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban.), manifestadas durante la caracterización. CATBUL, 1997.....	37
Cuadro 5. Lista de variables cuantitativas y resultados del análisis de varianza de 14 cultivares de jícama ( <u>P. erosus</u> L. Urban.) caracterizados. CATBUL, 1997.....	40
Cuadro 6. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables del tallo que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	42
Cuadro 7. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de la hoja que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	42
Cuadro 8. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de inflorescencias que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	43
Cuadro 9. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de la vaina que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	43

Cuadro 10.	Resumen de la comparación múltiple de medias Duncan, en variables de semilla que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	44
Cuadro 11.	Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de raíz tuberosa que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1987.....	44
Cuadro 12.	Variables que presentaron correlaciones significativas, en la caracterización de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban). CATBUL, 1997.....	46
Cuadro 13.	Lista de variables cuantitativas y cualitativas utilizadas en el análisis de agrupamiento en la investigación de caracterización de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban). CATBUL, 1987.....	49

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Ubicación y distribución de los tratamientos en el área de estudio, de 14 cultivares de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban) caracterizados. CATBUL, 1997.....	24
Figura 2.	Gráfico de media de medias de subconjunto, para la variable largo del folíolo central de la hoja de jícama ( <u>P. erosus</u> L. Urban), en función del número de plantas muestreadas. CATBUL, 1997.....	25
Figura 3.	Fenograma de características cualitativas y cuantitativas en 14 cultivares de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) Urban.), caracterizados. CATBUL, 1987.....	52
Figura 4 A.	Esquema que muestra los estados de forma de folíolos en la hoja.....	76
Figura 5 A.	Esquema que muestra los estados del margen en folíolos de la hoja.....	77
Figura 6 A.	Esquema que muestra los estados del ápice y base en folíolos de la hoja.....	78
Figura 7 A.	Esquema que muestra los estados de forma en semillas.....	79
Figura 8 A.	Esquema que muestra los estados de formas que pueden tomar las raíces tuberosas de jícama ( <u>P. erosus</u> (L.) urban).....	80

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y AGRONOMICA DE 14 CULTIVARES DE JICAMA (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA (CATBUL), SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.**

**MORPHOLOGY AND AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF 14 CULTIVARS OF YAMBEAN (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.), UNDER CONDITIONS OF THE TROPICAL AGRICULTURAL CENTER, BULBUXYA (CATBUL), SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.**

**RESUMEN**

La jicama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban) es un cultivo con alternativas de producción muy importantes para Guatemala, por desarrollar raíces tuberosas, suculentas, de sabor dulce y con altos contenidos de almidones, proteínas, vitaminas y algunos elementos como el fósforo y el calcio necesarios en la nutrición humana, por lo que puede ser otro más de los cultivos de exportación no tradicionales<sup>1,2</sup>

Las raíces tuberosas además de ser consumidas por el hombre, pueden ser utilizadas para la alimentación animal. Otras de las propiedades que posee la planta de jicama es la capacidad de realizar simbiosis en el suelo con bacterias fijadoras de nitrógeno (Rizobium sp.); las raíces al engrosar mejoran la estructura del suelo al hacer presión hacia el exterior. En cultivo la parte vegetativa puede utilizarse como planta de cobertura o bien para la alimentación animal. Además por su bajo costo de producción, puede ser cultivado por el pequeño y mediano agricultor en sistemas de rotación o asocio con otro tipo de cultivo<sup>2</sup>.

A pesar de la gran cantidad de recursos con que cuenta Guatemala, éstos poseen escasas posibilidades de convertirse en cultivos rentables, mientras no se hagan los estudios pertinentes en el campo agronómico de fitomejoramiento y mercado. El desconocimiento del potencial que

<sup>1</sup> LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 282-283

<sup>2</sup> MARQUEZ, J.M. 1992. Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección de la colección de jicama (Pachyrrhizus erosus L. Urban) del CATIE. Tesis Mag. S.C., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 p.

pueda tener el cultivo de jícama, pone en riesgo perderlo y no contar con una nueva alternativa de cultivo y beneficios para la población en general.

Para contribuir al cultivo e identificar materiales promisorios, es necesario conocer la diversidad de materiales en cuanto a sus características, por lo que se hizo necesario efectuar una caracterización morfológica y agronómica de 14 cultivares en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panán, Suchitepéquez, en el periodo comprendido de octubre de 1996 a abril de 1987, correspondiendo la época seca del año, en el área Sur del país. Para el efecto se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. Para poder obtener la información se utilizó el descriptor de Pachyrrhizus erosus (L.) Urban, elaborado por Ernesto Carrillo, con algunas modificaciones.

Para poder interpretar de mejor forma la información se hizo necesario efectuar análisis de varianza, comparación de pares de medias Duncan, análisis de correlación de Pearson ( $r$ ) y análisis de agrupamiento (Cluster). Las variables que no fueron sometidas a un análisis se discutieron en forma descriptiva.

Los 14 cultivares de jícama evaluados, mostraron un comportamiento heterogéneo en la mayor parte de características morfológicas y agronómicas a nivel inter como intra cultivares; únicamente once de las variables tuvieron un comportamiento homogéneo, por lo que se consideran típicas del género. Estas variables se presentaron así: el ápice y la base del folíolo central y laterales es obtusa, siendo el folíolo central más grande que los laterales. La forma de los folíolos laterales y central es deltoide. El cáliz de la flor es campanulado. Las vainas al inicio presentan una pubescencia bien marcada, y con un número de nueve semillas. Es importante hacer mención que cultivares de procedencia local (EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA) y de Tailandia (EC572 y EC594), son los cultivares más heterogéneos en características morfológicas.

Los cultivares EC572 de Tailandia y Agua Dulce de México, fueron los materiales que produjeron mayor cantidad de biomasa de raíces tuberosas en materia fresca y seca. Estos

materiales además de ser los más productivos de raíces, desarrollan otras características importantes como: el hábito de crecimiento compacto arbustivo o semicompacto, la forma, consistencia y el grosor de la peridermis de las raíces. De acuerdo a estas características los dos cultivares son considerados promisorios, por lo que, se recomienda hacer estudios basados en mejorar las prácticas agronómicas, entre las que se pueden hacer mención el distanciamiento de siembra, conocer los requerimientos nutricionales de la planta, efectuar prácticas de desfloreos y hacer estudios del contenido bromatológico en raíces, para iniciar un programa de mejoramiento genético en el cultivo de la jícama en Guatemala.

## 1. INTRODUCCION

Los recursos fitogenéticos han constituido la fuente de alimento y materias primas para el hombre. Ante esta situación el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, avalado por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) ejecutan el programa titulado "Cultivos autóctonos subexplotados de mesoamérica y con valor nutritivo alto" (8).

A consecuencia de lo anterior se aprobó el proyecto de "Caracterización preliminar de diferentes cultivares de jícama en diferentes regiones del país", del cual forma parte la presente investigación. Mediante el uso de descriptores se caracterizaron cultivares de jícama colectados en Guatemala, México, y otros provenientes de Tailandia y China, para conocer la variabilidad genética que presentan los cultivares desde el punto de vista morfológico y agronómico.

Según estudios de Girard, citado por Martínez (14), la raíz tuberosa de jícama (Pachyrhizus sp.) era parte de la alimentación básica y cultura agrícola de los grupos maya-quiché, antes del advenimiento de la cultura del maíz. Al incrementar sus necesidades el hombre, se ha visto en la necesidad de utilizar en mejor forma estos recursos, haciendo uso de selección, mejoramiento de prácticas agronómicas.

Entre las características que posee la planta de jícama y la hacen ser aceptable y de beneficio al hombre sobresalen: La raíz cruda es de sabor dulce, tiene la ventaja de tener una epidermis gruesa y dura que permite almacenarla en ambientes frescos por varios meses. Es una planta que puede ser utilizada como abono verde y de cobertura, precisamente porque desarrolla un abundante follaje, con capacidad de nodulación en las raíces. Conforme se va desarrollando o incrementando de tamaño la raíz tuberosa hace presión hacia sus extremos, provocando el rompimiento de la estructura del suelo, incrementándose de esta manera la aireación y filtración del agua en el perfil del mismo. Otra característica importante es el contenido de rotenona

(C<sub>23</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>) en las semillas, por lo que pueden ser utilizadas para la fabricación de pesticidas de tipo orgánico; además por su bajo costo de producción puede ser cultivada por el pequeño y mediano agricultor, en rotación o asocio de cultivos (8, 10, 12, 13, 23).

El presente estudio se realizó en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), municipio de San Miguel Panán, departamento de Suchitepéquez; de octubre de 1996 a abril de 1997, abarcando la época seca del año. Para el efecto fue utilizado un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones.

En la presente investigación se utilizó el descriptor de Pachyrrhizus erosus (L.) Urban elaborado por Ernesto Carrillo, con algunas modificaciones. Para el análisis de las variables cualitativas se utilizó la moda y para las cuantitativas la media aritmética. Entre los análisis que se incluyeron tenemos: análisis de varianza, comparación de pares de medias Duncan, análisis de correlación y el análisis de agrupamiento (Cluster), con el objeto de estudiar la variabilidad entre materiales genéticos de jícama.

El procesamiento de la información se realizó en el Centro de Computo y Estadística de la Facultad de Agronomía de la USAC.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En octubre de 1989, se realizó en Guatemala la reunión de cultivos autóctonos subexplotados de mesoamérica y con un valor nutritivo alto, organizado por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). En esta reunión se seleccionaron y priorizaron las especies de mayor interés, para promover la producción y el consumo de estos cultivos, entre los que se encuentra el cultivo de la jícama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.) de raíz tuberosa, cultivo que es explotado económicamente en varios países de Latinoamérica a excepción de Guatemala (8).

La problemática en Guatemala, básicamente se resume en la falta de conocimientos y de información, por lo que se hace necesario generarla a través de investigaciones y con esto poder identificar materiales promisorios en cuanto a características morfológicas y agronómicas que pueden ser el punto de partida para investigaciones aplicadas, tales como: evaluación de la producción de la raíz tuberosa, resistencia a plagas y enfermedades, respuesta de la planta a diversos suelos y condiciones climáticas, programas de fitomejoramiento para incrementar la producción de raíces principalmente y contar con una nueva alternativa de cultivo y beneficios para la población en general.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. Distribución geográfica y origen del cultivo de jícama

Según: Sorensen (22), existen cinco especies del género *Pachyrrhizus* Rich. ex de Candolle. De las cinco especies, tres son cultivadas siendo estas *P. erosus* (L.) Urban, *P. tuberosus* (Lam.) Sprengel y *P. ahipa* (Wedd.) Parodi; mientras que *P. ferrugineus* (Piper) Sorensen, Comb. Nov. y *P. panamensis* Clausen son especies no cultivadas.

##### 3.1.1.1. *P. erosus* (L.) Urban

Esta especie se encuentra en estado silvestre en las siguientes áreas de México: Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas; también se localiza en el Centro y Occidente de Guatemala, en El Salvador, Occidente de Honduras, Occidente de Nicaragua y Noroccidente de Costa Rica (22).

Esta especie es cultivada en los estados mexicanos de Nayarit, Yucatán y Quintana Roo. Actualmente en Guatemala, la práctica del cultivo es limitada, aunque existe en estado silvestre en varias localidades, debido a la práctica de cultivos primitivos. Esto es probablemente real para Honduras y Nicaragua. Esta planta probablemente fue introducida por cultivos de la parte Norte de la Península de Yucatán. Se conoce que estuvo cultivado por los Aztecas en el Centro de México y por los Mayas en la Península de Yucatán, en la época precolombina (11, 22).

Se cree que después de la conquista de México se llevo a Filipinas, de donde se extendió por Asia y Oceanía (12).

En el Caribe P. erosus se encuentra en Antigua, Cuba, República Dominicana, Guadalupe, Hispaniola, Jamaica, Martinique, Puerto Rico, Santo Croix, Santa Kitt's, Santo Thomas, San Vicente y Trinidad; en Sudamérica se encuentra en el Brasil, Guayana Francesa, Paraguay y Venezuela; en Africa los países de Cameru, China, Senegal, Sierra Leone, Tanzannia y Zaire; en la India en los países de Andamons, Mauritius y Reunion; en Asia: Burma, Camboya, Indonesia, Laos, Malaysia, Noreste de La India y Sikkim, Simgapur, Sureste de China, Thailandia y Viet-Nam; en el océano pacífico Famosa, Hawaii; en Filipinas en el archipiélago de Tahiti y en las islas Marinas (22).

#### 3.1.1.2. P. tuberosus (Lam.) Sprengel.

Se conoció en Perú en épocas preagrícolas, hace unos 5500 años, lo que supone que fuera domesticado en América del Sur, donde crece silvestre en la cuenca superior del Amazonas. Actualmente en esta zona es anchamente cultivada y parece ser nativa de la parte occidental de esta región. Esta especie se registra en Colombia, Venezuela, Brasil, Bolivia, Guayana Británica, Perú, Ecuador y en las provincias del Oriente de Paraguay se reporta estar cultivada. Además ha sido introducida en algunas Islas del Caribe, como Puerto Rico, Jamaica, Haití y Trinidad. Según anónimos, semillas de P. tuberosus de Trinidad se distribuyó a los jardines botánicos de Calcuta, Ceylón, Brisbane, Melbourne, Sydney y Adelaíde (22).

#### 3.1.1.3. P. ahipa (Wedd.) Parodi.

Ampliamente cultivada en Bolivia y Perú, en valles fértiles entre 1500 a 2500 msnm. Anteriormente también fue cultivado en Jujuy y Salta en Argentina, pero probablemente de semillas introducidas de Bolivia (22).

#### 3.1.1.4. P. ferrugineus (Piper) Sorensen, Comb. nov.

Se conoce en los estados de Veracruz, Chiapas y Quintana Roo en México, al Este a través de Belice y al Sur a través del Oriente y la parte Central de Guatemala. No se conoce en El Salvador, pero sí en el Sur de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y en departamento del Chocó en Colombia. Introducida a las islas del Caribe en Cuba, Martinique y Trinidad en donde pudo haber escapado de los jardines botánicos (22).

#### 3.1.1.5. P. panamensis Clausen.

Se encuentra distribuida desde la zona del canal de Panamá, hasta el Norte de los bosques del Onaca, Santa Marta, Colombia. No registrado en el Centro de Colombia pero registrado en las provincias de Guayas y el Oro; en Ecuador al Este de los Andes (22).

### 3.1.2. Importancia del cultivo

Dos especies del género *Pachyrrhizus* Rich. Ex de Candolle, se cultivan por las raíces engrosadas, suculentas y dulces, de buen contenido proteico, que generalmente se consumen crudas. P. erosus se cultiva de México a El Salvador, siendo de importancia comercial en el primer país, donde hay un fuerte consumo local y se exporta a Estados Unidos como reemplazo de la "castaña de agua" en las comidas chinas. P. Tuberosus se extiende de Ecuador a Argentina y por las tierras bajas del Amazonas. Ambas especies son muy polimorfas y difíciles de distinguir entre sí (12).

La fécula de la jícama se extrae con facilidad como la de la yuca (Manihot esculenta Crantz.). A pesar de tener una cascara gruesa y áspera, se pela fácilmente dejando expuesto un "fruto" carnosos, blanco, suculento y de textura parecida a la manzana (Pyrus malus L.), con un sabor dulce y agradable (8).

A diferencia de otras raíces y tubérculos, su estructura crocante se mantiene aún después de su cocción. En general, este tubérculo se maneja y almacena en forma similar a las papas (Solanum tuberosum L.) (8).

Según Sorensen (1990), citado por Marquez (1992) (13), la jicama es un cultivo autógamo, propagado por semilla, capaz de realizar simbiosis en el suelo con bacterias fijadoras de nitrógeno. Estas raíces presentan un buen contenido de proteína, son ricas en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Las raíces tuberosas, además de ser utilizadas por el consumo humano, también se utilizan en la alimentación animal. El componente químico llamado Rotenona ( $C_{23}H_{32}O_6$ ), puede extraerse de las semillas maduras y utilizarse como insecticida; en tanto que la parte vegetativa de la planta es usada como forraje luego de cosechar las raíces tuberosas.

Con excepción de la papa (Solanum tuberosum L.), el camote (Ipomoea batata (L.) Lam.), y la yuca (Manihot esculenta Crantz.), las raíces y los tubérculos han sido poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición. Algunos de estos materiales son fuentes ricas de carotenos. Las harinas que se preparan de todos estos recursos son útiles para el desarrollo de otros productos, por ejemplo la yuca (Manihot esculenta Crantz.), mediante un proceso simple pero adecuado, ha dado lugar a la formación de pequeñas agroindustrias que venden su producto a la industria de concentrados (8).

El tubérculo es la parte en general comestible para los humanos, consumiéndose como ensalada verde, para ello se pela haciendo rodajas delgadas o cuadrillos y se añade sal, pimienta y jugo de limón. Otra forma de consumirla es en ensalada de frutas, combinada con cuadrillos de melón (Cucumis melo L.) y papaya (Carica papaya L.) y aderezada con azúcar y jugo de naranja. En algunas regiones de Centroamérica las vainas inmaduras son consumidas como frijoles verdes, pero puede ser tóxico para los humanos (8, 23).

En México se le raspa finamente y se le agrega leche, azúcar y huevos para un pudín muy agradable y nutritivo. En Oriente de Ecuador se consumen cocidas o crudas deshidratadas al sol. Algunos prefieren sancocharlas después de unos minutos de cocción antes de consumirlas (8).

### 3.1.3. Descripción botánica

Planta leguminosa perteneciente a la familia Fabaceae.

#### 3.1.3.1. Tallos

El género *Pachyrrhizus* está formado por plantas lianas herbáceas de porte trepador, hasta de cinco metros de largo; con pubescencia estrigosa fina o tosca o hisuta con pelos color café; estípulas lineal-lanceoladas de cinco a once milímetros de largo; en cultivos se planta sin soporte y forma matas bajas y compactas o bien efectuar la siembra en barbacoa o tapesco o bien colocando postes (12, 23).

#### 3.1.3.2. Hojas

Presenta hojas trifoliadas, delgadas y color verde pálido, siendo muy variables en tamaño. La característica más notable de *Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban y otras especies a fines del mismo género es la diversidad de formas de los folíolos. El folíolo central es generalmente oval con el ápice comúnmente agudo, pero aun en la misma planta hay variación de esa forma por la presencia de dientes o lobos, que en algunos casos forman un folíolo palmeado, con recortes muy profundos e irregulares de cuatro a cinco centímetros de largo. Los folíolos laterales son muy asimétricos y muestran formas muy diferentes, de ovalados a romboides, enteros, dentados o lobulado palmado (12, 23).

### **3.1.3.3. Inflorescencias**

Presenta un tipo de inflorescencia racimosa alcanzando hasta setenta centímetros de largo, con el pedúnculo recto hasta cuarenta y cinco centímetros de longitud. Los pedicelos de 1 a 5 milímetros de largo, agrupados en los nudos del raquis (12, 23).

### **3.1.3.4. Flores**

Las flores se dan en grupos de dos a cinco en cada nudo, se abren sucesivamente de abajo a arriba. El pedicelo es muy corto, de dos a cinco milímetros de largo. El cáliz campanulado, pubescente, de cinco lóbulos irregulares y mide de 8 a 12 mm de largo. En la corola el estandarte es la parte más notable y mide de 17 a 22 mm de largo y de 12 a 20 mm de ancho, se dobla hacia atrás y el color varía de morado intenso a pálido (aun blanco), según el cultivar en la base tiene una mancha verdusca; las alas y la quilla, dobladas hacia arriba, son del mismo color del estandarte. De los 10 estambres, nueve están unidos por la base y uno es libre. El pistilo, del ovario pubescente, termina en un estigma adaxial (12, 23).

### **3.1.3.5. Frutos**

El fruto es una vaina (legumbre) aplanada y de extremos redondos, de 6 a 14 cm de largo y 1.5 a 2 cm de ancho y muestran constricciones marcadas entre las semillas. La vaina inmadura es finamente estrigosa que se torna glabra al madurar, abruptamente acuminado (23).

### **3.1.3.6. Semillas**

Las semillas son aplanadas, reniformes o casi cuadradas, de 5 a 11 mm de ancho, con la testa café, amarilla o roja (12).

### 3.1.3.7. Raíces

Las raíces varían considerablemente de forma y tamaño; las más corrientes tienen forma de trompo semejante a una remolacha (Beta vulgaris L.), a veces más largas y delgadas, con la base más o menos plana y el ápice obtuso; miden desde cinco hasta veinte centímetros de ancho. Conforme la raíz envejece y pierde humedad se vuelve fusiformes o irregulares. La corteza es delgada, de color amarillo-paja (café) o marrón, llegando a pesar casi tres kilogramos. Al principio la pulpa es más jugosa, luego se vuelve más seca y el jugo es menos claro (8, 12).

### 3.1.4. Contenido bromatológico

La mayor fuente de energía del cultivo de la jícama se encuentra en la raíz tuberosa. Según el INCAP, la raíz de la jícama está constituida por agua, proteínas, grasas, carbohidratos, elementos, vitaminas, etc., por lo que su composición se muestra en el Cuadro 1 (27).

Cuadro 1. Contenido de nutrientes por 100 gr de materia fresca de raíz tuberosa de jícama (P. erosus (L.) Urban).

NUTRIENTES	CANTIDADES
Valor energético	45 calorías
Humedad	87.8 por ciento
Proteína	1.2 gramos
Grasa	0.1 gramos
Hidratos de Carbono Totales	10.6 gramos
Fibra	0.7 gramos
Ceniza	0.3 gramos
Calcio (Ca)	18 miligramos
Fósforo (P)	16 miligramos
Hierro (Fe)	0.8 miligramos
Tiamina	0.03 miligramos
Riboflavina	0.03 miligramos
Niacina	0.3 miligramos
Acido ascórbico	21 miligramos
Porción no comestible (Peridermis)	10 por ciento

FUENTE: Tabla de composición de alimentos del INCAP 1961 (27).



