

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

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 9
CULTIVARES DE JICAMA (*Pachyrrhizus erosus* (L) Urban.), EN LOS
MUNICIPIOS DE SAN ANDRÉS Y SAN JOSÉ, PETÉN.**

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

POR

ARTURO IVAN MARTÍNEZ TORRES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

DIGITALIZADO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, enero del 2,003.

DL
10
T(2021)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I	ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL II	ING. AGR. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL III	ING AGR. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV	BR. WENER ARMANDO OCHOA OROZCO
VOCAL V	BR. JUAN MANUEL COREA OCHOA
SECRETARIO	ING AGR. EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, enero del 2003

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

Respetables señores:

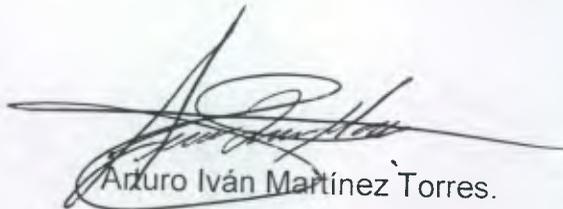
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban.), en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

Trabajo que presento 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 fina atención a la presente,

Atentamente.



Arzuro Iván Martínez Torres.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Ser divino que me dio la vida, salud y el entendimiento para superarme.

Mas gracias sean dadas a Dios que nos da la victoria por medio de nuestro Señor Jesucristo (Cor. 2:14).

MIS PADRES

Manuel de Jesús Martínez Palacios y Maura Consuelo Torres. Como muestra de amor y gratitud a todos sus esfuerzos y sacrificios.

MIS HERMANOS

Lesbia, Ramona, Aroldo, Lorenza, Telma, Araminda, Manuel, Norma, Maribel y Cesar. Por brindarme todo su apoyo y amor fraternal.

**LA FAMILIA SAENZ
GONZALES**

Por su ayuda y apoyo incondicional.

LA SEÑORA

Rebeca Orantes (Q.E.P.D.) por su ayuda, apoyo y sabias enseñanzas. Que Dios le tenga en el lugar más especial que pueda haber junto a él.

MIS AMIGOS

Por su amistad y compañerismo en toda una vida universitaria compartida, en especial a Marvin Chum Sanchez.

TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO NORMAL MIXTO "ALEJANDRO CORDOVA"

ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA ALDEA ZACULEU, HUEHUETENANGO

**MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y PERSONAS EN GENERAL QUE HAN
CONTRIBUIDO EN MI FORMACION.**

AGRADECIMIENTOS

SINCEROS AGRADECIMIENTOS A:

Mis asesores **Ing. Agr. Anibal Martínez, Ing. Agr. Juan José Castillo y P. Agr. Ernesto Carrillo (Q.E.P.D.)**. Por su apoyo técnico, orientación y colaboración en la realización de este trabajo así como por su amistad brindada.

Ing. Agr. Juan Carlos Barquín. Por su ayuda incondicional, especialmente facilitando todo el apoyo logístico necesario para la realización del presente trabajo.

Arq. Manrique Saenz Calderón . Por su amistad, motivación, orientación y ayuda incondicional para alcanzar esta meta, así como por su ejemplar espíritu de servicio al prójimo. Dios le bendiga siempre.

Mis amigos y compañeros: **Fabricio Hidalgo, Sergio Velásquez, Marvin Gómez, Carlos palencia, Edgar Solares, Juan José Chacón y Francisco Chivichon**. Por su amistad sincera.

INDICE GENERAL

	Contenido	Pág.
	INDICE DE CUADROS.....	iii
	INDICE DE FIGURAS.....	iv
	RESUMEN.....	v
1	INTRODUCCIÓN.....	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 