### 3.1.5. Caracterización

De acuerdo con el Internacional Board for Plant Genetic Resources, (IPGRI), citado por Arce (1), la caracterización consiste en registrar todas aquellas características que son altamente heredables, que son fácilmente observables y que son expresadas en todos los ambientes. Con la caracterización se puede determinar el grado de variabilidad existente en una población específica de plantas; dicha información alcanza su mayor utilidad en programas de mejoramiento que parten de la clasificación de individuos con características relevantes.

Engels, citado por Arce (1), recomienda que para aumentar el valor de una descripción se incluya junto con los datos específicos de la caracterización, datos a cerca de las prácticas culturales, condiciones climáticas, tipo de suelo, etc. Además, seguro que es fundamental que los materiales a evaluar crezcan bajo condiciones uniformes, para que las diferencias observadas sean típicas de los materiales en estudio.

### 3.1.6. Taxonomía numérica

La evaluación de la descripción de un conjunto de individuos puede hacerse mediante el uso de la técnica numérica, entendiéndose por técnica numérica según Crisci (1983), a la rama de la taxonomía numérica, que mediante operaciones matemáticas calcula afinidad entre unidades taxonómicas (especies, géneros, familias, individuos, poblaciones, cultivares), basado en el estado de sus caracteres. La utilización de esta técnica ha sido no solo en el campo de la clasificación biológica conocida como taxonomía numérica (3).

Sokal & Sneath (1963), citado por Crisci (3), define a la taxonomía numérica como la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades taxonómicas y el agrupamiento de estas unidades en taxones basándose en el estado de sus caracteres. Esto ha sido útil no solo para revisar los principios taxonómicos sino también a los propósitos de la clasificación. Aunque no

es motivo propio de este estudio profundizar sobre el enfoque de la taxonomía numérica, se hace necesario indicar que esta se fundamenta en dos aspectos: uno filosófico y el otro operativo. El filosófico se refiere al feneticismo, que es una teoría de clasificación biológica, que propone que para los efectos de la clasificación se deben efectuar anotaciones de un gran número de caracteres que pueden ser tomados en cualquier parte del individuo y en diferentes fases de su ciclo vital; de tal manera que la clasificación se basa exclusivamente en la similitud fenética, entendiéndose por fenético cualquier tipo de carácter utilizable en la clasificación, ejemplo: morfológicos, fisiológicos, etológicos, ecológicos, moleculares, etc.

Crisci (3), indica que el fenetismo descansa en dos corrientes del pensamiento científico: el empirismo, que sostiene que el conocimiento solo se obtiene de la experiencia sensible, y el operacionismo que le da validez a un concepto científico solo si pueden describirse las operaciones que conducen a establecerlo.

En cuanto al aspecto operativo de la taxonomía numérica, comprende las técnicas numéricas consideradas como el camino operativo para aplicar el fenetismo.

Según Crisci 1983 (3), los pasos elementales a seguir para la aplicación de las técnicas numéricas en la clasificación biológica son:

- a) Elección de las unidades taxonómicas operativas (OTU). Ya sea que se seleccionen unidades, géneros, especies, poblaciones, etc.; todas contendrán individuos.
- b) Elección de los caracteres. Se eligen los caracteres que se anotaron en cada OTU y el estado de los mismos. Se evita usar caracteres sin sentido biológico, correlacionados lógicamente, caracteres invariables en los OTU.
- c) Construcción de una matriz básica de datos (MBD), en la que se anotan los caracteres de cada OTU y el estado de estos. Generalmente los caracteres son las columnas y las OTUs las filas. Es recomendable que los caracteres cuantitativos contiguos sean estandarizados.

- d) Obtención de un coeficiente de similitud para cada par de OTUs, sean estos de distancia, de correlación o de asociación.
- e) Construcción de una matriz de similitud OTU por OTU, a partir del paso anterior.
- f) Conformación de grupos a partir de la matriz anterior, se aplica la técnica de agrupamientos. Para determinar las relaciones de similitud en los grupos de OTUs en estudio.

Cuando se obtienen matrices grandes (decenas o miles) de datos es frecuente en estudios sobre comunidades animales ó vegetales. En estos casos resulta casi imposible examinar "al ojo" la matriz completa y deducir las tendencias principales (similitudes-diferencias) entre los grupos de datos. Uno de los métodos EXPLORATORIOS más útiles es el análisis de conglomerados (Cluster Analysis), que agrupa aquellos objetos (especies, individuos, sitios, muestras) más semejantes entre sí, con base en los datos anotados para cada objeto (26).

La disponibilidad de microcomputadores capaces de mejorar esas matrices, y los miles de cálculos necesarios, hacen que en la actualidad la aplicación de esos métodos sea muy sencilla. El producto del análisis es una figura (dendograma o fenograma) cuya interpretación depende del investigador y en muchos casos sirve como generadora de hipótesis de trabajo (26).

El primer paso en el análisis de conglomerados es el cálculo de medias de similitud entre muestras. Existen numerosos índices para él calculo de las medias de similitud, entre los que podemos mencionar la Distancia Euclidiana, CZEKANOWSKIY RUZICKA también conocida como índice de JACCARD.

La distancia es un espacio de "S" dimensiones entre las muestras "j" y "k",

$$d(j,k) = \sqrt{\sum_{i=1}^S (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

A partir de estas distancias se forma la matriz de distancias, que es simétrica con respecto a la diagonal. La diagonal es cero puesto que son comparaciones de muestras consigo mismas (26).

Para agrupar utilizaremos el método del vecino más cercano o sea la distancia menor. Otro método para agrupar es por medio del vecino más lejano, y promedio de grupos (26).

### 3.1.7. Los caracteres como datos científicos

Según Kneller (1978) citado por Crisci (1983) (3), los caracteres taxonómicos forman parte del universo denominado "datos científicos" y responde a las exigencias de éste. El científico observa hechos y los registra en datos. Los hechos suceden o subsisten, son eventos y/o estados. Los datos son representaciones simbólicas de los eventos y/o estados y se obtienen por la observación.

Una observación científica debe ser sistemática, detallada y variada. Es sistemática, pues debe ser controlada por una hipótesis o por una idea precisa del fenómeno estudiado. Es detallada por el uso de instrumentos poderosos y/o por concentrarse en una propiedad particular del fenómeno estudiado. Es variada, ya que el fenómeno es captado bajo diferentes condiciones o en forma experimental cuando se añade a la observación el control de ciertos factores (3).

Los datos obtenidos por la observación deben ser objetivos y precisos. Objetivos, en el sentido de que cualquier otro científico, capacitado para la observación y que lleva a cabo las mismas operaciones, logre reconocer los mismos hechos que fueron registrados y, por lo tanto, obtenga los mismos datos. Con este fin, los datos son expresados en un lenguaje de validez universal, más que en función de sensaciones únicas del observador. Los datos son precisos cuando describen los hechos y las diferencias, en el mayor grado posible, de hechos similares (3).

Los datos más objetivos y precisos son los expresados en forma cuantitativa. La taxonomía numérica exige que todos los datos sean expresados en forma cuantitativa, de modo que sean computables; es decir, que con ellos se puedan realizar operaciones de cálculos mediante números (3).

No todos los datos miden relaciones cuantitativas en sentido estricto, de ahí que algunos deban ser sometidos a una actividad lógica, la codificación, para ser transformados en datos cuantitativos (3).

### **3.1.8. Evaluación de las técnicas numéricas**

La mayor crítica en que puede ser objeto las técnicas numéricas no está dirigida a ellas mismas, sino a los investigadores que las aplican en la búsqueda de objetividad absoluta en el manejo de sus datos. Si se comparan las técnicas numéricas con la taxonomía clásica es evidente que el enfoque numérico es mucho más objetivo. Sin embargo, la objetividad absoluta es imposible pues la intervención de la subjetividad es ineludible, como en la elección de las OTU, la determinación de homologías, la elección de los caracteres, la codificación de los caracteres, la determinación del número mínimo de OTU y caracteres empleados, la elección del coeficiente de similitud, y la elección de las técnicas de agrupamiento y ordenación (3).

El éxito o fracaso del uso de las técnicas numéricas depende, en gran medida, de las decisiones que adopte el investigador frente a la subjetividad (3).

En resumen, hay una región inalienable de la taxonomía (donde actúa esa subjetividad) en la cual las técnicas numéricas no pueden incorporarse. En los límites de esa región finaliza la taxonomía numérica y comienza el juicio del taxónomo (3).

Otro problema, aún sin resolver, es el de la significación estadística de las técnicas numéricas por su gran contenido empírico y por este en cierto modo excluidas de las pruebas de significación. Esto está relacionado con la falta de una teoría estadística de la clasificación y de una definición rigurosa del concepto de grupo (Cluster) (3).

Entre las ventajas de las técnicas numérica cabe señalar que: exigen precisión en los pasos taxonómicos y descripción de cada uno de ellos; requieren una clara definición de los caracteres;

exigen la observación minuciosa de los organismos; sus resultados son sistemas generadores de hipótesis; permiten plantear nuevos problemas o replantear viejos problemas con un nuevo enfoque y las clasificaciones obtenidas a partir de ellas son repetibles en gran parte del camino recorrido para construir las (3).

Debido a las virtudes de las técnicas numéricas, numerosos investigadores las han aplicado fuera de la clasificación biológica e incluso fuera de la biología (3).

## **3.2. MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1. Descripción general del área**

#### **3.2.1.1. Ubicación y extensión**

El lugar donde se efectuó la investigación está localizada en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, administrado por la Facultad de Agronomía. El CATBUL, está localizado en la zona Sur Occidental del país en el municipio de San Miguel Panán, departamento de Suchitepéquez, en las coordenadas 14° 39' 39" Latitud Norte y 91° 22' 00" Longitud Oeste, a elevaciones comprendidas entre 240 a 325 msnm. Limita al Norte con las fincas Guadiela y Ponderosa, al Sur con la finca Versailles, al Este con la finca Trinidad y al Oeste con el río Nahulate y Cantón Barrios. El Centro tiene una superficie de 89.52 ha (9, 24, 25).

#### **3.2.1.2. Zona de vida**

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento del Instituto Nacional Forestal, De La Cruz (4), basado en el sistema Holdridge, clasifica la zona de vida como

Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-s(a)), el cual se caracteriza por tener el régimen de lluvia de 2,000 a 4,000 mm anuales y biotemperaturas que varían de 18 a 24°C. La vegetación natural es una de las más ricas en su composición florística.

### **3.2.1.3. Fisiografía y morfología**

El CATBUL, es parte de la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Pacífico, está cubierta con material aluvial cuaternario que está sobre los estratos de la Plataforma Continental. Los fluvios que corren del Altiplano Volcánico al cambiar su pendiente han depositado grandes cantidades de material, lo que ha formado la planicie de poca ondulación, en algunos casos con mal drenaje, encontrándose áreas sujetas a inundaciones, particularmente al Oeste, ya que esta formada por terrazas aluviales recientes y sobrecientes, formadas por el río Nahulate, la parte Sur y Este, son zonas polinares que conforman parte del Pie de Monte de las montañas adyacentes (9).

### **3.2.1.4. Características climáticas**

Según Flores (9), se tienen registros de precipitación pluvial de 4,000 mm por año, distribuidos en 140 días; la época lluviosa es comprendida de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 24°C, la humedad relativa es del 80%. El clima se clasifica como cálido con invierno benigno, muy húmedo sin estación seca bien definida.

### **3.2.1.5. Hidrografía**

La finca Bulbuxyá cuenta con dos ríos que le sirven de límite con las fincas vecinas y que proporciona el agua suficiente en la época seca, para el abastecimiento de la población y riego de

los diferentes cultivos. El principal curso de agua superficial es el río Nahulate con su afluente el río Bujiyá (9).

### 3.2.1.6. Suelos

Según Simmons *et. al.* (21), el CATBUL se encuentra comprendido dentro de la división fisiográfica que corresponde a los suelos del Declive del Pacífico, que se extiende desde el pie de monte de las montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral; las series de suelos que se pueden encontrar son Panán y Cutzán, los cuales son poco profundos.

### 3.2.1.7. Vías de acceso

Si se parte de Mazatenango hacia el CATBUL, se puede hacer por San Antonio Suchitepéquez, vía San Miguel Panán, la distancia por esta ruta es de 22 Km., de los cuales once son de terracería, transitable todo el año. También puede hacerse por el entronque a Chicacao llamado Nahulate, en la ruta Internacional CA-2 en el kilómetro 136 desde la Ciudad Capital (16).

### 3.2.2. Trabajos de caracterización realizados

Marquez (13), realizó la caracterización de 40 cultivares de Pachyrrhizus erosus L. Urban, se realizó en Turrialba Costa Rica y una muestra aleatoria de 31 cultivares se consideró para estimar índices de herencia, correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales en las localidades de Turrialba y Guácimo, mediante análisis de varianza-covarianza. Se construyeron índices de selección para predecir el mérito genético de los cultivares, utilizando caracteres correlacionados con el peso de la raíz tuberosa. La caracterización utilizó una matriz de distancias entre accesiones para un total de 86 caracteres, la cual se utilizó para el análisis de agrupamiento



jerárquico de Word. Las diferencias entre y dentro de grupos se analizaron para los caracteres de mayor valor discriminante "D" y su respectivo análisis de frecuencia.

La colección se clasificó en tres grupos mutuamente excluyendo para 13 caracteres cualitativos y 6 cuantitativos de mayor valor "D". Para caracterizar cultivares de jicama se identificaron 10 caracteres cualitativos y 9 cuantitativos con mayor poder discriminante, siendo los caracteres de la flor los de mayor importancia en la clasificación. El color del estandarte de la flor, porcentaje de raíces medianas, número de botones florales por inflorescencia y la forma de la raíz fueron caracteres útiles para discriminar grupos y cultivares dentro de grupos, por lo tanto, ellos pueden utilizarse para la descripción inicial de cualquier colección de P. erosus. El estudio de correlación mostró las correlaciones genéticas y fenotípicas negativas entre el peso de raíz con los caracteres del crecimiento vegetativo y la floración. El ambiente más cálido de Guácima favoreció el crecimiento vegetativo e hizo menos consistente las correlaciones genéticas y fenotípica de los caracteres, comparados con Turrialba. En Turrialba, el uso del índice de selección donde la función lineal incluye los caracteres del peso de raíz, diámetro de raíz, días al inicio de la floración, botones florales y el número de hojas, produce el mayor avance genético con eficiencia relativa del 113%, comparado al que se obtiene al utilizar solamente el peso de la raíz. El índice de selección apropiado en Guácima es el que contiene los caracteres del peso de raíz, diámetro de raíz, longitud del tallo, días al inicio de la floración y el número de tallo principal (13).

### 3.2.3. Material Experimental

Los 14 materiales evaluados de jicama en la región Sur, son provenientes de Guatemala, México, Tailandia y China.

La descripción particular de las localidades de colecta de los materiales evaluados de jicama caracterizados, se describen en el Cuadro 2.

De los 14 materiales evaluados 5 ya han sido sometidos a un proceso de mejoramiento. Estos trabajos experimentales se iniciaron en el entonces Centro de Investigaciones Agrícola de Bajío (CIAB), ubicado en Celaya, Guanajuato, México, durante el año de 1961. Estas investigaciones se realizaron en dos etapas; durante la etapa inicial de mejoramiento (1961-1971) se emplearon únicamente raíces seleccionadas de la variedad local cultivada en la zona de San Juan de la Vega (10).

Cuadro 2. Códigos, procedencias y número de tratamiento de los cultivares de Jicama (*P. erosus* (L.) Urban) caracterizados. CATBUL, 1987.

TRATAMIENTO	CODIGO DEL CULTIVAR	PROCEDENCIAS
01	EC120G	Guatemala
02	EC564	China
03	EC201	México
04	EC572	Tailandia
05	EC204	México
06	EC594	Tailandia
07	EC254	Guatemala (Petén)
08	EC255	Guatemala (Petén)
09	ICTA-JUTIAPA	Guatemala (Jutiapa)
10	SAN JAUAN	México (Celaya)
11	AGUA DULCE	México (Celaya)
12	SAN MIGUELITO	México (Celaya)
13	VEGA DE SAN JUAN	México (Celaya)
14	CRISTALINA	México (Celaya)

El método empleado consistió en realizar de manera alterna: a) selección clonal individual; elección de raíces con características agronómicas sobresalientes y b) multiplicación sexual de cada selección a través de autofecundación. La semilla proveniente de las autofecundaciones de cada individuo se sembró separadamente, una vez llegado el momento de la cosecha se efectuó nuevamente selección de las nuevas raíces y así sucesivamente hasta llegar a la obtención de tipos uniformes de excelente calidad comercial.

En esta etapa inicial de mejoramiento se obtuvieron las dos primeras variedades de jícama en México denominadas comercialmente Agua Dulce y Cristalina (10).

Durante la segunda fase (1978-1991) llevado a cabo sobre una base genética más amplia, ya que se colectaron materiales de diversos estados mexicanos. A raíz de esto se originaron otras tres variedades significativamente superiores en rendimiento a los testigos Agua Dulce y Cristalina (liberadas en 1971), conservándose las características de sabor (10).

Las nuevas variedades de jícama fueron asignadas con los nombres de San Miguelito, San Juan y Vega de San Juan (10).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. General

Caracterizar y evaluar 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erusus (L.) Urban) a nivel agronómico y morfológico en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panán, Suchitepéquez.

### 4.2. Específicos

- 4.2.1. Determinar las características de los 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erusus (L.) Urban), bajo las condiciones de la zona en estudio.
- 4.2.2. Determinar las diferencias y similitudes entre cada uno de los 14 cultivares de jícama evaluados.
- 4.2.3. Evaluar el rendimiento de la raíz tuberosa de los 14 materiales de jícama.
- 4.2.4. Determinar los cultivares de jícama, promisorios de acuerdo a características morfológicas y agronómicas de interés.

## 5. HIPOTESIS

- 5.1. Por lo menos un cultivar de jícama (Pachyrrhizus erusus (L.) Urban), de los 14 evaluados presentara características diferentes.
- 5.2. Por lo menos de los 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erusus (L.) Urban) evaluados, uno de ellos superara los rendimientos de raíz tuberosa.
- 5.3. En los 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erusus (L.) Urban), a caracterizar, existe variabilidad, donde al menos uno de los cultivares presentará características agronómicas aceptables y considerarlo como un cultivar promisorio.

## 6. METODOLOGIA

La realización de este estudio fue dividida en dos fases meteorológicas: **Caracterización de campo y análisis de datos.**

### 6.1. CARACTERIZACION DE CAMPO

#### 6.1.1. Metodología experimental

Para llevar a cabo este estudio y obtener información detallada de ~~cada~~ uno de los cultivos se utilizó la siguiente metodología experimental:

- **Diseño experimental:** Bloques al azar.
- **Número de repeticiones:** tres.
- **Número de tratamientos:** catorce.
- **Número total de unidades experimentales:** Cuarenta y dos (en las tres repeticiones).
- **Area total del ensayo utilizada:** 392.04 m<sup>2</sup>.
- **Area de cada unidad experimental:** (2.7 m x 2.7 m) 7.29 m<sup>2</sup>.
- **Distancia entre planta:** 0.45 m al cuadro.
- **Número de plantas a caracterizar:** Diez al azar.
- **Número de plantas para evaluar la producción de raíz tuberosa:** Se utilizo el resto de las treinta y seis plantas de la unidad experimentan que no se tomaron en cuenta en la caracterización.
- **No se dejaron calles entre repeticiones y unidades experimentales, para reducir el efecto de borde, fueron sembradas hileras de un material de jícama alrededor del ensayo.**

En la Figura 1 se dan detalles de la ubicación de los tratamientos en el campo de ensayo, así como el arreglo topológico por unidad experimental.

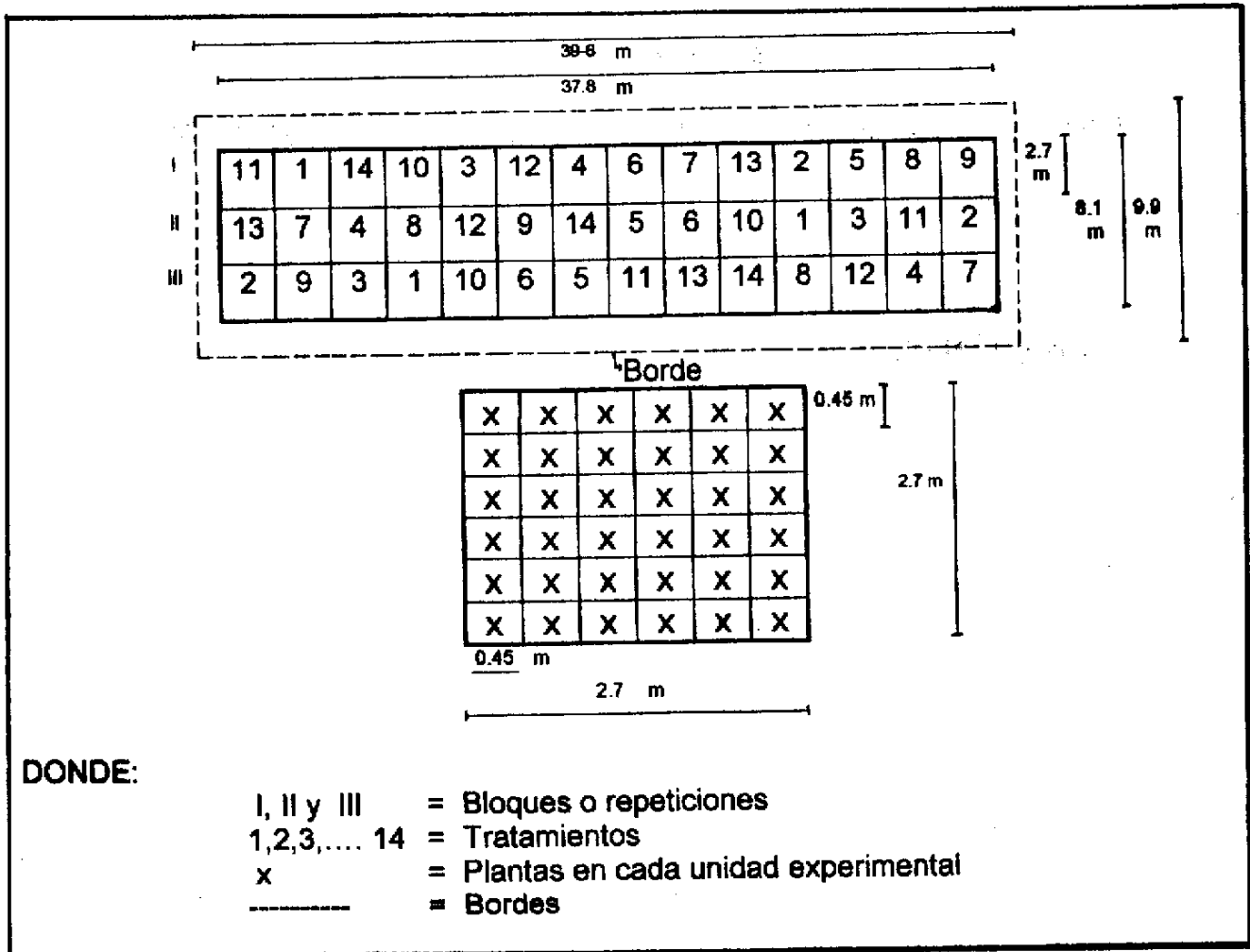


Figura 1. Ubicación y distribución de los tratamientos en el área de estudio, de 14 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) Urban) caracterizados. CATBUL, 1987.

### 6.1.2. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:  $i$ : Tratamientos 1,2,3,...,14.

$j$ : Repeticiones 1,2 y 3.

Siendo:  $Y_{ij}$  = Variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$U$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque o repetición.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### 6.1.3. Determinación del tamaño de muestra

Según la metodología para el estudio de la vegetación de Matteucci & Colma (15), el número de plantas muestreadas en cada unidad experimental fue determinado por medio de la estabilización de la Curva *Media de Medias de Subconjunto*. Para el efecto se tomó la variable largo del foliolo central de la hoja, debido a que es una variable estable y que se manifiesta en los periodos fisiológicos más tempranos de la planta de jícama. Las mismas fueron consideradas a partir de la quinta a la décima hoja en cada planta de una determinada unidad experimental.

En la Figura 2 se estiman diez plantas como mínimo en el tamaño de muestra, esto fue tomado en la evaluación de los catorce cultivares de jícama en la finca Bulbuxyá.

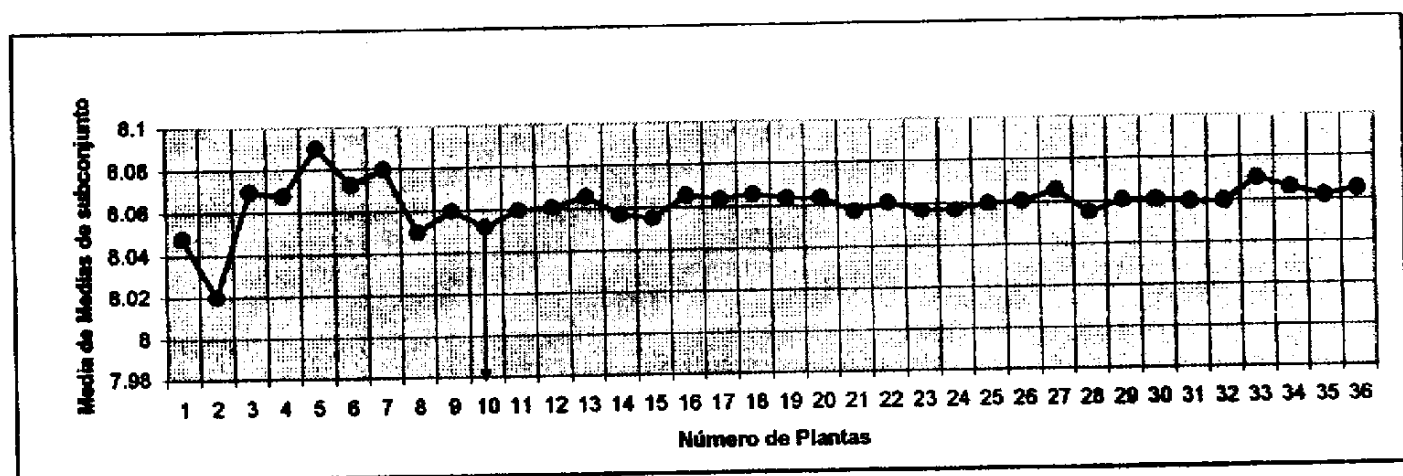


Figura 2. Gráfico de media de medias de subconjunto, para la variable largo del foliolo central de la hoja de jícama (*P. erosus* (L.) Urban), en función del número de plantas muestreadas. CATBUL, 1997.

#### **6.1.4. Manejo del experimento**

##### **6.1.4.1. Preparación del terreno**

Se realizó en forma manual, primeramente efectuando un chapeo y luego se procedió a efectuar un picado o barbecho con azadón.

##### **6.1.4.2. Trazo del diseño experimental**

Se delimitaron 292 m<sup>2</sup> para el ensayo en las tres repeticiones, los cultivares fueron distribuidos en parcelas (unidades experimentales) de 7.29 m<sup>2</sup>, con un número de 36 plantas por cada una. Para poder diferenciar cada unidad experimental se colocó rafia o pita plástica y un número de identificación entre cada una respectivamente (Figura 1).

##### **6.1.4.3. Siembra**

La siembra se realizó en forma manual, a un distanciamiento de 0.45 m al cuadro. Para esto primeramente se elaboraron montículos de suelo en donde fue colocada una semilla por postura. No se efectuó ninguna desinfección previa del suelo. La siembra se realizó el 14 de octubre de 1996 con el propósito de evaluar el cultivo durante la época seca en la región de la Costa Sur.

##### **6.1.4.4. Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual. Se efectuaron cinco limpiezas manuales con azadón. La primera a los 15 días después de la siembra, la segunda a los 30 días y las siguientes a intervalos de 30 días. Se efectuaron todas estas limpiezas con el propósito de mantener libre de malas hierbas al cultivo y evitar la competencia cultivo-maleza.



#### **6.1.4.5. Control de plagas**

Durante el desarrollo del cultivo de jícama se dió la infestación por una plaga chupadora, denominada comúnmente chicharrita o salta hojas (Empoasca sp.). Para la misma fue necesario implementar un control químico, debido al daño severo provocado principalmente a las hojas jóvenes. El control se efectuó con dos insecticidas de ingredientes activos Parathión metílico y Malathión. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron seis aplicaciones.

#### **6.1.4.6. Control de enfermedades**

Durante las etapa de desarrollo y productividad del cultivo de jícama no se realizo ningún control en cuanto a enfermedades se refiere. Aunque se identificaron algunas plantas en forma localizada con síntomas de fusariosis, para lo cual se consideró que no era de importancia económica coma para que ameritara un control.

#### **6.1.4.7. Fertilización**

Como bien es sabido la fertilización, es una práctica tan común y necesaria en la actualidad para poder incrementar la productividad por unidad de área en un cultivo determinado. En esta oportunidad por no conocer los requerimientos nutricionales del cultivo de jícama y ver las posibilidades de adaptación en forma natural, no se realizaron aplicaciones de ningún tipo de fertilizante.

#### **6.1.4.8. Riego**

El agua y las cantidades en que se presente en el suelo (humedad), es tan importante y esencial para que un determinado cultivo se pueda desarrollar. En la caratacterización efectuada en el cultivo de jícama, se hizo necesario la aplicación de agua en forma de riegos, con una

frecuencia de dos riegos por semana. La lamina de agua aplicada en cada riego fue de nueve a diez milímetros.

#### **6.1.4.9. Cosecha**

Cuando nos referimos a la cosecha, estamos hablando del aprovechamiento de las raíces tuberosas que desarrolla la planta de jícama. Las mismas fueron extraídas del suelo en forma manual, con auxilio de azadón y machete.

#### **6.1.5. Obtención de la información**

La información obtenida en la caracterización de los 14 cultivares de jícama, fue tomada en diferentes fases fisiológicas de la planta según la variable.

Para poder obtener la información fue necesario del auxilio de algunas herramientas, en el caso de las variables cuantitativas fue necesario el uso de cinta métrica, regla, balanza monoplato, vernier y en las variables cualitativas la observación directa, tabla de colores Munsell, tacto, navaja, entre otros.

El período donde se obtuvo la información de los caracteres del tallo fue principalmente en el de floración y fructificación en cada uno de los cultivares, con excepción de las variables longitud y número de nudos del tallo principal que se midieron al momento de la cosecha de las raíces tuberosas.

En lo que se refiere a los caracteres de la hoja, éstas fueron tomadas cuando las plantas tenían de 3 a 4 meses de edad, período cuando la mayor parte de cultivares contaban con un promedio de 15 a 20 hojas por planta.

Los caracteres de las inflorescencias y flores fueron tomados según la época en que fueron emitidas las mismas en cada cultivar. Para estas variables se tomaron las plantas según el tamaño

de la muestra, a cada una de las plantas seleccionadas se les contó el número de inflorescencias emitidas con sus respectivas variables tales como: largo, número de racimos emitidos, botones florales por racimo, etc.

Los caracteres de los frutos (vainas), se tomaron directamente en el campo cuando la presencia de fruto se dio en más del 50% en la planta. El resto de variables se tomaron después de la cosecha, ya que primeramente se tenía que contar con la producción de vaina por planta, posteriormente se sometieron a un secado con el propósito de estandarizar el contenido de humedad.

Los caracteres de la raíz tuberosa fueron obtenidos cuando se realizó la cosecha, la cual se consideró cuando se presentó la plena fructificación e incluso cuando comienza la maduración de algunas vainas (cambio de color verde a café). La edad con que contaban las plantas fue de 172 a 198 días, tomados a partir del momento de la siembra.

En lo que se refiere a los caracteres agronómicos la información se obtuvo conforme se desarrollaron las diferentes fases fisiológicas de cada planta en cada cultivar evaluado, tomando como criterio que cada proceso fuera manifestado más del 50%. En el caso de las variables de vaina y semillas por lo regular se tomaron después de la cosecha. Se colectaron conforme fueron madurando y se almacenaron con su respectiva etiqueta para su posterior secado.

## 6.2. ANALISIS DE LA INFORMACION

Luego de obtener toda la información se procedió a la tabulación de datos en donde se sacaron valores de medias para las variables cuantitativas y la moda para las variables cualitativas.

Para la caracterización de cada uno de los cultivares se registraron datos sobre 10 plantas, (Figura 2). Estas plantas fueron tomadas al azar dentro de cada unidad experimental, utilizando el descriptor de Pachyrhizus erozus (L.) Urban, que se adjunta en el apéndice del Cuadro 14A.

Las variables cualitativas se les enumeró de acuerdo a su frecuencia, para expresar la variabilidad en sus diferentes estados.

Con la información obtenida, para poder expresar la variabilidad genética a través del fenotipo se realizó análisis de varianza y comparación de pares de medias Duncan, para 38 variables cuantitativas.

Además se efectuó análisis de correlación para algunas variables de interés, con el fin de poder visualizar la influencia que pudiera tener una de la otra.

Para determinar el grado de similitud entre cultivares se tomaron 68 variables de las cuales 45 fueron cuantitativas y 23 cualitativas, obtenidas a través de medias, frecuencia y modas. Estas variables se encuentran resumidas en el Cuadro 13, elaborando con ello un fenograma (Figura 3) el cual define la similitud entre los cultivares evaluados.

Los procesos estadísticos se realizaron en el Centro de Estadística y Computo de la Facultad de Agronomía de la USAC, por medio del paquete SAS (Statistical Analysis System).

## 7. RESULTADOS Y DICUSION

### 7.1. Variables cualitativas (*descripción*) y cuantitativas (*análisis de varianza*)

Para la caracterización de los 14 cultivares de jícama se evaluaron un total de 33 variables cualitativas y 79 cuantitativas (Cuadro 3); de estas últimas, 38 se sometieron a análisis de varianza, ya que en el resto no se contó con los datos de las tres repeticiones debido a que algunos materiales no se comportaron uniformemente, en otros casos algunas variables se comportaron muy influenciadas por el ambiente. Por lo tanto solo se tomaron en cuenta para otro tipo de análisis como lo es el de correlación y agrupamiento (Cluster).

Diez de las variables cualitativas fueron constantes en todos los materiales y siete de las variables cuantitativas sometidas a análisis de varianza no fueron significativas, por lo que se considera que son características típicas del género *Pachyrhizus* Rich. ex de Candolle (ver Cuadro 4 y 5). Estas variables se presentaron así: el ápice y la base del folíolo central y laterales es obtusa, con un ángulo mayor de 90 grados; siendo el folíolo central más grande que los laterales. La forma de los folíolos laterales y central son deltoides (más o menos triangular). El cáliz de la flor es campanulado. Las vainas al inicio presentan una pubescencia bien marcada. La pulpa de la raíz tuberosa presenta una coloración crema. La longitud de los folíolos laterales derecho e izquierdo tienen una longitud media de 8.26 cm. El raquis de la hoja tiene una longitud de 3.64 cm. La raíz tuberosa mide un promedio de 8.73 cm. Se obtuvo un 3.53% de raíces grandes y un 24.6% de raíces medianas, así, un 25.97% de raíces dañadas por barrenador.

Observando el Cuadro 3, en relación a las 23 variables cualitativas y el resto de cuantitativas que no se sometieron a análisis de varianza y que presentan variantes entre los 14 cultivares caracterizados, tenemos los siguientes resultados: El hábito de crecimiento puede ser compacto arbustivo, rastrero y semicompactos, el cultivar EC572 es el único con crecimiento

compacto arbustivo y con mayor número de tallos, los cultivares EC594, EC255, EC254 y el ICTA-JUTIAPA son de crecimiento rastrero, con muy pocos tallos pero de mayor longitud que el resto de cultivares que presentan crecimiento semicompacto. En relación a la pubescencia en el tallo los cultivares EC594, EC254, EC255 y el ICTA-JUTIAPA, presentan una mayor pubescencia que el resto de cultivares.

De las características de la hoja, el margen eroso de los folíolos está presente en todos los cultivares excepto el cultivar ICTA-JUTIAPA, que tiene un margen sectado (por lo regular se parte entre más o menos del ápice hacia la mitad del folíolo). Los lóbulos de los folíolos son superficiales en EC120G y EC254, lóbulos muy profundos en el cultivar ICTA-JUTIAPA y el resto de cultivares presentan lóbulos moderados o intermedios. Los cultivares EC254 y EC255 presentan hojas color verde claro y el ICTA-JUTIAPA con una hoja verde oscura, el resto de cultivares presenta una coloración intermedia entre el verde claro y oscuro.

Las inflorescencias comienzan a ser emitidas por la planta ente los 50 y 52 días después de la siembra, para la mayor parte de los cultivares evaluados, mientras que para los cultivares EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA las inflorescencias se manifiestan entre los 67 y 74 días. La plena floración se da por lo general a los 20 días posteriores al inicio de la floración en cada uno de los cultivares evaluados. En la mayoría de plantas las inflorescencias son desarrolladas en uno o dos tallos, por lo que aunque la planta llegue a desarrollar un mayor número de tallos, estos no llegan a emitir floración. El cultivar que emite mayor número de inflorescencias es el EC594 con tres inflorescencias por tallo, el resto de los 14 cultivares emiten entre una y dos inflorescencias. El número de botones o flores emitidas en cada racimo es de tres a cinco; entre los cultivares con cinco botones por racimo tenemos el EC572, EC254 y el Vega de San Juan, mientras los que emiten cuatro botones tenemos los cultivares EC120G, EC594, EC255 y el Cristalina, mientras que los restantes ocho cultivares emiten tres botones florales por racimo.

CUADRO 3.-Caracterización general de 14 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) Urban), bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panán, Suchitepequez. 1997.

TRATAMIENTO - CULTIVAR	CARACTERES DEL TALLO								CARACTERES DE LA HOJA								
	Hábito de crecimiento	Número de tallos secundarios	Largo de tallos cm.	Número de nudos	Largo del entrenudo cm.	Diámetro del entrenudo cm.	Pubescencia del tallo	FOLICULO CENTRAL									
								Forma	Largo cm.	Ancho cm.	Relación Ancho-Largo	Margen	Láminas	Pubescencia de la base	Base	Apice	
1	EC120G	Semi compacto	2	42	8	11.67	0.49	Moderado	Deltoid	6.57	12.1	1.42	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
2	EC564	Semi compacto	3	38	8	10.66	0.47	Ralo	Deltoid	9.36	13.1	1.39	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
3	EC201	Semi compacto	3	42	8	13.25	0.47	Ralo	Deltoid	9.33	12.8	1.38	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
4	EC572	Compacto intrusivo	5	39	7	10.7	0.43	Ralo	Deltoid	9.47	11.9	1.25	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
5	EC204	Semi compacto	3	37	9	8.52	0.46	Ralo	Deltoid	8.79	12.9	1.47	Eroca	Moderados	Denso	Obtusa	Obtusa
6	EC584	Muy disperso	2	56	11	13.92	0.37	Denso	Obdeltoid	7.93	10.4	1.32	Eroca	Moderados	Denso	Obtusa	Obtusa
7	EC254	Muy disperso	2	50	14	10.33	0.5	Muy denso	Obdeltoid	9.43	12.6	1.34	Eroca	Muy superficial	Denso	Obtusa	Obtusa
8	EC255	Muy disperso	2	62	14	10.53	0.52	Denso	Deltoid	9.87	13	1.32	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
9	ICTA-JUTIAPA	Semi compacto	3	56	9	14.99	0.4	Denso	Deltoid	9.82	12.8	1.31	Sectado	Muy profundos	Muy denso	Obtusa	Obtusa
10	SAN JUAN	Semi compacto	3	36	8	11.77	0.45	Ralo	Deltoid	8.54	11.7	1.37	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
11	AGUA DULCE	Semi compacto	3	45	8	12.94	0.46	Moderado	Deltoid	9.32	12.7	1.36	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
12	SAN MIGUELITO	Semi compacto	3	38	8	11.02	0.41	Ralo	Deltoid	8.26	11.4	1.38	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
13	VEGA DE SAN JUAN	Semi compacto	3	41	8	11.66	0.45	Moderado	Deltoid	8.8	12.1	1.36	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa
14	CRISTALINA	Semi compacto	3	36	7	11.56	0.45	Ralo	Deltoid	8.99	12.6	1.4	Eroca	Moderados	Ralo	Obtusa	Obtusa

CONTINUACION Cuadro 3.

Tratamiento	CARACTERES DE LA HOJA											INFLORESCENCIA								
	FOLICULOS LATERALES										Largo apical cm.	Largo del pedúnculo cm.	Largo del pedicelo cm.	Color	Número al momento cosecha	Número de inflorescencias por planta	Número de tallos con inflorescencia	Número de inflorescencias por raíz	Largo en cm.	
	Simetría	Forma	Apice	Base	Relación con el folículo central	DERECHO			IZQUIERDO											
						Largo cm.	Ancho cm.	Relación Ancho-Largo	Largo cm.	Ancho cm.										Relación Ancho-Largo
EC120G	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.16	8.57	1.05	8.07	8.56	1.06	3.65	6.6	9.06	Verde	18	4	2	2	21.4
EC564	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.61	8.84	1.03	8.51	8.66	1.04	3.71	6.7	8.48	Verde	20	4	2	2	18.8
EC201	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.58	8.8	1.03	8.51	8.73	1.04	3.58	6.3	8.91	Verde	18	2	1	1	14.4
EC572	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	5.60	8.53	0.99	8.5	8.34	0.96	3.87	5.5	9.66	Verde	27	2	2	1	12.6
EC204	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.31	8.66	1.07	8.29	8.78	1.06	3.83	6.5	9.09	Verde	18	3	2	2	18.3
EC584	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	7.84	7.23	0.95	7.62	7.25	0.95	3.48	5.8	6.92	Verde	19	6	2	3	18.3
EC254	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.32	8.43	1.01	8.27	8.47	1.02	3.69	6.6	9.93	Verde claro	38	4	2	2	18.8
EC255	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.58	8.74	1.02	8.53	8.77	1.03	3.75	6.9	9.6	Verde claro	31	4	2	2	15.4
ICTA-JUTIAPA	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.19	8.91	1.08	8.2	8.89	1.08	4.13	8	9.35	Verde oscuro	24	2	1	1	30.25
SAN JUAN	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	7.69	8.03	1.02	7.91	8.05	1.02	3.42	5.5	8.52	Verde	15	2	1	1	17.4
AGUA DULCE	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.64	8.74	1.01	8.63	8.74	1.01	3.42	6.8	9.37	Verde	17	2	2	1	20.1
SAN MIGUELITO	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	7.81	7.87	1.01	7.89	7.8	1.01	3.44	6.4	8.53	Verde	17	2	1	1	14.3
VEGA DE SAN JUAN	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.2	8.34	1.02	8.22	8.32	1.01	3.42	5.9	8.58	Verde	16	2	1	2	19.2
CRISTALINA	Asimétricas	Deltoid	Obtuso	Obtusa	Más pequeños	8.51	8.78	1.03	8.34	8.67	1.04	3.72	6.8	8.46	Verde	16	2	1	2	18.1

CONTINUACION Cuadro 3.

Tratamiento	INFLORESCENCIAS						CARACTERES DE LA FLOR							VAINA					
	Largo del eje en cm.	Largo del pedúnculo en cm.	Número de racimos por inflorescencia	Número de racimos filiales por inflorescencia	Número de botones por racimo	Número medio de botones por inflorescencia	Largo de pedicelos en cm.	Largo de la flor en cm.	Largo del cáliz en cm.	Largo del estamburdo en cm.	Ancha del estamburdo en cm.	Largo de los alas en cm.	Ancho de los alas en cm.	Forma del cáliz	Pubescentia de sépalos	Color de Corola	Largo en cm.	Ancho en cm.	Relación Ancho-Largo
EC1200	11,5	13,4	6	3	4	53	0,55	2,32	1,08	2,08	1,98	2,17	0,62	Campanulado	Moderado	Violeta	13,29	1,37	0,103
EC384	8	11,7	6	2	3	79	0,66	2,4	1,1	2,23	1,82	2,22	0,72	Campanulado	Moderado	Violeta	13,53	1,41	0,104
EC201	12,7	9,2	5	3	3	52	0,6	2,43	1,12	2,17	1,86	2,3	0,63	Campanulado	Muy raro	Violeta	14,28	1,45	0,102
EC672	7,6	9,4	4	2	5	39	0,58	2,46	1,1	2,28	1,9	2,32	0,64	Campanulado	Raro	Violeta	13,17	1,37	0,104
EC304	7,9	10,1	6	3	3	77	0,46	2,28	1,1	2,07	1,74	2,13	0,63	Campanulado	Raro	Violeta	13,99	1,27	0,1
EC384	5,1	11,6	5	2	4	47	0,69	2,57	1,18	2,24	1,85	2,28	0,67	Campanulado	Raro	Violeta	11,01	1,32	0,12
EC254	10,8	9,6	10	3	5	82	0,64	2,27	1	2,14	1,7	2,14	0,68	Campanulado	Muy denso	Lila	12,28	1,53	0,125
EC255	9,1	6,6	8	3	4	51	0,51	2,26	0,9	2	1,64	2,15	0,54	Campanulado	Moderado	Bianca	11,29	1,51	0,134
ICTA-JUBAPA	19,9	9,2	9	3	3	58	0,78	2,38	1	2,02	1,88	2,21	0,69	Campanulado	Moderado	Bianca	10,08	1,12	0,101
San Juan	9,6	10,9	5	3	3	58	0,57	2,35	1,11	2,11	1,88	2,28	0,63	Campanulado	Muy raro	Violeta	13,36	1,37	0,103
Agua Dulce	8,4	13,5	3	3	3	34	0,62	2,17	1,11	1,86	1,7	2,04	0,59	Campanulado	Moderado	Violeta	12,56	1,45	0,116
San Miguelito	9,2	10	5	3	3	22	0,57	2,29	1,08	2,07	1,73	2,18	0,62	Campanulado	Muy raro	Violeta	12,25	1,37	0,112
Vega de San Juan	8,9	14,5	6	3	5	55	0,59	2,23	1,08	2,02	1,72	2,01	0,6	Campanulado	Muy raro	Violeta	13,2	1,4	0,106
Cretalina	8,4	12,8	5	3	4	32	0,56	2,28	1,1	1,88	1,78	2,15	0,63	Campanulado	Raro	Violeta	13,68	1,4	0,102

CONTINUACION Cuadro 3.

Tratamiento	CARACTERES DE VAINA								CARACTERES DE SEMILLA					RAIZ TUBEROSA						
	Profundidad media de v. por placas.	Número de semillas por vaina	Placas fértiles Porcentaje	Pubescentia vainas laterales	Pubescentia vainas axilares	Color vaina inmadura	Color vaina madura	Intensidad Constricción de la vaina.	Forma de la semilla	Largo en mm.	Ancho en mm.	Relación Ancho-Largo	Densidad en mm.	Color	Brillo	Perímetro en cm.	Dímetro en cm.	Largo en cm.	Relación Diámetro-Largo	Largo de prolongación de raíz en cm.
EC1200	16,37	9	67,69	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	9,83	8,8	0,895	4,28	Café-amarillaco	Intermedio	35,59	10,87	8,41	1,3	25,09
EC384	11,47	9	71,43	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	10,17	9,04	0,889	4,21	Café-amarillaco	Intermedio	32,69	10,79	8,07	1,34	25,98
EC201	8,19	9	28,67	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	9,85	8,73	0,886	4,01	Café-amarillaco	Intermedio	41,1	12,28	8,61	1,43	24,4
EC672	6,79	9	29,79	Presente	Densa	Verde profundo	Café	Intermedia	Cuboide	9,44	8,7	0,921	4,63	Café-amarillaco	Intermedio	37,07	11,61	10,03	1,18	30,95
EC304	11,42	9	43,3	Presente	Densa	Verde profundo	Café	Intermedia	Cuboide	9,33	7,77	0,833	3,69	Café-amarillaco	Intermedio	37,33	12,12	7,96	1,51	25,71
EC384	13,42	9	71,43	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Ovalada	7,91	7,72	0,977	3,87	Café-amarillaco	Intermedio	26,77	8,51	9,57	0,88	25,83
EC254	18,4	9	48,19	Presente	Rala	Verde	Café claro	Profunda	Ovalada	8,8	8,06	0,918	4,08	Café-amarillaco	Brillante	37,56	11,77	9,2	1,28	25,76
EC255	11,52	9	59,28	Presente	Muy rala	Verde claro	Café claro	Profunda	Ovalada	8,81	7,59	0,862	3,98		Brillante	36,23	11,29	9,57	1,18	25,94
ICTA-JUBAPA	8,04	9	18,87	Presente	Muy rala	Verde claro	Café claro	Intermedia	Redonda	8,14	6,82	0,838	4,72	Rojó	Brillante	34,11	10,48	8,07	1,3	32,2
San Juan	8,33	9	39,33	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	9,49	8,31	0,875	3,75	Café-amarillaco	Opeco	34,92	10,4	8,64	1,2	23,22
Agua Dulce	6,75	9	32,33	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	9,1	8,37	0,837	4,19	Café-amarillaco	Opeco	38,88	12,07	8,84	1,37	27,75
San Miguelito	5,56	9	12	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	9,39	8,38	0,892	3,91	Café-amarillaco	Opeco	32,7	10,67	7,57	1,34	23,11
Vega de San Juan	9,03	9	56,52	Presente	Densa	Verde profundo	Café	Intermedia	Cuboide	9,19	8,37	0,911	3,95	Café-amarillaco	Opeco	40,43	12,72	8,3	1,53	28,19
Cretalina	8,17	9	48,24	Presente	Densa	Verde	Café	Intermedia	Cuboide	10,15	8,78	0,865	4,06	Café-amarillaco	Opeco	36,88	11,84	9,47	1,25	28,68



CONTINUACION Cuadro 3.

Tratamientos	CARACTERES DE LA RAZ TUBEROSA										CARACTERES AGRONOMICOS						
	Textura periferica	Defectos de la Superficie de la raíz tuberosa	Grosor de la corteza	Forma	Facilidad de cosecha	Dureza de la pulpa	Porcentaje de agritamiento	Porcentaje de daños por barrenadores	Color de la pulpa	Textura de la pulpa	Emergentes Día.	Porcentaje de Germinación	Formación de plántula Día.	Formación de tallos Día.	Inicio de tuberización Día.	Plena Formación Día.	Formación de fruto Día.
EC1200	Morfofosa	Constricciones profundas	Delgada	Globulada	Fácil	Suave	9,50	28,00	Crema	Llena de gránulos	8	94,44	28	32	51	70	56
EC064	Morfofosa	Constricciones Superficiales	Delgada	Globulada	Fácil	Suave	9,85	8,00	Crema	Llena de gránulos	7	94,44	28	32	51	80	55
EC201	Morfofosa	Constricciones Superficiales	Delgada	Globulada	Intermedia	Suave	15,01	16,00	Crema	Morfofosa	7	86,37	31	35	51	70	59
EC572	Lisa	Asente	Gruesa	Globulada	Intermedia	Dura	1,50	28,17	Crema	Llena de gránulos	8	93,52	29	37	52	80	59
EC204	Morfofosa	Constricciones y endurmas profundas	Delgada	Irregulares	Fácil	Suave	8,90	20,83	Crema	Llena de gránulos	8	87,04	29	34	52	70	59
EC294	Lisa	Constricciones profundas	Delgada	Clavadas	Difícil	Muy suave	6,02	4,35	Crema	Llena de gránulos	8	93,52	31	42	52	70	59
EC254	Morfofosa	Constricciones y endurmas profundas	Delgada	Irregulares	Difícil	Muy suave	4,35	17,38	Crema	Morfofosa	11	75,83	33	43	57	98	105
EC255	Morfofosa	Constricciones y endurmas profundas	Delgada	Irregulares	Difícil	Muy suave	1,85	18,75	Crema	Morfofosa	13	75,83	33	45	70	94	104
ICTA-JUTIAPA	Lisa	Constricciones profundas	Gruesa	Globulada	Intermedia	Suave	11,21	22,73	Crema	Morfofosa	11	87,04	33	43	74	98	104
San Juan	Morfofosa	Constricciones profundas	Delgada	Globulada	Fácil	Suave	10,28	40,91	Crema	Llena de gránulos	8	93,50	28	37	51	64	59
Agua Dulce	Lisa	Constricciones Superficiales	Delgada	Globulada	Fácil	Suave	20,35	38,10	Crema	Lisa	7	88,89	28	35	52	64	56
San Miguelito	Morfofosa	Asente	Intermedia	Germinal	Intermedia	Suave	22,17	31,82	Crema	Llena de gránulos	8	94,44	28	35	52	80	59
Vega de San Juan	Morfofosa	Constricciones Superficiales	Delgada	Irregulares	Fácil	Dura	6,43	13,84	Crema	Llena de gránulos	7	87,96	28	35	50	80	56
Cristalina	Morfofosa	Asente	Delgada	Globulada	Intermedia	Suave	9,13	16,67	Crema	Llena de gránulos	8	91,67	28	35	51	70	56

CONTINUACION Cuadro 3.

Tratamientos	CARACTERES AGRONOMICOS																			
	Plena fructificación Día.	Maduración de vaina Día.	Producción de vaina por planta en gr.	Peso de 100 semillas gr.	Número de semillas por Kg.	Rendimiento de semilla Kg./ha	Producción grano normal planta en gr.	Producción grano normal planta en gr.	Relación grano normal-vaina	Retención grano normal-normal	Peso raíz por planta gr.	Rend. de raíz Kg./ha	Porcentaje Raíces grandes	porcentaje Raíces medianas	porcentaje Raíces pequeñas	Porcentaje Materia seca	Porcentaje Agua	Materia seca Kg/ha	Azúcar Grados Brix	Cosecha Día.
EC1200	104	147	56,74	24,95	4008	683,35	24,19	2,52	0,43	9,60	303,0	14482	2,84	9,91	87,25	9,98	90,02	1428,34	5,32	172
EC064	98	147	41,92	26,94	3712	651,70	17,34	2,26	0,41	7,67	419,6	20344	2,84	31,87	65,29	11,00	89,00	2233,58	5,58	172
EC201	104	147	32,59	24,34	4108	129,42	12,10	0,97	0,37	12,47	439,7	21218	5,57	26,38	68,06	10,61	89,39	2247,45	5,39	172
EC572	104	147	25,34	24,59	4050	109,84	8,96	3,25	0,35	2,76	440,0	21128	4,17	27,29	68,54	13,03	86,97	2778,81	6,24	172
EC204	104	147	34,50	20,64	4845	292,09	14,75	0,56	0,43	26,34	345,2	15212	1,75	24,32	73,93	13,23	86,77	1978,84	6,11	172
EC584	104	155	32,82	18,99	5886	344,48	11,11	4,84	0,34	2,39	176,2	7970	0,00	1,45	98,55	14,34	86,66	1148,06	7,75	172
EC254	119	155	51,45	20,84	4798	337,63	18,56	1,23	0,36	15,09	490,4	20399	9,50	34,83	55,67	8,53	91,47	1649,02	5,94	198
EC255	119	155	31,31	18,13	5222	288,16	11,71	0,75	0,57	15,61	407,5	15769	5,79	23,38	70,83	9,45	90,55	1541,56	5,92	198
ICTA-JUTIAPA	123	158	21,46	19,84	5040	54,33	8,04	0,28	0,37	19,14	324,1	14574	5,52	19,70	78,79	10,92	89,08	1534,13	6,78	198
San Juan	104	147	28,59	21,97	4552	175,86	10,76	0,56	0,38	19,21	375,8	17375	0,00	20,42	79,58	11,19	88,81	1928,71	5,85	172
Agua Dulce	104	147	24,88	23,93	4179	170,78	9,93	0,31	0,40	32,03	564,9	25070	6,13	48,70	45,50	12,11	87,89	3037,18	5,95	172
San Miguelito	103	147	23,93	21,43	4666	36,64	9,79	0,17	0,41	57,59	310,3	13662	0,00	13,88	86,12	12,26	87,74	1680,77	6,52	164
Vega de San Juan	104	147	99,88	22,95	4357	325,51	13,25	0,53	0,13	25,00	430,5	18299	0,00	39,00	61,00	10,52	89,48	1939,17	5,32	164
Cristalina	104	147	28,83	25,47	3926	234,78	11,83	0,36	0,41	32,86	457,3	15352	9,26	24,05	66,69	12,46	87,54	1897,99	5,67	172

En referencia a las flores, en los cultivares EC255 e ICTA-JUTIAPA se observa que la corola es crema-blanco amarilláceo (Codigo Munsell = 5Y 9/2). El cultivar EC254 presenta corola violeta con veteado blanco (Munsell = 5P 8/4), y los restantes once cultivares corola violeta (Munsell = 5P 4/10). El largo de la flor para los cultivares EC564, EC121, EC572, EC594 e ICTA-JUTIAPA se encuentran entre 2.38 y 2.57 cm, siendo estos, los cultivares que emiten las flores de mayor longitud. El largo de alas y estandarte casi tienen el mismo comportamiento con respecto a la longitud de las flores; cuando se refiere a el ancho del estandarte los cultivares EC204, EC254, EC255, Agua Dulce, San Miguelito, Vega de San Juan y Cristalina presentan un ancho de 1.64 a 1.76 cm, mientras que los restantes siete cultivares el ancho oscila entre 1.85 a 1.96 cm siendo mucho mayor.

Los cultivares EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA, presentan vainas con escasa pubescencia desde el principio de su formación hasta la madurez fisiológica, el resto de cultivares desarrollan una pubescencia más marcada al llegar a la madurez fisiológica. Los cultivares EC254 y EC255 tienen vainas más anchas y con marcada constricción donde se localizan las semillas, el resto de cultivares tienen un tipo de construcción intermedia. Cuando la vaina llega a la madurez fisiológica tiende a cambiar de verde a café claro en los cultivares EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA, el resto de cultivares su cambio es a café intenso, tendiendo a negro. La intensidad de constricción de las vainas en los cultivares EC254 y EC255 es en forma profunda, mientras que los restantes doce cultivares presentan una constricción intermedia. Cuando se hace referencia a la variable porcentaje de plantas fértiles, se refiere a la cantidad de plantas que llegaron a producir frutos (vainas), según a la totalidad de plantas disponibles por tratamiento. En el Cuadro 3 se puede apreciar de que no todas las plantas llegaron a una producción de vainas, por lo que los cultivares con un mayor porcentaje de plantas productoras de semilla son EC120G (57.60%), EC564 (71.43%), EC594 (71.43%), EC255 (59.26%) y el Vega de San Juan (57.62%), mientras que el resto de cultivares de los 14 evaluados, están por debajo del 50% de plantas productoras de

vainas. El cultivar que casi no llegó a florecer bajo las condiciones de la zona fue el San Miguelito, con 12% del total de plantas que emitieron vainas.

En cuanto a las semillas se presentan dos colores; café amarilláceo en la mayoría de cultivares y rojo únicamente en los cultivares EC255 e ICTA-JUTIAPA. La mayoría de cultivares tienen semillas opacas mientras que el EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA presentan semillas brillantes. En el cultivar ICTA-JUTIAPA la semilla tiende a ser redonda, los cultivares EC254 y EC255 tienen semilla ovalada y el resto de cultivares la semilla tiene forma cuboide. En los cultivares San Juan, Agua Dulce, San Miguelito, Vega de San Juan y Cristalina, las semillas reportan un brillo bastante intenso, mientras que en los demás cultivares la semilla reporta un brillo intermedio entre el intenso y el opaco; el largo se puede observar en el Cuadro 3, los cultivares EC594, EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA producen las semillas menos largas. Las semillas más pequeñas y de menor peso son producidas por los cultivares EC594, EC255 e ICTA-JUTIAPA.

Cuadro 4. Variables constantes de jícama (*P. erosus* (L.) Urban), manifestadas durante la caracterización. CATBUL, 1997.

VARIABLES	ESTADO
Características de la base del folíolo central.	Obtuso
Características del ápice del folíolo central.	Obtuso
Simetría de los folíolos.	Asimétricos
Forma de los folíolos laterales	Deltoides
Forma del ápice de los folíolos laterales	Obtuso
Forma de la base de los folíolos laterales	Obtusa
Relación de los folíolos laterales con el central	Más pequeños
Forma del cáliz de la flor	Campanulado
Número de semillas por vaina	Nueve predomina
Pubescencia de vainas inmaduras	Presente
Color de la pulpa de la raíz tuberosa	Crema

Una de las dificultades que presentan las raíces tuberosas de la jícama, son los defectos (deformaciones) de la superficie, que muchas veces llega a determinar la forma de las mismas.

Entre los materiales que reportan menos defectos está el EC572, San Miguelito y Cristalina, siendo el material EC572 el mejor, ya que no reporta casi ningún defecto en la superficie de la raíz tuberosa, además tiende a presentar una textura lisa, por lo que no desarrolla muchas raicillas; este mismo material tiene una de las peridermis más gruesas, considerándose un material bueno para el almacenamiento y para el transporte, tiene una raíz globulada dando la apariencia de un trompo, es una planta que no profundiza demasiado la raíz, por lo que al efectuar el arrancado, no hay mucho daño mecánico de las mismas; la pulpa es un poco dura y con presencia de gránulos al hacer comparación con los otros cultivares. Otro material que tiende a tener características similares al material descrito con anterioridad es el ICTA-JUTIAPA. Los cultivares EC204, EC254, EC255, son los que desarrollan raíces con mayores deformaciones, en el caso de los dos últimos más el cultivar EC594 presentan una pulpa muy suave, menor contenido de materia seca y mayor contenido de agua (ver Cuadro 3), las raíces de estos cultivares tienden a sufrir agrietamientos por lo que se pierde mucho material; las raíces de estos materiales son muy difíciles de extraerse ya que tienden a profundizar demasiado en el suelo, siendo otro factor que favorece a incrementar el daño de las raíces, la pulpa de estos tres materiales es de las más suaves y jugosas, aunque en el material EC254 tienden a ser una pulpa más dulces, debido posiblemente a las raíces pequeñas que no se desarrollan en volúmenes grandes, por lo que es probable que los azúcares se concentren más.

El tiempo que tarda en emerger la semilla de jícama a la superficie del suelo en cada cultivar, llega a definir hasta cierto punto el tiempo para que ocurran los demás procesos fisiológicos de la planta. Los cultivares EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA, fueron los que se llevaron mayor número de días para emerger, reportándose entre once y trece días de emergencia, mientras que en los demás cultivares la misma se dio a los ocho días después de colocar la semilla en el suelo.

En cuanto a las 31 características que presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 5), observamos lo siguiente: los tallos secundarios se presentan en un rango de dos a cinco, esto nos da una idea de la cobertura que pueda tener un determinado cultivar; en este caso el cultivar EC572 reportó el mayor promedio de tallos por planta, que fue de cinco, teniendo una cobertura uniforme, el resto de cultivares presentaron de dos a tres tallos por planta. Los tallos presentaron una longitud de 30 a 82 cm. Los cultivares EC255, EC254, EC594 e ICTA-JUTIAPA, desarrollan los tallos más largas.

Las inflorescencias se presentaron en números de uno a siete por planta, el alto coeficiente de variación (C.V. = 30.48 %) indica que es fuertemente influenciada por el ambiente; el cultivar EC594 presenta siete inflorescencias por planta siendo el mayor número reportado, mientras que los de menor número son el cultivar San Miguelito y el EC121. En las inflorescencias también hay variabilidad en cuanto al número de racimos florales con un rango de 1 a 12. Entre los cultivares con mayor cantidad de racimos por inflorescencia tenemos el EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA y los de menor número los cultivares Cristalina, San Miguelito, Agua Dulce y EC572.

En los 14 cultivares de jícama evaluados, el número de lóculos por vaina es el mismo. Lo que se observa es que en las vainas de mayor longitud y mayor ancho se desarrollan semillas más grandes, caso contrario sucede cuando las vainas son pequeñas. Los cultivares EC594 e ICTA-JUTIAPA presentan las vainas más angostas y de menor longitud.

La cosecha de la raíz tuberosa se realizó en el período de plena formación de vaina (más o menos 175 días después de la emergencia). De las once características de la raíz que se sometieron a análisis de varianza, cuatro no presentaron diferencias significativas (longitud de raíz, porcentaje de raíces grandes (mayores de 1000 gr), porcentaje de raíces medianas (500 a 1000 gr) y porcentaje de raíces pequeñas (menores de 500 gr)).

Cuadro 5. Lista de variables cuantitativas y resultados del análisis de varianza de 14 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.)Urban) caracterizados. CATBUL, 1997.

VARIABLES	SIG.	C.V. Porcentaje	MEDIA GENERAL	RANGOS
Largo del foliolo apical	**	6.45	9.04	7.56 - 10.66
Ancho del foliolo apical	*	6.12	12.30	9.90 - 13.98
Largo del foliolo lateral derecho	Ns	5.97	8.28	7.21 - 9.37
Ancho del foliolo lateral derecho	*	6.14	8.48	6.77 - 9.64
Largo del foliolo lateral izquierdo	Ns	6.30	8.24	7.12 - 8.31
Ancho del foliolo lateral izquierdo	*	6.48	8.45	6.78 - 9.70
Largo del raquis de la hoja	Ns	7.53	3.64	3.08 - 4.62
Largo del pedúnculo de los foliolos	**	7.81	0.61	0.50 - 0.76
Largo del peciolo de la hoja	**	6.08	8.95	6.56 - 10.32
Número de tallos secundarios	**	12.98	2.74	1.78 - 5.08
Largo del tallo principal al momento de la floración	**	14.76	0.44	0.30 - 0.82
Número de nudos del tallo más largo	**	11.08	9.08	6.50 - 16.50
Longitud del entrenudo	**	11.94	11.69	7.73 - 16.59
Número de inflorescencias por planta	**	30.48	2.88	1.0 - 7.0
Largo de la inflorescencia	**	13.37	17.90	11.1 - 32.5
Largo del raquis de la inflorescencia	**	14.70	9.79	5.0 - 20.1
Número de racimos por inflorescencia	**	14.40	6.12	1.0 - 11.61
Número de racimos fértiles por inflorescencia	*	13.78	2.68	1.0 - 3.67
Número máximo de botones florales por inflorescencia	**	13.50	52.67	21 - 95
Longitud de la vaina	**	5.35	12.71	8.09 - 14.60
Ancho de la vaina	**	2.40	1.38	1.11 - 1.54
Producción media de fruto o vaina (PB) por planta	*	36.09	33.46	14.13 - 75.59
Producción media de vainas/planta	**	34.66	10.25	4.87 - 23.80
Producción de grano normal por planta	*	38.89	12.97	4.90 - 32.23
Producción de grano anormal por planta	**	52.45	1.38	0.0 - 8.34
Rendimiento de semilla Kg/ha	**	21.24	272.16	17.08 - 956.69
Diámetro de la raíz tuberosa	*	11.35	11.16	8.44 - 14.55
Longitud de la raíz tuberosa	Ns	10.70	8.73	6.69 - 10.98
Peso de la raíz tuberosa	**	23.27	391.75	135.76 - 705.07
Rendimiento de raíz tuberosa kg/ha	**	24.76	17203.84	6331.85 - 32884.47
Rendimiento de materia seca de raíz tuberosa kg/ha	**	20.53	1933.83	581.60 - 3636.95
Contenido de azúcar en grados brix	**	8.76	6.02	4.95 - 8.31
Porcentaje de materia seca en la raíz tuberosa	**	10.86	11.40	7.45 - 15.02
Porcentaje de raíces grandes > de 1000 gr	Ns	158.94	3.53	0.0 - 27.78
Porcentaje de raíces medianas 500-1000 gr	Ns	59.82	24.61	0.0 - 71.43
Porcentaje de raíces pequeñas < de 500 gr	*	22.44	71.84	23.81 - 100
Porcentaje de agrietamiento de raíces tuberosas	*	64.08	9.75	0.0 - 23.81
Porcentaje de raíces dañadas por barrenadores	Ns	48.78	25.97	0.0 - 52.63

Donde: SIG = Significancia      Ns = No significativo estadísticamente  
 C.V = Coeficiente de variación      PB = Peso bruto  
 \*\* = Significancia al 99%  
 \* = Significancia al 95%.

Para las variables que presentaron diferencias significativas, tenemos el diámetro y el peso de la raíz tuberosa como de gran importancia. Los cultivares Agua Dulce, Cristalina, EC254 y EC572 tienen la raíz con mayor diámetro y peso, mientras que los cultivares ICTA-JUTIAPA, San Miguelito, EC120G y EC594 presentan las raíces más pequeñas.

El contenido de azúcar medido en Grados Brix presentan un rango de 4.95 a 8.31. Es alto en los cultivares EC594 (7.75), ICTA-JUTIAPA (6.78) y San Miguelito (6.52); mientras que los cultivares EC201 (5.39), EC120G (5.32) y el Vega de San Juan (5.32) reportan los contenidos más bajo de azúcar. Los cultivares EC594, EC204, EC572, Cristalina, San Miguelito y Agua Dulce, reportaron un porcentaje de materia seca que supera a la media general de 11.40%, mientras que los cultivares EC255 y EC254 tuvieron más del 90% de humedad.

En cuanto a la calidad de la raíz expresada en agrietamiento los cultivares EC572 y EC255 reportan los menores daños y el resto de cultivares reportaron un rango de 4 a 23% de raíces agrietadas.

Por último es importante analizar los coeficientes de variación que se reportaron a la hora de efectuar el análisis de la información. En el Cuadro 5, observamos que dichos coeficientes se encuentran desde 2.40% para la variable ancho de la vaina hasta un 158.94% para porcentaje de raíces grandes. Esto nos indica que dentro de los mismos cultivares existió mucha variabilidad, que pudo deberse a: el material genético, el tipo de variable, las variaciones climáticas, tipo de suelo y el manejo del experimento para la obtención de la información.

Cuadro 6. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables del tallo que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Número de tallos secundarios			Longitud del tallo principal m.			Número nudos del tallo			Longitud del entrenudo cm.		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
EC864	4.703	A	EC255	0.6167	A	EC255	14.200	A	ICTA-JUTIAPA	14.987	A
EC201	3.017	B	EC584	0.5633	A B	EC254	13.733	A	EC584	13.917	A B
Agua Dulce	2.770	B C	ICTA-JUTIAPA	0.5567	A B	EC584	10.713	B	EC201	13.247	A B C
San Juan	2.763	B C	EC254	0.5033	A B C	ICTA-JUTIAPA	9.433	B C	Agua Dulce	12.937	A B C
ICTA-JUTIAPA	2.747	B C	Vega de San Juan	0.4467	B C D	EC204	8.867	C D	San Juan	11.767	B C D
Cristalina	2.743	B C	EC201	0.4200	C D	San Juan	8.300	C D	Vega de San Juan	11.657	B C D E
EC204	2.740	B C	EC120G	0.4167	C D	San Miguelito	8.000	C D	EC120G	11.650	B C D E
San Miguelito	2.550	B C	Vega de San Juan	0.4133	C D	EC120G	7.933	C D	Cristalina	11.557	B C D E
Vega de San Juan	2.543	B C	EC572	0.3867	C D	EC584	7.867	C D	San Miguelito	10.017	C D E
EC864	2.507	B C	EC584	0.3800	C D	EC201	7.833	C D	EC584	10.860	C D E
EC120G	2.457	B C	San Juan	0.3767	C D	Agua Dulce	7.800	C D	EC572	10.697	C D E
EC584	2.403	B C	San Miguelito	0.3767	C D	Vega de San Juan	7.767	C D	EC255	10.533	C D E
EC255	2.330	B C	EC204	0.3700	D	EC572	7.333	D	EC254	10.333	D E
EC254	2.137	C	Cristalina	0.3633	D	Cristalina	7.333	D	EC204	9.520	E

Cuadro 7. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de la hoja que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Largo del foliolo apical cm.			Ancho del foliolo apical cm.			Ancho foliolo lateral derecho cm.			Ancho foliolo lateral izquierdo. Cm.			Largo pedúnculo de folíolos cm.			Longitud de peciolo de la hoja cm.		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
EC255	9.870	A	EC864	13.086	A	ICTA-JUTIAPA	8.913	A	ICTA-JUTIAPA	8.983	A	EC255	0.8867	A	EC254	9.933	A
ICTA-JUTIAPA	9.817	A	255	13.010	A	EC204	8.857	A B	EC864	8.830	A B	EC584	0.8867	A B	EC572	9.857	A
EC572	9.473	A B	EC204	12.887	A	EC584	8.840	A B	EC204	8.783	A B	EC254	0.8800	A B	EC255	9.897	A
EC204	9.433	A B	ICTA-JUTIAPA	12.848	A B	EC201	8.800	A B	EC255	8.767	A B	EC120G	0.8567	A B	Agua Dulce	9.370	A B
EC864	9.363	A B C	EC201	12.837	A B	Cristalina	8.777	A B	Agua Dulce	8.737	A B	EC204	0.8500	A B C	Vega de San Juan	9.360	A B
EC201	9.330	A B C	Agua Dulce	12.670	A B	EC255	8.737	A B	EC201	8.730	A B	EC201	0.8257	A B C D	EC204	9.080	A B
Agua Dulce	9.317	A B C	EC254	12.597	A B	Agua Dulce	8.737	A B	Cristalina	8.673	A B	ICTA-JUTIAPA	0.8000	A B C D	EC120G	9.077	A B
Cristalina	8.987	A B C D	Cristalina	12.570	A B	EC120G	8.667	A B	EC120G	8.657	A B	Agua Dulce	0.8633	B C D	ICTA-JUTIAPA	9.013	A B
Vega de San Juan	8.797	A B C D	EC120G	12.200	A B	EC572	8.533	A B	EC254	8.470	A B	Cristalina	0.8767	B C D	EC201	8.910	B
EC864	8.790	A B C D	Vega de San Juan	12.113	A B	EC254	8.430	A B	EC572	8.337	A B	Vega de San Juan	0.8767	B C D	San Miguelito	8.530	B
EC120G	8.573	B C D	EC572	11.883	A B	Vega de San Juan	8.340	A B	Vega de San Juan	8.320	A B	EC864	0.8600	C D	San Juan	8.823	B
San Juan	8.540	B C D	San Juan	11.727	A B C	San Juan	8.027	A B C	San Juan	8.063	A B C	EC572	0.8533	D	EC864	8.483	B
San Miguelito	8.277	C D	San Miguelito	11.387	B C	San Miguelito	7.873	B C	San Miguelito	7.860	B C	San Juan	0.8487	D	Cristalina	8.457	B
EC864	7.933	D	EC864	10.440	C	EC864	7.280	C	EC864	7.280	C	San Miguelito	0.8400	D	EC864	8.823	C



Cuadro 8. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de inflorescencias que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Número de inflorescencias por planta			Longitud de la inflorescencia cm.			Longitud del raquis de la inflorescencia cm.			Número de semillas por inflorescencia			Semillas viables por inflorescencia			Botones florecidos por inflorescencia		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
EC254	5.867	A	ICTA-JUTIAPA	30.25	A	ICTA-JUTIAPA	10.0	A	EC254	8.713	A	EC254	3.253	A	EC254	81.667	A
EC255	4	B	EC120G	21.433	B	EC201	12.7	B	ICTA-JUTIAPA	8	A B	EC201	3.063	A B	EC564	79.333	A
EC120G	3.967	B C	Agua Dulce	20.067	B C	EC120G	11.533	B C	EC255	7.613	B	ICTA-JUTIAPA	3	A B	EC204	77	A
EC254	3.867	B C	Vega de San Juan	19.233	B C D	EC254	10.8	B C D	EC204	6.067	C	EC204	2.973	A B	San Juan	58.333	B
EC564	3.667	B C	Cristalina	18.067	B C D E	San Juan	9.567	C D E	EC120G	5.963	C	Cristalina	2.867	A B	ICTA-JUTIAPA	56	B
EC204	3.333	B C D	EC254	17.967	B C D E	San Miguelito	9.2	C D E	Vega de San Juan	5.833	C	EC120G	2.787	A B C	Vega de San Juan	55	B
Agua Dulce	2.333	C D	San Juan	17.433	B C D E	EC255	9.1	C D E	EC564	5.51	C	EC255	2.757	A B C D	EC120G	53	B
Cristalina	2.333	C D	EC564	16.833	C D E F	Vega de San Juan	8.867	C D E	EC564	5.56	C	San Juan	2.71	A B C D	EC201	52	B
Vega de San Juan	2.333	C D	EC204	16.3	C D E F	Agua Dulce	6.4	D E	San Juan	6.3	C	San Miguelito	2.567	A B C D	EC255	50.667	B C
EC572	2	C D	EC204	16.3	C D E F	Cristalina	6.367	D E	EC564	5.17	C	Vega de San Juan	2.55	B C D	EC564	48.667	B C D
ICTA-JUTIAPA	2	C D	EC255	15.4	D E F	EC564	7.967	E	Cristalina	5.047	C D	EC564	2.41	B C D	EC572	58.667	C D E
San Juan	2	C D	EC201	14.4	E F	EC204	7.86	E	San Miguelito	4.983	C D	EC504	2.353	B C D	Agua Dulce	34.667	D E
EC201	1.667	D	San Miguelito	14.3	E F	EC572	7.6	E	EC572	3.967	D E	Agua Dulce	2.173	C D	Cristalina	32	E F
San Miguelito	1.667	D	EC572	12.667	F	EC564	9.067	F	Agua Dulce	3.443	E	EC572	2.033	D	San Miguelito	22	F

Cuadro 9. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de vainas que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Peso de vaina (PB) por planta gr.			Producción promedio de vaina por planta			Longitud de vaina cm.			Ancho de vaina cm.		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
EC120G	58.743	A	EC255	18.4	A	EC201	14.26	A	EC254	15.333	A
EC254	51.453	A B	EC120G	16.367	A B	Cristalina	13.66	A B	EC255	151	A
EC564	41.917	A B C	EC564	13.423	A B C	EC564	13.533	A B C	Agua Dulce	145	B
EC204	34.497	B C	EC255	11.517	B C D	San Juan	13.366	A B C	EC201	14.467	B
Vega de San Juan	33.227	B C	EC564	11.467	B C D	EC120G	13.29	A B C	EC564	14.133	B C
EC564	32.82	B C	EC204	11.423	B C D	San Miguelito	13.207	A B C	Cristalina	14	B C
EC255	32.647	B C	Vega de San Juan	9.033	C D	Vega de San Juan	13.203	A B C	Vega de San Juan	14	B C
EC201	32.59	B C	San Juan	8.333	C D	EC564	13.173	A B C	EC572	13.7	C D
Cristalina	28.627	B C	EC201	8.19	C D	EC204	12.993	A B C	EC120G	13.667	C D
San Juan	28.587	B C	Cristalina	8.17	C D	Agua Dulce	12.55	B C	San Juan	13.667	C D
EC572	25.107	C	ICTA-JUTIAPA	8.04	C D	EC254	12.28	C D	San Miguelito	13.567	C D
Agua Dulce	24.08	C	EC572	6.79	C D	EC255	11.287	D E	EC594	13.233	D
San Miguelito	23.927	C	Agua Dulce	6.75	C D	EC594	11.01	E F	EC204	12.633	E
ICTA-JUTIAPA	21.463	C	San Miguelito	5.557	D	ICTA-JUTIAPA	10.08	F	ICTA-JUTIAPA	11.2	F

Cuadro 10. Resumen de la comparación múltiple de medias Duncan, en variables de semillas que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Producción de grano normal por planta gr.			Producción grano anormal por planta gr.			Rendimiento de semilla kg/ha.		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
EC120G	24.19	A	EC594	4.645	A	EC120G	683.35	A
EC254	18.563	A B	EC572	3.247	A B	EC564	651.7	A
EC562	17.337	A B C	EC120G	2.52	A B C	EC594	334.48	B
EC204	14.747	B C	EC564	2.26	A B C	Vega de San Juan	325.51	B
Vega de San Juan	13.25	B C	EC254	2.227	B C D	EC254	324.3	B C
EC201	12.103	B C	EC201	0.967	B C D	EC204	292.09	B C D
Cristalina	11.827	B C	EC255	0.753	C D	EC255	288.16	B C D
EC255	11.71	B C	EC204	0.56	D	Cristalina	234.78	B C D E
EC594	11.107	B C	San Juan	0.557	D	San Juan	175.86	B C D E F
San Juan	10.757	B C	Vega de San Juan	0.53	D	Agua Dulce	170.78	C D E F G
Agua Dulce	9.927	B C	Cristalina	0.36	D	EC201	128.42	D E F G
San Miguelito	9.123	B C	Agua Dulce	0.307	D	EC572	109.84	E F G
EC572	8.963	B C	ICTA-JUTIAPA	0.28	D	ICTA-JUTIAPA	54.33	F G
ICTA-JUTIAPA	8.04	C	San Miguelito	0.167	D	San Miguelito	35.64	G

Cuadro 11. Resumen de comparación múltiple de medias Duncan, en variables de raíz tuberosa que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza. CATBUL, 1997.

Diámetro de raíz en cm.			Peso de raíz por planta gr.			Rendimiento de raíz kg/ha			Rendimiento de materia seca de raíz kg/ha			Contenido de azúcar (grados brix)			Porcentaje de materia seca en raíces			Porcentaje de raíces pequeñas < 500 gr.			Porcentaje de agrietamiento de raíces		
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
V. de San Juan	12.7	A	Agua Dulce	568	A	Agua Dulce	25099.71	A	Agua Dulce	3037	A	EC994	7.75	A	EC994	14.84	A	Agua Dulce	45.5	A	EC572	1.5	A
EC301	12.3	A B	EC254	514	A B	EC201	21218.43	A B	EC572	2779	A B	ICTA-JUTIAPA	6.78	B	EC204	13.23	A B	EC994	55.67	A B	EC255	1.953	A
Agua Dulce	12.1	A B	Cristalina	457	A B C	EC572	21127.50	A B	EC201	2249	B C	San Miguelito	6.52	B C	EC572	13.02	A B	V. de San Juan	61	A B	EC254	4.247	A B
Cristalina	11.8	A B	EC572	440	A B C	EC254	20398.95	A B	EC994	2234	B C	EC672	6.34	B C D	Cristalina	12.46	A B C	EC564	65.3	A B	EC594	6.023	A B
EC994	11.5	A B	EC201	440	A B C	EC994	20343.92	A B	EC204	1979	C D	EC204	6.11	B C D	San Miguelito	12.25	A B C D	Cristalina	65.69	A B	V. de San Juan	6.43	A B
EC572	11.6	A B	V. de San Juan	430	A B C	V. de San Juan	18299.03	A B	V. de San Juan	1838	C D	Agua Dulce	6.95	B C D	Agua Dulce	12.11	A B C D	EC201	69.06	A B C	EC204	9.997	A B C
EC994	11.5	A B	EC994	420	A B C	San Juan	17374.57	A B	San Juan	1923	C D	EC254	6.94	B C D	San Juan	11.19	B C D E	EC572	69.54	A B C	Cristalina	9.127	A B C
EC255	11.3	A B	EC255	408	A B C	EC255	19769.66	A B C	Cristalina	1896	C D E	EC255	5.92	B C D	EC994	11	B C D E	EC255	70.84	A B C	EC120G	8.5	A B C
EC120G	10.8	A B C	San Juan	376	B C	Cristalina	15352.43	A B C	EC254	1906	C D E	San Juan	5.95	B C D	ICTA-JUTIAPA	10.92	B C D E	EC204	75.93	A B C	EC564	9.963	A B C
EC994	10.9	A B C	EC204	345	B C D	EC204	15211.72	B C	San Miguelito	1681	C D E	Cristalina	5.96	C D	EC201	10.81	C D E	ICTA-JUTIAPA	78.8	B C	San Juan	10.277	A B C D
ICTA-JUTIAPA	10.8	A B C	ICTA-JUTIAPA	324	C D	ICTA-JUTIAPA	14574.46	B C	EC255	1542	C D E	EC994	5.99	C D	V. de San Juan	10.62	C D E	San Juan	79.58	B C	ICTA-JUTIAPA	11.213	A B C D
San Juan	10.4	A B C	San Miguelito	310	C D	EC120G	14461.60	B C	ICTA-JUTIAPA	1534	C D E	EC201	6.99	D	EC120G	9.977	D E	San Miguelito	66.12	B C	EC201	15.013	B C D
San Miguelito	10.2	B C	EC120G	303	C D	San Miguelito	13682.11	B C	EC120G	1428	D E	EC120G	6.32	D	EC255	9.45	E	EC120G	67.25	B C	Agua Dulce	20.947	C D
EC994	9.99	C	EC994	178	D	EC994	7969.89	C	EC994	1148	E	V. de San Juan	6.32	D	EC254	9.63	E	EC994	98.55	C	San Miguelito	22.133	D

## 7.2. Análisis de correlación

Un total de 30 variables cuantitativas fueron sometidas a análisis de correlación; para ello se elaboró una matriz de coeficientes de Correlación de Pearson ( $r$ ) por medio del paquete estadístico SAS. En el Cuadro 12, se observan las variables que presentaron correlaciones significativamente altas (mayor del 95% de significancia), reportando valores absolutos de  $r$  mayores de 0.6.

El número de tallos con el número de nudos por tallo ( $r = -0.6443$ ), y número de inflorescencias ( $r = -0.64085$ ) reportan coeficientes negativos, lo que indica que cuando la planta desarrolla mayor número de tallos llega a desarrollar un menor número de nudos por tallo y por consiguiente un menor número de inflorescencias por planta. Inversamente el largo de tallo tiene correlación positiva con el número de nudos ( $r = 0.7731$ ) y el número de nudos tiene correlación positiva con el número de inflorescencias por planta ( $r = 0.60744$ ), o sea que a mayor longitud de tallo mayor número de nudos y mayor número de inflorescencias por planta. Sin embargo el largo de tallo muestra relación negativa con el tamaño de semilla, esto se observa en cultivares EC254, EC255, EC594 e ICTA JUTIAPA que desarrollaron las semillas más pequeñas.

Las variables días a emergencia, formación de plántulas, formación de tallos, días a plena floración, plena fructificación, inicio de maduración de vainas y días a cosecha de la raíz tuberosa presentan correlaciones positivas con el largo de tallos, lo que nos indica que la elongación de los tallos es mayor cuando los mismos procesos fisiológicos de la planta de jícama se llevan un mayor tiempo en ser manifestados.

Cuadro 12. Variables que presentaron correlaciones significativas en la caracterización de jícama (*P. erosus* (L.) Urban). CATBUL, 1997.

COMPARACION	VARIABLES COMPARADAS	COEFICIENTE DE CORRELACION	VALORES DE PROBABILIDAD
01	Número de tallos secundarios y número de nudos	-0.64430	0.0129
02	Número de tallos secundarios y número de	-0.64085	0.0135
03	Largo de tallos y número de nudos/tallo	0.77310	0.0012
04	Largo de tallo y longitud de vaina	-0.84145	0.0002
05	Largo de tallo y longitud de semilla	-0.80183	0.0006
06	Largo de tallo y días a emergencia.	0.76361	0.0015
07	Largo de tallo y días a formación de plantula	0.82855	0.0002
08	Largo de tallo y días a formación de tallos	0.84882	0.0001
09	Largo de tallo y días a plena floración	0.70420	0.0049
10	Largo de tallo y días a plena fructificación	0.76207	0.0015
11	Largo de tallo y días a inicio de maduración de vaina	0.90836	0.0001
12	Largo de tallo y días a cosecha de raíz tuberosa	0.75647	0.0017
13	Número de nudos/rama y número de inflorescencias/planta	0.60744	0.0212
14	Número de nudos/rama y número de racimos/inflorescencia	0.70456	0.0049
15	Número de inflorescencias/planta y diámetro de la raíz tuberosa	-0.59857	0.0237
16	Número de inflorescencias/planta y rendimiento de semilla kg/ha	0.62994	0.0158
17	Largo de inflorescencia y ancho de vaina	-0.55898	0.0377
18	Largo de vaina y largo de semilla	0.86265	0.0001
19	Largo de vaina y ancho de semilla	0.79136	0.0070
20	Largo de vaina y peso de 100 semillas	0.71318	0.0042
21	Largo de vaina y número de semillas por kilogramo	-0.72751	0.0032
22	Largo de semilla y ancho de semilla	0.85882	0.0001
23	Largo de semilla y peso de 100 semillas	0.88209	0.0001
24	Largo de semilla y número de semillas por kilogramo	-0.81755	0.0004
25	Ancho de semilla y peso de 100 semillas	0.84630	0.0001
26	Ancho de semilla y número de semillas por kilogramo	-0.81755	0.0004
27	Diámetro de raíz tuberosa y peso de raíz tuberosa/planta	0.78034	0.0010
28	Diámetro de raíz tuberosa y rendimiento de raíz tuberosa kg/ha	0.69420	0.0059
29	Diámetro de raíz tuberosa y rendimiento de materia seca kg/ha	0.56558	0.0350
30	Diámetro de raíz tuberosa y Contenido de azúcar en grados brix	-0.74729	0.0021
31	Días a emergencia y días a formación de plantula	0.81182	0.0004
32	Días a emergencia y días a formación de tallos	0.80182	0.0006
33	Días a emergencia y días a plena floración	0.88806	0.0001
34	Días a emergencia y días a plena fructificación	0.91412	0.0001
35	Días a emergencia y días a inicio de maduración de vainas	0.86977	0.0001
36	Días a emergencia y días a cosecha	0.91932	0.0001
37	Días a formación de plantula y días a formación de tallos	0.87167	0.0001
38	Días a formación de plantula y días a plena floración	0.88421	0.0001
39	Días a formación de plantula y días a plena fructificación	0.86595	0.0001
40	Días a formación de plantula y inicio de maduración de vaina	0.91794	0.0001
41	Días a formación de plantula y días a cosecha	0.87824	0.0001
42	Días a formación de tallos y días a plena floración	0.80732	0.0005
43	Días a formación de tallos y días a plena fructificación	0.83326	0.0002
44	Días a formación de tallos y inicio de maduración de vaina	0.93302	0.0001
45	Días a formación de tallos y días a cosecha	0.79170	0.0007
46	Días a plena floración y días a plena fructificación	0.93056	0.0001
47	Días a plena floración y inicio de maduración de vaina	0.85245	0.0001
48	Días a plena floración y días a cosecha	0.94404	0.0001
49	Días a plena fructificación y inicio de maduración de vaina	0.88370	0.0001
50	Días a plena fructificación y días a cosecha	0.94037	0.0001

## CONTINUACION. Cuadro 12.

51	Inicio de maduración de vaina y días a cosecha	0.89014	0.0001
52	Peso de 100 semillas y número de semillas por kilogramo	-0.99035	0.0001
53	Peso de raíz tuberosa/planta y rendimiento de raíz kg./ha.	0.91095	0.0001
54	Peso de raíz tuberosa/planta y materia seca en raíz kg./ha	0.74600	0.0022
55	Peso del tubérculo/planta y contenido de azúcar en grados brix	-0.62092	0.0178
56	Rendimiento de raíz kg/ha y rendimiento de materia seca kg/ha	0.85435	0.0001
57	Rendimiento de raíz kg/ha y contenido de azúcar en grados brix	-0.59994	0.0233
58	Porcentaje de materia seca y porcentaje de agua en la raíz	-0.98801	0.0001
59	Porcentaje de materia seca y contenido de azúcar en grados brix	0.58830	0.0269

El número de inflorescencias que desarrolle la planta tiene relación positiva con el rendimiento de semilla, pero cuando nos referimos al diámetro de la raíz tuberosa esta se ve inversamente afectada o sea que entre mayor número de flores emita la planta, se desarrolla menos diámetro de la raíz en cada planta de jícama. Esto nos da la alternativa probable que para poder incrementar el tamaño de raíces tuberosas, deben efectuarse prácticas de desfloreos.

La longitud de las vainas guarda relación positiva con el largo y ancho de las semillas ( $r = 0.86265$  y  $r = 0.79136$  respectivamente), lo que se corrobora al observar la correlación positiva que también existe con el peso de la semilla ( $r = 0.71318$ ). Esta serie de correlaciones longitud de vaina con el largo, ancho, y peso de la semilla confirman la observación en que el número de semillas por vaina es constante y que la variabilidad que se observa en el análisis de varianza para la longitud de vaina, incide en la variabilidad para tamaño de semilla.

Diámetro y peso de raíz tuberosa están positivamente correlacionadas ( $r = 0.78034$ ), o sea que a mayor diámetro que desarrolle la raíz, los rendimientos serán más altos en materia fresca y seca por unidad de área cultivada. Aparentemente hay una correlación negativa entre el peso de raíz y el contenido de azúcar ( $r = -0.62092$ ), sin embargo este dato debe tomarse con reserva, porque podrían existir factores genéticos determinantes en el contenido de azúcar.

Los días a emergencia tienen una correlación positiva con las siguientes características: días a la formación de plántula, días a la formación de tallos, días a la floración, días a la fructificación, días a la maduración de vainas y días a la cosecha, está íntimamente relacionadas

uno del otro, ya que si la emergencia es precoz los demás procesos ocurrirán en menor tiempo, al hacer comparación con aquellos cultivares donde la emergencia se lleva mayor número de días, los procesos fisiológicos de la planta se llevan mucho mayor tiempo para que sean manifestados.

El contenido de agua y el porcentaje de materia seca en la raíz tuberosa, están inversamente relacionadas ( $r = -0.98801$ ), ya que entre mayor contenido de materia seca contenga la raíz tuberosa, menor contenido de agua tendrá. Al hacer referencia al contenido de azúcar y el contenido de materia seca ( $r = 0.58830$ ), podemos decir que entre mayor contenido de materia seca se obtenga en una cultivar de jícama, esta tendrá mayor cantidad de azúcares, dando la apariencia de ser más dulce y de una consistencia un poco más sólida, en comparación con aquellos materiales que tienen menor cantidad de azúcar y materia seca. Los cultivares EC254 y EC255, son materiales que contienen un alto porcentaje de humedad, pero bajo en materia seca con una pulpa jugosa y menos dulce, mientras que los cultivares EC594, ICTA-JUTIAPA, San Miguelito y el EC572 incrementan el porcentaje de materia seca y el contenido de azúcar reportado en Grados Brix es más alto que los demás cultivares.

### **7.3. Análisis de agrupamiento**

Para determinar el grado de afinidad o similitud que existe entre los cultivares (unidades taxonómicas operativas) de Pachyrhizus erosus (L.) Urban, relacionado con el estado de sus caracteres (variables), se procedió a aplicar las técnicas del análisis de agrupamiento (Cluster), representado en un modelo gráfico denominado fenograma o dendograma (Figura 3).

Cuadro 13. Listado de variables cuantitativas y cualitativas utilizadas en el análisis de agrupamiento en la investigación de caracterización de jícama (*P. erosus* (L.) urban). CATBUL, 1997.

<b>VARIABLES CUANTITATIVAS</b>	
<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>
Número de tallos secundarias	
Longitud del foliolo central	Centímetros
Ancho del foliolo central	Centímetros
Relación ancho largo del foliolo central	
Largo del foliolo lateral derecho	Centímetros
Ancho del foliolo lateral derecho	Centímetros
Relación ancho largo del foliolo lateral derecho	
Largo del foliolo lateral izquierdo	Centímetros
Ancho del foliolo lateral izquierdo	Centímetros
Relación ancho largo del foliolo lateral izquierdo	
Largo del raquis de la hoja	Centímetros
Largo del pedúnculo de la hoja	Centímetros
Largo del peciolo de la hoja	Centímetros
Número de inflorescencias por planta	
Largo de la inflorescencia	Centímetros
Largo del raquis de la inflorescencia	Centímetros
Largo del pedúnculo de la inflorescencia	Centímetros
Número de racimos por inflorescencia	
Número de botones florales por racimo	
Número máximo de botones florales por inflorescencia	
Largo de pedicelos	Centímetros
Longitud de la flor	Centímetros
Largo del cáliz	Centímetros
Largo del estandarte	Centímetros
Ancho del estandarte	Centímetros
Largo de las alas de la flor	Centímetros
Ancho de las alas de la flor	Centímetros
Largo de la vaina	Centímetros
Ancho de la vaina	Centímetros
Relación ancho largo de la vaina	
Largo de la semilla	Milímetros
Ancho de la semilla	Milímetros
Relación ancho largo de la semilla	
Grosor de la semilla	Milímetros
Emergencia	Días
Formación de plántula	Días
Formación de tallos	Días
Formación de primeras inflorescencias	Días
Plena floración	Días
Plena fructificación	Días
Inicio de maduración de vainas	Días
Peso de 100 semillas	Gramos
Contenido de materia seca en la raíz tuberosa	Porcentaje
Contenido de azúcar en la raíz tuberosa	Grados Brix
Cosecha de raíces tuberosas	Días

CONTINUACION. Cuadro 13.

<b>VARIABLES CUALITATIVAS</b>
Hábito de crecimiento de los cultivares
Pubescencia del tallo (guías)
Forma del folíolo central
Margen del folíolo central
Tipo de lóbulos del folíolo central
Pubescencia de la base del folíolo central de la hoja
Color de la hoja
Pubescencia de sépalos
Color de la corola
Pubescencia de vainas maduras
Color de vainas inmaduras
Color de vainas maduras
Intensidad de constricción de las vainas
Forma de la semilla
Color de la semilla
Brillo de la semilla
Textura de la peridermis
Defectos de la superficie de la raíz tuberosa
Grosor de la peridermis (corteza) de la raíz tuberosa
Forma de la raíz tuberosa
Facilidad de cosecha de la raíz tuberosa
Dureza de la pulpa de la raíz tuberosa
Textura de la pulpa de la raíz tuberosa

### 7.3.1. Descripción del fenograma

Para poder interpretar el fenograma (Figura 3), es importante recordar que el coeficiente de distancia es inversamente proporcional al grado de similitud o parecido entre cultivares o grupos de estos, es decir, que al aumentar el coeficiente de distancia, el grado de similitud va a ser menor y cuando disminuye dicho coeficiente la similitud es mayor.

Los grupos y los coeficientes de distancia (Figura 3) se obtuvieron en base a 68 variables sometidas al análisis (45 cuantitativas y 23 cualitativas), en los 14 cultivares de jícama caracterizados (Cuadro 13). Al analizar el fenograma que nos presenta la Figura 3 se observa lo siguiente:



- a) A un bajo nivel de similitud (0 a 25%) se encuentran distribuidos dos cultivares diferentes. El primero conformado por el cultivar ICTA-JUTIAPA el cual se une a un nivel de similitud de 13.478, siendo uno de los cultivares más aislados. El segundo lo conforma el cultivar EC594 a un nivel de similitud de 11.049.
- b) A un nivel intermedio de similitud (25 a 50%), se encuentran los cultivares EC572, EC254 y EC255 que conforman grupos heterogéneos por comportarse el cultivar EC572 en forma aislada y unificarse a diferente nivel de similitud con los otros dos cultivares.
- c) A un nivel mayor de similitud (50 a 75%) se agrupan la mayor cantidad de los cultivares evaluados: EC120G, EC564, EC201, San Juan, San Miguelito, Cristalina, Vega de San Juan, EC204 y Agua Dulce. Los mismos en su mayor parte son provenientes de México a excepción de los cultivares EC564 y EC120G provenientes de China y Guatemala, respectivamente.

Inicialmente según la figura 3, el grupo 1 se divide en dos subgrupos (1A y 1B), muy disímiles entre sí. Uno de esos subgrupos, el 1A, está conformado por el cultivar ICTA-JUTIAPA, el cual difiere del resto de cultivares que fueron evaluados y que conforman el subgrupo 1B en características siguientes: Desarrolla un color de hoja verde oscuro y un raquis más largo. El folíolo central es uno de los más largos, con un margen sectado, lóbulos muy profundos y con una pubescencia en la base del folíolo muy densa. Los folíolos laterales son unos de los más anchos con una relación ancho-largo de folíolos laterales mayor. Otra característica que diferencia a este cultivar es que desarrolla las inflorescencias más largas, al igual que el raquis y pedicelos con respecto a los cultivares del subgrupo 1B. La vaina es una de las más pequeñas en cuanto al largo y ancho y con una coloración café claro. Las semillas fueron las menos anchas pero de mayor grosor, acentuando de esta manera la forma redondeada. Es uno de los cultivares más tardío para iniciar la floración al igual que la fructificación. A estos subgrupos los separa un coeficiente de distancia de 13.478, siendo el máximo reportado en este estudio.

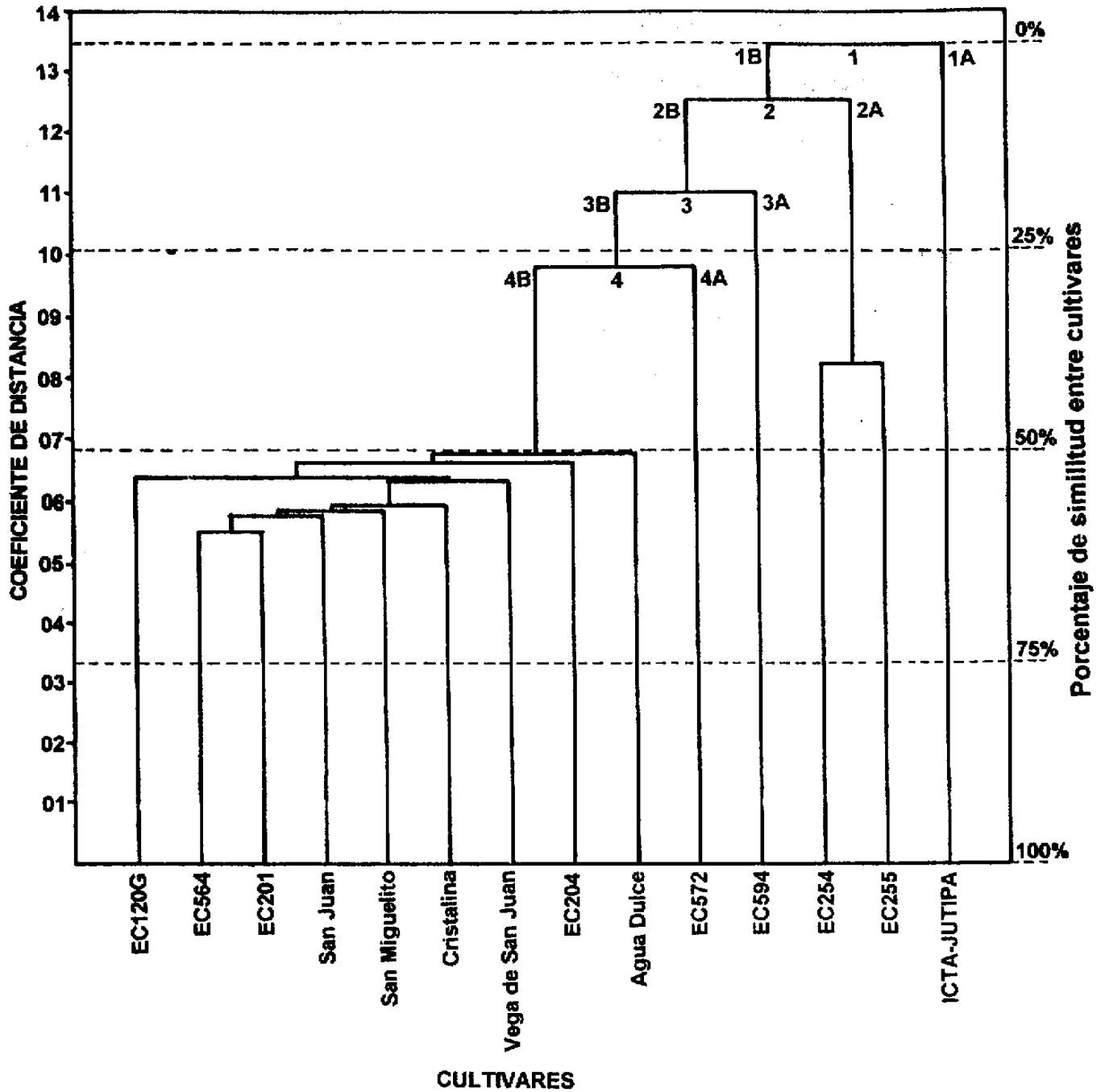


Figura 3. Fenograma de características cualitativas y cuantitativas en 14 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) Urban) caracterizados. CATBUL, 1997.

El resto de cultivares (subgrupo 1B) se divide en dos subgrupos (2A y 2B), que se unen a un coeficiente de distancia de 12.546, en uno de ellos (subgrupo 2A), se ubican los cultivares EC254 y EC255 procedentes de Petén, Guatemala, que poseen entre sí un coeficiente de distancia de 8.204. Estos cultivares, EC254 y EC255 se diferencian del resto (subgrupo 2B) en las características como el número de días a emergencia, días a formación de plántula y días a formación de tallos con un tiempo mayor; posee un hábito de crecimiento muy disperso y con una pubescencia en el tallo bien marcada (densa). Son los dos cultivares con las hojas de un color verde claro. La emergencia de las inflorescencias son más tardadas y con el mayor número de racimos; la flor desarrolla el cáliz más corto al igual que el ancho de las alas, el color de la corola en el cultivar EC254 es violeta con veteado blanco y en el cultivar EC255 de color crema o blanco amarilláseo, ya que el resto de cultivares (subgrupo 2B) desarrollan una corola con coloración violeta o morado. Estos dos cultivares (EC254 y EC255), desarrollan una de las vainas más anchas con una coloración pajizo y cuando la vaina madura presenta una pubescencia entre ralo y muy ralo. Las semillas son brillantes, mientras que la textura de la raíz tuberosa es morroñosa con el menor porcentaje de materia seca y con el mayor tiempo para cosecharse.

El grupo 3 se divide en dos subgrupos, el 3A conformado únicamente por el cultivar EC594 y el resto de cultivares conformado por el subgrupo 3B. El cultivar EC594, se diferencia del resto de cultivares del subgrupo 3B por las características siguientes: la formación de tallos es más tardía, con un hábito de crecimiento disperso y con una pubescencia densa en el tallo. El cultivar EC594 es el que desarrolla las hojas más pequeñas incluyendo largo y ancho de cada uno de los folíolos y además el peciolo es uno de los más cortos. Otra característica que diferencia a este cultivar de los del subgrupo 3B, es la forma obdeltoide del folíolo central. Es un cultivar que desarrolla el mayor número de inflorescencias por planta, pero las mismas son de menor longitud. Las flores son más larga al igual que el cáliz, la longitud de vaina es menor al compararla con los cultivares del grupo 3B. La forma de las semillas es ovalada, la raíz tuberosa posee el mayo

porcentaje de materia seca y de azúcar, la forma de la raíz es clavada siendo difíciles de cosechar y con una pulpa muy suave.

El grupo 4 incluye los subgrupos 4A y 4B a un coeficiente de distancia de 9.809. El subgrupo 4A lo conforma el cultivar EC572 y el resto de cultivares lo conforma el subgrupo 4B. El cultivar EC572 se diferencia del resto de cultivares que conforman el subgrupo 4B en las siguientes características: presenta un hábito de crecimiento compacto arbustivo y mayor número de tallos. El folíolo central es más largo y la relación ancho-largo de los folíolos es menor, desarrolla peciolo y raquis más largos. Las inflorescencias son más cortas al igual que el raquis que la conforma. La floración es más tardada en manifestarse. Las flores por lo regular son más largas al igual que el estandarte y alas. La relación ancho-largo y grosor de la semilla son mayores al compararlas con los cultivares del subgrupo 4B.

Los restantes 9 cultivares que integran el subgrupo 4B son: EC120G, EC564, EC201, San Juan, San Miguelito, Cristalina, Vega de San Juan, EC204 y el Agua Dulce, comparten la mayor similitud (más del 50%), con rango de coeficientes de distancia de 6.72 (50.14%) a 5.52 (59.04%). El núcleo conformado por los cultivares EC564 y EC201 es el más similar entre sí. Los cultivares del subgrupo 4B comparten las siguientes características en común: desarrollan un hábito de crecimiento semicompacto, el folíolo central presenta una forma deltoide, un margen eroso, con lóbulos moderados y una hoja de coloración verde, el color de la corola es violeta, las vainas maduras desarrollan una pubescencia densa, la coloración de las vainas es café tendiendo a negro, presentando una constricción intermedia donde se localizan las semillas. La maduración de las vainas se da al mismo tiempo. Las semillas por lo regular son de forma cuboide y una coloración café amarillaseo.

En términos generales, puede concluirse que el análisis de agrupamiento muestra la existencia de diferencias entre los cultivares estudiados, al identificar claramente la formación de 13 grupos que se forman de acuerdo a las características que comparten entre sí (similitud).

De manera general, son cinco cultivares los que más se separan del resto: el EC572, EC594, EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA; el primero con adaptaciones arbustivas y los otros cuatro con una adaptación rastrera, dando la idea que puedan estar poco domesticados, no así como el resto de materiales que se comportan en una forma más uniforme.

Según el fenograma nos indica que la similitud no sobrepasa el 60%, por lo que aun los cultivares más similares entre sí (EC564 y EC201), que se unen a una distancia de 5.52 (59.04%) de similitud, también tienen mucha variabilidad.

#### **7.4. Materiales promisorios**

Los principales problemas del cultivo de jícama en los países como México, que cultiva esta planta ha sido la baja producción y mala calidad de raíces tuberosas por unidad de área, principalmente de cultivares locales. Circunstancia por la cual han realizado esfuerzos enfocados a la obtención de materiales de jícama altamente rendidores de raíces y de excelente calidad (19).

El interés que se tiene actualmente en Guatemala, es encontrar áreas propicias al cultivo, por lo que al evaluando diversidad de materiales, se pueda contar con algunos que se adaptan a determinadas condiciones, obteniendo buenos rendimientos de raíces y de excelente calidad. La producción de raíces de jícama se considerará principalmente para el consumo humano, aunque no debe descartarse la posibilidad de utilizar el producto para alimentación animal, o bien en actividades agrícolas en general.

En la evaluación y caracterización de los 14 cultivares de jícama estudiados en el área de la Costa Sur, existen algunos materiales que sobresalen en algunas características y que se consideran como promisorios, siendo estos los siguientes: EC 572 de Tailandia y Agua Dulce de México.

### **a) Cultivar EC572**

Es un cultivar de hábito de crecimiento compacto arbustivo, desarrolla el mayor número de tallos sin llegar a alargarlos, siendo uno de los cultivares aptos para cultivarse a densidades mayores por unidad de área y sin la necesidad de colocar un sistema de tutorado o tapesco para que la planta se desarrolle. Es un cultivar que desarrolla pocas inflorescencias.

Este cultivar (EC572), no es uno de los mejores en cuanto al tamaño, peso y rendimiento de raíces tuberosas, pero es uno de los materiales que desarrollan el menor porcentaje de raíces con daños de agrietamiento y el más alto contenido de materia seca (13.03%), por lo que es uno de los dos materiales con el mayor rendimiento de materia seca por unidad de área. Desarrolla raíces de forma globulada (trompo), sin que se de la presencia de defectos en la superficie, si lo llegan a sufrir, es en un porcentaje no significativo. Otra característica de importancia en este cultivar es el mayor grosor de la corteza o peridermis de las raíces, esto al hacer comparación con otros cultivares, siendo una característica que garantiza el almacenamiento por un tiempo mayor, así como el transporte de un lugar a otro sin que las mismas sufran daños. La pulpa de las raíces es de consistencia dura, con presencia de pequeños gránulos que pueden ser percibidos al masticarla.

### **b) Cultivar Agua Dulce**

En México, este cultivar es considerado como una variedad debido al manejo y mejoramiento que se ha sometido (10). El comportamiento que presentó en el área de la Costa Sur, donde se evaluó fue el siguiente: Desarrolla un crecimiento semicompacto, con tallos cortos que no sobrepasan los 50 cm. Fue el cultivar que desarrollo las raíces más

grandes y pesadas, por lo que al hacer estudios y mejorar las técnicas de cultivo, estas características se pueden mejorar mucho más, para poder incrementar el rendimiento de raíces principalmente por unidad de área. Además fue uno de los cultivares que desarrollo el menor porcentaje de raíces pequeñas, siendo otra característica importante en la selección de materiales e implementarlos como cultivo no tradicional. La textura de la peridermis no llega a desarrollar muchas raicillas, por lo que se considera lisa; las raíces presentan constricciones superficiales, aunque tienen la desventaja de tener una peridermis muy delgada, por lo que se debe de poner una mayor atención al transportarlas, para que no sufran daños. La pulpa presenta una consistencia suave y jugosa, con un porcentaje bastante aceptable de materia seca (12.11%), garantizando un contenido alto de nutrientes.

## 8. CONCLUSIONES

1. Se detectó una gran variabilidad genética, en los 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), en aspectos morfológicos y agronómicos, a nivel inter como intra cultivar, basado en las características cualitativas y cuantitativas.
2. Los cultivares EC120G de Guatemala, EC564 de China y EC201, EC204. San Juan, San Miguelito, Cristalina, Vega de San Juan y Agua Dulce, todos estos de procedencia mexicana son los cultivares más similares, según el análisis de grupos reportan el 50 y 60% de similitud, indicando que aun entre estos se da una gran variabilidad.
3. Los cultivares EC594 de origen tailandes y los cultivares EC254, EC255 e ICTA-JUTIAPA de origen guatemalteco, desarrollan un hábito rastrero y tallos largos; mientras que el cultivar EC572 de Tailandia, desarrollan un hábito de crecimiento arbustivo, con tallos cortos y en mayor número.
4. Del total de variables agromorfológicas estudiadas, se encontró que once de ellas fueron constantes, por lo que se consideran típicas del género Pachyrrhizus Rich. ex de Candolle.
5. El tiempo en que se manifiesta la emergencia de las plantas en el proceso de germinación, define el tiempo que dura en manifestarse los demás procesos fisiológicos en la planta de jícama.
6. De acuerdo a los 14 cultivares de jícama evaluados, los cultivares EC572 y el Agua Dulce son los más rendidores de materia fresca y seca de raíces tuberosas.
7. Según algunas características morfológicas y agronómicas como el hábito de crecimiento, alto rendimiento, porcentaje de agrietamientos, forma, contenido de materia seca, grosor de peridermis y consistencia de la pulpa de las raíces tuberosas, son considerados como materiales promisorios los cultivares EC572 de origen tailandes y el Agua Dulce de origen mexicano.



## 9. RECOMENDACIONES

1. Los cultivares EC572 de Tailandia y el Agua Dulce de México, sirvan de base para iniciar una serie de estudios basados en mejorar las prácticas agronómicas, en las que podemos hacer mención el distanciamiento de siembra, evaluación de niveles de fertilización, evaluación de desfloreos, hacer estudios del contenido bromatológico de las raíces tuberosas y asociados con otros cultivos.
2. Se recomienda al mismo tiempo hacer evaluaciones del contenido de rotenonas ( $C_{23}H_{22}O_6$ ), en las semillas de estos y otros materiales, con el fin de ver las posibilidades de elaborar pesticidas orgánicos y utilizarlos en la agricultura principalmente.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ARCE, J.A. 1984. Caracterización de 81 plantas de achiote (Bixia orellana L.), de la colección del CATIE, procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estacas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 10-19.
2. COLOR, M. 1976. Munsell book of color: flossy finish collection removable samples in two binders. Maryland, EE.UU., Macbeth a Division of Kollmargen Corporation. s.p.
3. CRISCI, J.V.; LOPEZ A., M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, D.C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 133 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO Espasa 1. 1985. 11 ed. México, Espasa Calpes. 1789 p.
6. DIVIDAE, G.; SOUSA, S., M.; KNAPP, S. 1995. Flora mesoamericana. México, Universidad Nacional Autónoma de México. v. 1, p. 411-432.
7. EL PEQUEÑO Larousse ilustrado en color. 1997. 2 ed. México, Larousse. 1792 p.
8. FAO (Chile). 1993. Valor nutritivo y usos en la alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados de Mesoamérica. Santiago de Chile. p. 85-94.
9. FLORES AUCEDA, C.D. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 115 p.
10. HEREDIA ZEPEDA, A.; HEREDIA GARCIA, E. 1994. "San Miguelito", "San Juan" y "Vega de San Juan" nuevas variedades de jícama para bajo. En: International Symposium on Tuberous Legumes (1., 1994, Guadalupe). Proceedings. Ed. by. Sorensen. M. and Rasmus Nyholm Jorgensen. Kobenhaun, Denmark, Jordbrugsforlaget. p. 257-271.
11. IPPISCH, F. 1944. Cultivos de actualidad. Revista Agrícola (Gua.) no. 1:36-39.
12. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 282-283.
13. MARQUEZ, J.M. 1992. Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección de la colección de jícama (Pachyrrhizus erosus L. Urban) del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 p.
14. MARTINEZ, A.B. 1997. Evaluación preliminar de 18 cultivares de jícama (Pachyrrhizus sp.) en el valle de la ciudad de Guatemala, Guatemala. Tikalia (Gua.)15(2):99-105.
15. MATTEUCCI, S.; COLMA, A. 1992. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C., OEA. Monografía no. 22. 168 p.

16. MEJIA MORALES, E.A. 1984. Diseño de la infraestructura para el Centro Experimental de la Finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 157 p.
17. MORA, Q.A.; MORERA, I.; SORENSEN, M. 1994. Comportamiento de la jícama (Pachyrhizus erosus), bajo diferentes distancias de siembra. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
18. MORENO, N.P. 1984. Glosario botánico ilustrado. México, Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. 300 p.
19. MORERA, J. 1994. Rejuvenecimiento, caracterización, evaluación y utilización de jícama en CATIE-COSTA RICA. En: International Symposium on Tuberous Legumes (1., 1994, Guadeloupe). Proceedings. Ed. by. Sorensen. M. and Rasmus Nyholm Jorgensen. Kobenhavn, Denmark, Jordbrugsforlaget, p. 287-304.
20. MORZOCCA, A. 1985. Nociones básicas de taxonomía vegetal. San José, Costa Rica, IICA. 263 p.
21. 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.
22. SORENSEN, M. 1988. A taxonomic revision of the genus Pachyrhizus (Fabaceae-Phaseoleae). Nord. J. Bot. 8(2):167-192.
23. STANDLEY, P.G.; STEYERMARK, J. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pt. 5, p. 313-316.
24. TOBIAS VASQUEZ, M.R. 1994. Evaluación de la fertilidad de los suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, cultivados con caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) y cacao (Theobroma cacao L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
25. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1989. Política de investigación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. Guatemala. 23 p.
26. VARGAS Z., J.A. 1992. El uso de análisis de conglomerados (Cluster analysis) como una técnica exploratoria en ecología. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado y la Organización para Estudios Tropicales. s.p.
27. WOOT-TSUEN, W.L.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. p. 31.

Vo. Bo. Rolando Barrios.

## 11. APENDICES

## 11.1 GLOSARIO

- Abaxial.** El lado de un órgano más alejado del eje o centro del eje, porción dorsal. Véase adaxial.
- Abrupto, ta.** Que terminan de manera brusca más que gradualmente, como en una hoja que va estrechándose rápidamente hasta una punta, no atenuadamente, o también una hoja pinnada que no tiene un folíolo terminal.
- Adaxial.** El lado o porción que está hacia el eje central. Véase abaxial.
- Acuminado, da.** Atenuado hasta terminar en un ápice central.
- Adnato, ta.** Unido (por ejemplo, la base de las pinnas o segmentos de otro orden) al eje que los sustenta. Orgánicamente unidas una parte con otra, por ejemplo, los estambres con la corola; la fusión de partes no semejantes. Véase connato.
- Agudo, da.** Con márgenes firmando un ángulo en el ápice, los lados de este ángulo esencialmente rectos o ligeramente convexos.
- Ala.** Dilatación laminar a los lados de cualquiera de los ejes de una hoja. Expansión delgada, seca o membranacea, aplanada; apéndice aplanado de un órgano; también los pétalos laterales medidos de una flor papilionada.
- Asimétrico, ca.** Se dice de un órgano que no tiene un plano de simetría que la divida en dos partes iguales.
- Atenuado, da.** Adelgazado, estrechado. Presentando un estrechamiento o disminución gradual y lenta; aplicado a las bases o ápices de las partes; no abrupto.
- Barbacoa.** Emparrado o armazón sobre la que se extienden las plantas enredaderas.
- Bilabiado, da.** Con dos labios, frecuentemente aplicado a la corola o el cáliz; cada labio puede o no ser dentado o lobulado; se prefiere emplear 2-labiado.
- Cáliz.** El verticilo externo de las envolturas florales, compuesto por los sépalos; estos últimos pueden ser libres o connatos en una estructura; en ocasiones petaloide, como por ejemplo en ciertas flores rubiaceas.
- Campanulado, da.** Con forma de campana.
- Caracterización.** Consiste en registrar todas aquellas características que son altamente heredables, que son fácilmente observables y que son expresados en todos los ambientes.
- Chapea.** Limpiar la tierra de malezas y hierbas.
- Cilio.** Tricoma muy fino y largo derivado en el ápice o márgenes de una hoja.
- Connato, ta.** Unido, fusionado; en particular, se dice de estructuras semejantes o parecidas unidas formando un cuerpo u órgano. Véase adnato.
- Cordado, da.** En forma de corazón invertido.
- Corola.** Segundo verticilo de las envolturas florales; si las partes están separadas, son dientes o lóbulos, o no están diferenciados y a la corola se le nombra gamopétala o simpétala.
- Corteza.** La parte externa de la raíz y tallo de las plantas.
- Crocante.** Dícese de ciertas plantas que crujen al masticarlas.
- Cubolde.** Estructura que tiende a formar un cubo.
- Cultivar.** Variedad o raza originada y mantenida bajo cultivo, no necesariamente coincide con una especie o variedad botánica.
- Cuneiforme.** En forma de cuña. Triangular con la parte angosta en el punto de inserción, como la base de las hojas.
- Deltaide.** Cuyo contorno recuerda a la letra delta, triángulo isóceles de base estrecha.
- Dendrograma.** Sinónimo de fenograma.
- Dentado, da.** Con dientes gruesos, agudos y extendidos de manera perpendicular al margen.
- Disectar.** Ver la anatomía de un cuerpo.
- Empirismo.** Método fundado únicamente en la experiencia teórica del conocimiento según la cual el saber procede de la experiencia, y de las ideas, de los sentidos.
- Entero, ra.** Con un margen continuo, no dentado de modo alguno; completo (puede o no ser ciliado).
- Entrenudo.** La porción de un eje entre dos nudos, equivalente a internodio. Véase nudo.
- Epidermis.** Película que cubre las hojas, los tallos y las raíces jóvenes.
- Eroso, sa.** Irregularmente dentado o con apariencia de roído. Se dice de un margen cuando parece como erosionado o mordisqueado o mellado, de modo que los dientes sean o muy pequeños para ser orlado o muy irregulares para ser dentado.
- Espolonado, da.** Que tiene espolón.
- Estado.** Situación en que esta una cosa (planta), en relación con los cambios que influyen en sus condición, carácter o variable.
- Estandarte.** Vexilo, el pétalo adaxial, externo, superior de una flor papilionada; generalmente es el que tiene la lámina más ancha que cubre la flor en botón.

- Estrigoso, sa.** Con tricomas rígidos y adpresos, con frecuencia hinchados en la base.
- Fécula.** Hidrato de carbono que, en forma de granos microscópicos y como sustancia de reserva, se encuentra principalmente en las semillas, tubérculos y raíces de muchas plantas.
- Fenograma.** Es un diagrama arborecente que muestra la relación en grado de similitud entre dos unidades taxonómicas operativas o grupos de (unidades taxonómicas) estos.
- Fenotipo.** Conjunto de caracteres que se manifiestan visiblemente en un individuo y que expresa la interacción de su genotipo con su medio.
- Fusiforme o Irregular.** Con forma de huso, angostándose en ambos sentidos a partir de la parte media ensanchada.
- Glabro, bra.** Desprovisto de tricomas o escamas. Usado incorrectamente en el sentido de liso (el cual véase).
- Hastado, da.** De ápice agudo y con uno o dos lóbulos divergentes en la base con la forma de una punta de flecha, pero con los lóbulos basales punteagudos y proyectados en ángulo recto o casi recto.
- Hendido, da.** Partido hasta cerca de la mitad en divisiones, como en hojas hendas que dependiendo de su nervadura, se llaman pinnatífidas o palmatífidas.
- Hirsuto.** Cualquier órgano cubierto de tricomas rígidos y ásperos al tacto. Con tricomas largos (más de 1.5 mm de largo), rígido y erecto.
- Inflorescencia.** Modo de portar las flores. Sistema de agrupamiento de las flores.
- Legumbre.** Vaina, fruto seco, simple, con dehiscencia en ambas suturas, alargado, comprimido, con las semillas en una hilera ventral, producido por un ovario 1-carpelar, propias de las fabáceas.
- Lianas.** Nombre que se les aplica a diversas plantas tropicales, que tomando como soporte los árboles, se encaraman sobre ellas hasta alcanzar la parte más alta y despejada, donde se ramifican abundantemente.
- Liso.** Se dice de superficies desprovistas de indumento o asperezas, particularmente de aquellas no rugosas o escábridos. Véase glabro.
- Lobo.** Segmento poco profundo y redondeado de borde de la corola o el cáliz, o de la hoja o pinna que llega a menos de la mitad hacia la nervadura media o el raquis; cuando llega a más de la mitad se llama segmento.
- Lobulada.** Cuando los recortes no pasan del cuarto de la mitad de la lámina.
- Lóbulo.** Pequeño lobo o gajo.
- Lóculo.** Compartimiento o celda de un ovario, antera o frutos.
- Matriz.** Conjunto de números o símbolos algebraicos colocados en líneas horizontales y verticales y dispuestos en forma de rectángulo.
- Morroñosos, sa.** Aspero, rugoso.
- Nodulación.** Nudocidad o concreción de poco tamaño; denominación de determinadas estructuras, normales o patológicas, que aparecen en el organismo.
- Nudo.** Sitio del tallo o rama del cual salen las hojas. Articulación donde una hoja nace o puede nacer, también incorrectamente el espacio entre dos articulaciones, propiamente llamado entrenudo.
- Obdeltoide.** Inversamente deltoide, con el peciolo inserto en uno de los ángulos.
- Oblóide.** Más ancho que largo.
- Obtuso, sa.** Redondeado en el ápice. Romo y redondeado.
- Orla.** Adorno en los bordes.
- Ovalado, da.** De forma de óvalo o de huevo.
- Palmeado.** Lobulado o devidido o nevado a modo de una palma o mano; digitado, aun cuando esta palabra se restringe a hojas compuestas y no simplemente lobulados o acostilladas.
- Pedicelo.** Eje que sostiene cada flor en una inflorescencia compuesta. El pie del esporangio.
- Pedúnculo.** Eje que sostiene una inflorescencia compuesta; o una flor solitaria, es decir, no ubicada en ningún tipo de inflorescencia.
- Peridermis.** Tejido secundario, protector que reemplaza la epidermis en el tallo y la raíz; raramente en otros órganos.
- Plántula.** Planta joven germinada, que se alimenta todavía de las reservas de la semilla o de los cotiledones.
- Pubescente.** Que está cubierta de tricomas finos y suaves, como pelo de púber.
- Pulpa.** Nombre que se da a ciertos tejidos blandos de los vegetales (pulpa azucarada de los frutos carnosos).
- Quilla.** Cresta longitudinal de un órgano, los dos pétalos abaxiales, internos, unidos, de una flor papilionada.
- Racimo.** Inflorescencia indeterminada, con eje principal y flores pedicelados. Presenta flores pediceladas a lo largo del raquis. Al madurar los pedicelos pueden llegar a tener sensiblemente la misma longitud (no la misma altura).
- Raquis.** Eje primario de una lámina pinnada o más dividida. Eje portador de flores o folíolos en una hoja compuesta.
- Rastrero, ra.** Prostrado, aplicase al tallo horizontal que crece sobre el suelo y forma raíces en los nudos.
- Redondeado, da.** De forma que tira a redonda.
- Reniforme.** De forma de riñón o de contorno parecido al de un riñón.

- Romboide.** De forma de rombo. Paralelogramo cuyos lados contiguos son desiguales y dos de sus ángulos mayores que los otros dos.
- Sagitado, da.** De forma semejante a una punta de flecha; triangular, con los lóbulos basales apuntando hacia abajo o de manera cóncava hacia el eje.
- Sancochado.** Cocer a medias.
- Sectado, da.** Se dice de las hojas cuyos márgenes se presentan recortados o divididos cerca de la nervadura media.
- Sépalo.** Una de las partes separadas de un cáliz, por lo general verde y foliaceo.
- Simbiosis.** Asociación de individuos vegetales y animales de diferentes especies, en la que ambos asociados sacan provecho de la vida en común.
- Simétrico, ca.** Que presenta por lo menos un plano de simetría que permite dividir a un órgano o parte de él al menos en dos partes similares. Se dice de una flor actinomorfa que tiene el mismo número de partes en cada serie o verticilo, como cinco estambres, cinco pétalos. Véase asimétrico.
- Suculento, ta.** Jugoso; caroso; suave en consistencia y engrosado.
- Tapesco.** Cama tosca de madera o de carrizo colocada sobre cuatro palos.
- Taxón.** Término aplicado a cualquier nivel taxonómico, desde las subespecíficas hasta los más elevados en la clasificación.
- Taxónomo, ma.** Persona versada en taxonomía y en sus usos y procedimientos.
- Testa.** Capa externa de una semilla (desarrollada a partir del tegumento).
- Trepador.** Que crece sobre otras plantas, especialmente sobre troncos de árboles, estando por lo común enraizada en el suelo.
- Trifoliado, da.** Con tres hojas, se prefiere usar 3-foliado.
- Truncado, da.** Cortado transversalmente; aplíquese a la base de la hoja o de los segmentos, cortada en ángulo recto con el eje.
- Tubérculo.** Porción caulinar engrosada en mayor o menor grado, generalmente rica en sustancias de reserva.
- Tubuloso.** En forma de tubo.
- Vaina.** Cualquier estructura larga y más o menos tubiforme, rodeada de una parte u órgano.

11.2. Descriptor de jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.), utilizado en la caracterización de los 14 cultivares. CATBUL, 1997.

## CARACTERES DEL TALLO

Hábito de crecimiento.

*Indica el hábito de crecimiento registrado en el período de llenado de las vainas.*

1. Compacto arbustivo
2. Semi compacto
3. Disperso
4. Muy disperso

Número de tallos (guías) secundarios.

*El número de tallos se registro al momento de llenado de vainas.*

Longitud del tallo principal.

*Promedio del tallo más largo en cm, al momento de la cosecha de las raíces tuberosas.*

Número de nudos del tallo más largo.

*Promedio del tallo más largo, al momento de la cosecha de raíces tuberosas.*

Longitud del entrenudo.

*Media en nudos de la parte central del tallo principal en cm.*

Diámetro del entrenudo.

*Media en nudos centrales del tallo más largo en cm.*

Pubescencia del tallo.

*Registrado en el ápice de los tallos durante el período de floración.*

1. Ausente
2. Ralo
3. Moderado
4. Denso
5. Muy denso

## CARACTERES DE LA HOJA

**Características de folíolo central:**

Forma.

1. Sagitado
2. Deltoide
3. Obdeltoide
4. Hastado
5. Cuneiforme



**Largo en centímetros.**

*La longitud del foliolo apical se determinó a partir del promedio de 25 hojas en cada unidad experimental.*

**Ancho en centímetros.**

*Promedio de 25 hojas en cada unidad experimental.*

**Relación Ancho-Largo.**

*Promedio de 25 hojas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental.*

**Características del margen.**

1. Entero
2. Eroso
3. Hendido
4. Sectado

**Tipo de lóbulos.**

1. Ausente
2. Superficiales
3. Moderados
4. Profundos
5. Muy profundos

**Pubescencia de la base**

1. Ausente
2. Moderado
3. Denso
4. Muy denso

**Características de la base.**

1. Redondeada
2. Obtusa
3. Aguda
4. Cordada

**Características del ápice.**

1. Redondeado
2. Obtuso
3. Agudo
4. atenuado

**Características de los foliolos laterales:**

**Simetría.**

1. Simétricos
2. Asimétricos

**Forma.**

1. Sagitado
2. Deltoides
3. Obdeltoides
4. Hastada
5. Cuneiforme

**Características del ápice.**

1. Redondeado
2. Obtusa
3. Agudo
4. atenuado

**Características de la base.**

1. Redondeada
2. Obtusa
3. Aguda
4. cordada

**Relación con el folíolo central.**

1. Iguales
2. Más grandes
3. Más pequeñas

**Largo del folíolo lateral derecho en cm.**

*Todas las variables cuantitativas de los folíolos, se tomaron en base a 25 hojas en cada unidad experimental.*

**Ancho del folíolo lateral derecho en cm.****Relación ancho-largo del folíolo lateral derecho.****Largo del folíolo lateral izquierdo en cm.****Ancho del folíolo lateral izquierdo en cm.****Relación ancho-largo del folíolo lateral izquierdo.****Largo del ráquis de la hoja en cm.****Largo del pedúnculo de los folíolos en mm.****Largo del peciolo de la hoja en cm.****Color de la hoja madura.**

1. Verde Claro
2. Verde
3. Verde oscuro

**Número de hojas por planta.**

*Promedio de las plantas seleccionadas al azar, según muestreo, al momento de la cosecha.*

## CARACTERÍSTICAS DE LAS INFLORESCENCIAS

Número de inflorescencias por planta.

*Fue tomado el promedio de inflorescencias en las plantas muestreadas al azar según muestreo.*

Número de ramas con inflorescencias.

*Promedio de plantas muestreadas.*

Número de inflorescencias por rama.

*Promedio de las inflorescencias en cada rama de cada planta muestreada.*

Largo de la inflorescencia en cm.

Largo del raquis de la inflorescencia en cm.

Largo del pedúnculo de la inflorescencia en cm.

Número de racimos por inflorescencia.

*Registra el promedio de racimos del número de inflorescencias, según las plantas muestreadas.*

Número de racimos fértiles por inflorescencia (Índice de fructificación).

*Se tomo el promedio de los racimos fértiles en cada inflorescencia, según las plantas muestreadas.*

Número de flores (botones) por racimo.

*Esto se determinó por la predominancia de flores en cada racimo localizado en la inflorescencia.*

Número máximo de botones florales por inflorescencia.

Largo de los pedicelos en cm.

## CARACTERES DE LA FLOR

Longitud de la flor en cm.

*Medición realizada desde la inserción de los sépalos con el pedúnculo hacia el ápice del estandarte. Variable tomada en base a 30 flores por cultivar.*

Largo del cáliz en cm.

Largo del estandarte en cm.

Largo de la alas en cm.

Ancho de las alas en cm.

**Forma del cáliz.**

1. Tubuloso
2. Bilabiado
3. Asimétrico
4. Espolonado
5. campanulado

**Pubescencia del sépalo.**

1. Ausente
2. Muy ralo
3. Ralo
4. Moderado
5. Densa

**Color de la corola.**

1. Crema-blanca amarillaceo (5Y 9/2)
2. Violeta con violetado blanco (lila) (5P 8/4)
3. Violeta (5P 4/10)

**CARACTERES DE LA VAINA****Longitud de la vaina en cm.**

*Registra el promedio de 30 vainas.*

**Ancho de la vaina en cm.**

*Para esta variable se tomaron 3 mediciones en cada vaina, una en cada extremo y otra por la mitad, luego se obtuvieron promedios.*

**Relación ancho-largo de la vaina.****Número promedio de vainas por planta.**

*De la muestra tomada al azar en cada unidad experimental se saco el promedio de vainas que registro cada planta.*

**Número de semillas por vaina.**

*En este caso se registro el valor predominante en todas las vainas.*

**Porcentaje de plantas fértiles.**

*Registra la proporción de plantas con vainas respecto al total de plantas que existieron en cada unidad experimental.*

**Pubescencia de la vaina inmadura.**

1. Ausente
2. Presente

**Pubescencia de vainas maduras.**

1. Ausente
2. Muy rala
3. Rala
4. Moderada
5. Densa
6. Muy densa

**Color de la vaina madura.**

1. Verde claro
2. Verde
3. Verde profundo
4. Otros

**Color de la vaina en su madurez fisiológica.**

1. Café claro
2. Café
3. Negro
4. Otros

**Intensidad de la constricción de la vaina.**

1. Superficial
2. Profunda

**CARACTERES DE LA SEMILLA****Forma de la semilla.**

1. Redonda
2. Obalada
3. Cuboide
4. Forma de riñon
5. Truncada

**Longitud de la semilla en mm.**

*Se tomo el promedio de 15 semillas tomadas al azar.*

**Ancho de la semilla en mm.****Relación ancho-largo de la semilla.****Grosor de la semilla en mm.****Color de la semilla.**

1. Café amarillaceo
2. Café claro
3. Café oscuro
4. Café rojizo
5. Rojo

Brillo de la semilla.

1. Opaca
2. Intermedia
3. Brillante

## CARACTERES DE LA RAÍZ TUBEROSA

*Las variables cuantitativas están expresadas como el promedio de las raíces cosechadas por accesión, en cada unidad experimental.*

Perímetro de la raíz tuberosa en cm.

Diámetro de la raíz tuberosa en cm.

Longitud de la raíz tuberosa en cm.

Relación diámetro-largo de la raíz tuberosa.

Longitud de la prolongación de la raíz tuberosa cm.

Textura de la peridermis.

1. Liso
2. Morroñoso
3. Lleno de raíces

Defectos de la superficie de la raíz.

1. Ausente
2. Constrictiones superficiales
3. Constrictiones profundas
4. Hendiduras superficiales
5. Hendiduras profundas
6. Combinación 2 y 4
7. Combinación 3 y 5

Grosor de la peridermis.

*Estas fueron comparadas entre cada cultivar, para poder decidir cual de las alternativa correspondía.*

1. Delgada
2. Intermedia
3. Gruesa

Forma de la raíz tuberosa.

1. Esférica
2. Biobulada
3. Obloide
4. Doble gemela
5. Irregulares
6. Clavadas

**Facilidad de cosecha de la raíz.**

*Esto depende muchas veces del tipo de suelo. Pero más se hace referencia a la profundidad a la que se desarrolla la raíz tuberosa.*

1. Fácil (Raíces superficiales)
2. Intermedia
3. Dificiles (Raíces muy profundas)

**Dureza de la pulpa.**

1. Muy suave
2. Suave
3. Dura
4. Muy dura

**Agrietamiento de raíces en porcentajes.**

*Del total de las raíces cosechadas se procedió a contar las raíces agrietadas.*

**Daños ocasionados por barrenadores en porcentajes.**

*Registra la proporción de raíces con perforaciones notables provocadas por insectos barrenadores.*

**Color de la pulpa.**

1. Blanca
2. Crema
3. Amarilla

**Textura de la pulpa.**

1. Lisa
2. Morroñosa
3. Llena de gránulos

**CARACTERES AGRONOMICOS****Crecimiento:****Días a emergencia.**

*Registrada cuando las plantula salieron a la superficie del suelo en más del 50 %.*

**Porcentaje de germinación.**

*Registrada con respecto al total de semilla sembrada en cada unidad experimental y el total de las mismas emergidas.*

**Días a la formación de plantula**

*Fue registrada cuando las plantas tenían de 3 a 5 hojas en el 50% de las plantas.*

**Días a la formación de tallos primarios y secundarios.**

*Registrada cuando existió más del 50% del total de las plantas con emergencia de tallos.*

## **Maduración de la planta**

### **Inicio de la inflorescencia.**

*Reporta el número de días, desde la siembra hasta cuando existió un 50% plantas con inflorescencias.*

### **Plena floración:**

*Reporta el número de días después de la siembra, cuando da comienzo la formación de la vaina.*

### **Plena fructificación.**

*Cuando la fructificación esta en más del 50% de las plantas, en cada unidad experimental.*

### **Inicio de la maduración del fruto.**

*Esta variable se midió cuando las vainas comenzaron a cambiar de tonalidad (verde a café claro), registrada en días después de la siembra.*

## **Frutos y semillas**

### **Producción media de vaina (fruto) por planta.**

*Registra el peso bruto de los frutos (vainas más semilla), en gramos.*

### **Peso de 100 semillas gr.**

*Registra el peso en gramos de 100 semillas escogidas al azar, ajustado con su contenido de humedad del 10%.*

### **Número de semillas por kilogramo.**

*Variable ajustada con el 10% de humedad en la semilla.*

### **Rendimiento de semilla en kilogramos por hectárea.**

*Registra el rendimiento de semilla en kg/ha, ajustado por el porcentaje de humedad, porcentaje de plantas fértiles y la producción media de grano por planta fértil.*

### **Producción promedio de grano normal por planta en gramos.**

*Esta reportada con el 10% de contenido de humedad.*

### **Producción promedio de grano anormal por planta en gramos.**

*Registra todo aquel grano que fue dañado por algún patógeno, o que no se halla llegado a formar bien.*

### **Relación del grano normal (peso neto), con la vaina (peso bruto).**

### **Relación del grano normal (peso neto), con grano anormal.**



**Raiz tuberosa**

Peso de la raíz tuberosa en gramos.

*Registra el peso promedio en gramos de las raíces tuberosas cosechadas.*

Rendimiento de raíces en kilogramos por hectáreas.

*Registra el rendimiento de raíces ajustado por el número de plantas cosechadas y el área de la unidad experimental.*

Porcentaje de raíces grandes en porcentajes.

*Registra todas aquellas raíces que pesaron más de 1,000 gramos.*

Porcentaje de raíces medianas en porcentaje.

*Registra todas aquellas raíces que presentaron un peso entre 500 a 1,000 gr.*

Porcentaje de raíces pequeñas en porcentajes.

*Registra a todas aquellas raíces que pesaron menos de los 500 gr.*

Porcentaje de materia seca de las raíces tuberosas en porcentaje.

*Registra la media de tres muestras de raíces, que se fraccionaron y se sometieron a un secado al sol durante 8 días, siendo el tiempo donde ya no varió el peso.*

Porcentaje de agua.

*Registra el contenido de agua en porcentaje en las raíces tuberosas al momento de la cosecha.*

Rendimiento de materia seca de raíces tuberosas en kilogramos por hectárea.

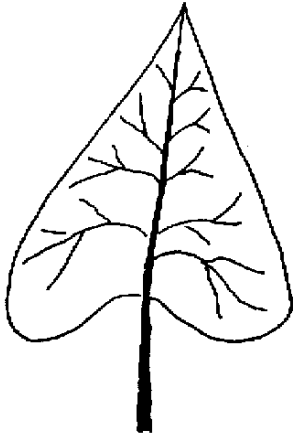
*Registra el promedio de materia seca en kg/ha, según el peso fresco y a el porcentaje de materia seca registrado en cada material.*

Contenido de azúcar en grados Brix.

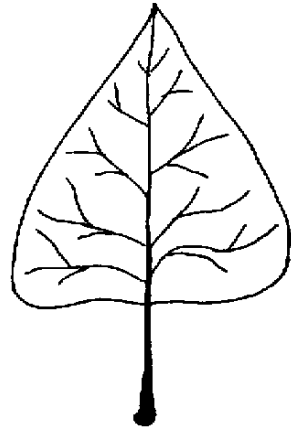
*Determinado por medio del aparato denominado Refractometro.*

Días a la cosecha de la raíz tuberosa.

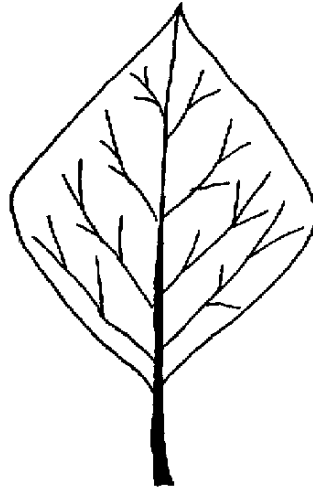
*Registra los días desde la siembra hasta que se efectuó la cosecha de las raíces tuberosas.*



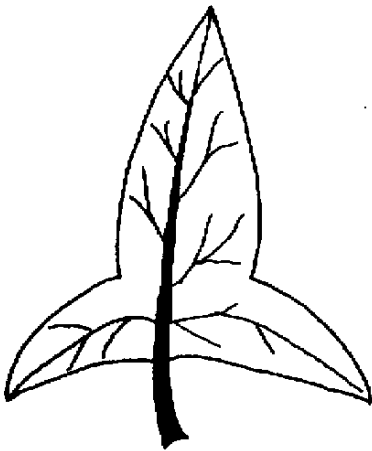
SAGITADO



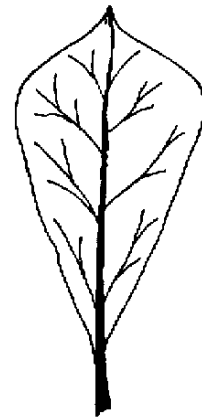
DELTOIDE



OBDELTOIDE

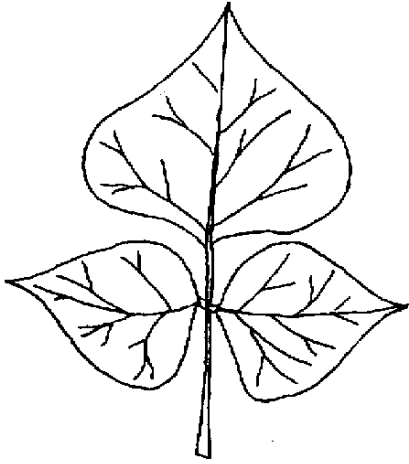


HASTADO

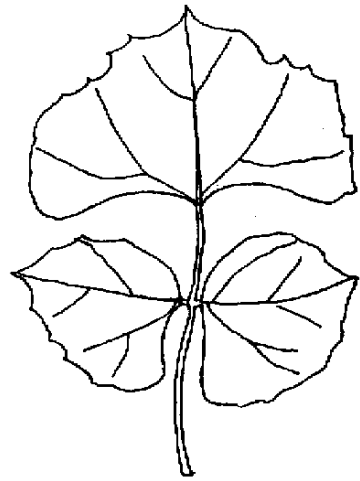


CUNEIFORME

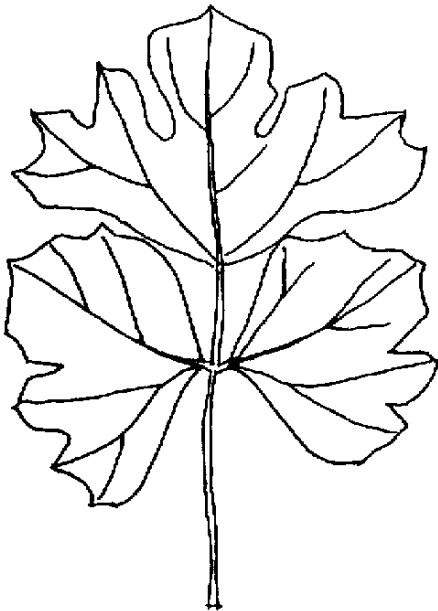
Figura 4 A. Esquema que muestra los estados de forma de folíolos en la hoja.



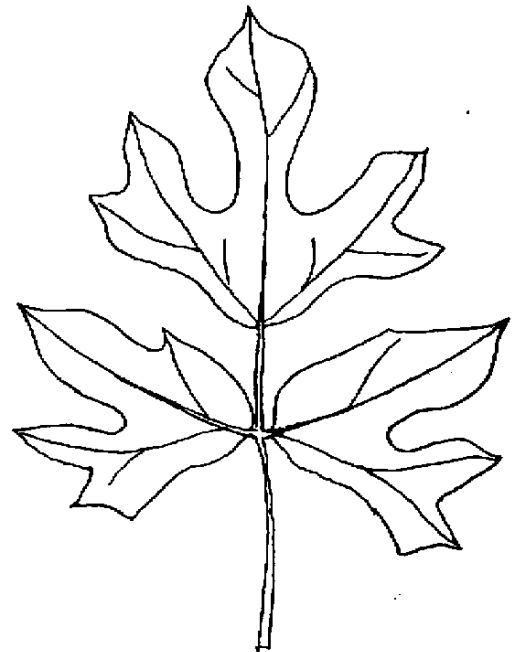
ENTERO



EROSO



HENDIDO

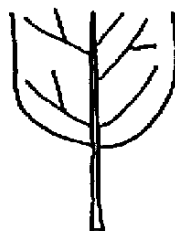


SECTADO

Figura 5 A. Esquema que muestra los estados del margen en folíolos de la hoja.



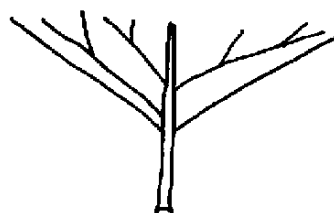
REDONDEADO



REDONDEADA



OBTUSO



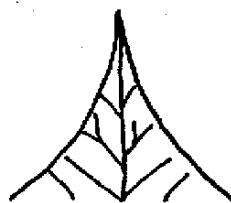
OBTUSA



AGUDO



AGUDA

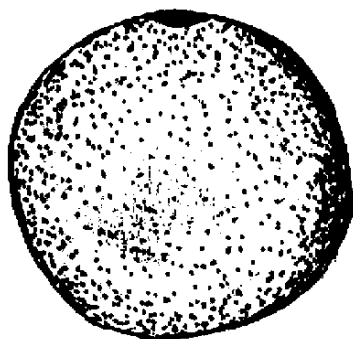


ATENUADO

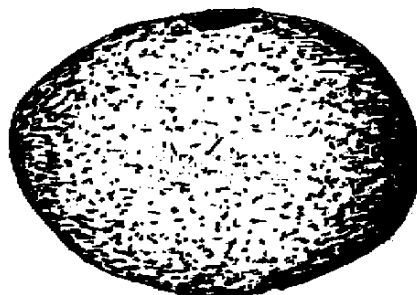


ACORDADA

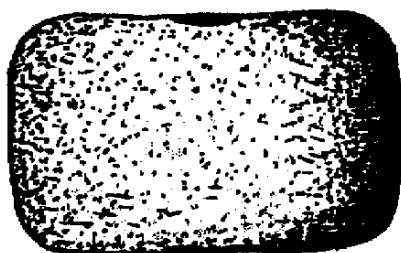
Figura 6.A. Esquema que muestra los estados del ápice y base en folíolos de la hoja en P. erosus (L.) Urban.



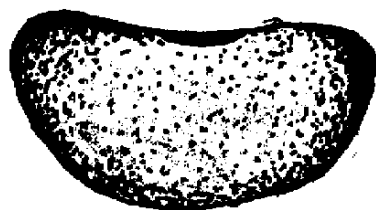
REDONDA



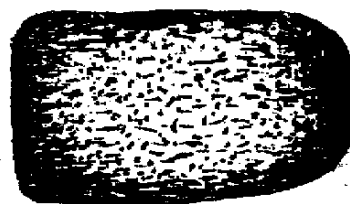
OVALADA



CUBOIDE

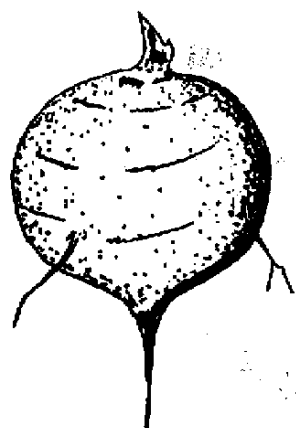


RIÑON

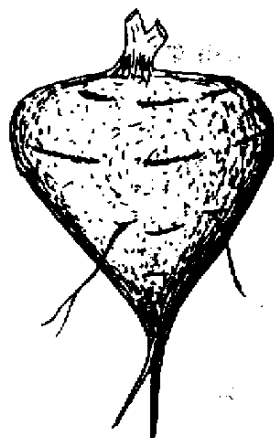


TRUNCADA

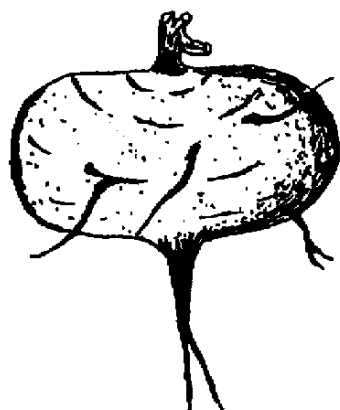
Figura 7A. Esquema que muestra los estados de forma en semillas.



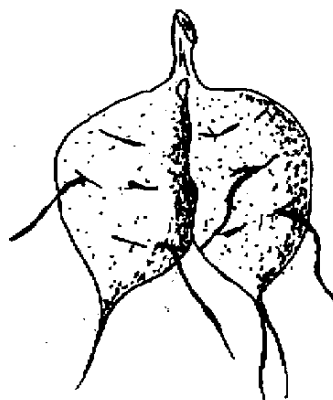
ESFERICA



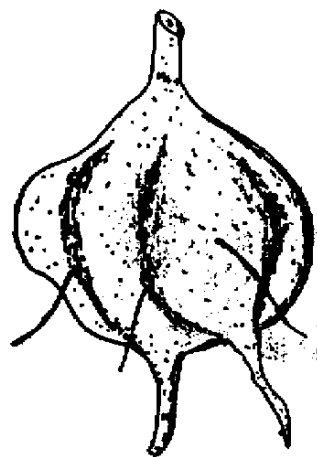
GLOBULADA (trompo)



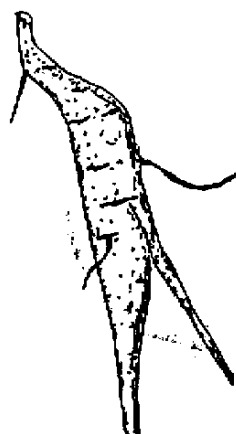
OBLOIDE



DOBLE GEMELA



IRREGULARES



CLAVADAS

**Figura 8 A.** Esquema que muestra los estados de formas que pueden tomar las raíces tuberosas de jícama (*P. erosus* (L.) Urban).



LA TESIS TITULADA: "CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y AGRONOMICA DE 14 CULTIVARES DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus* L. Urban.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA (CATBUL), SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PROSPERO ALVARO GILBERTO CARRASCOZA URIZAR

CARNET No: 9114009

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Domingo Amador Pérez  
 Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy  
 Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Anibal Bartolomé Martínez Muñoz  
 ASESOR

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont  
 ASESOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DECANO



cc:Control Académico  
 Exp. est.  
 Archivo  
 FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770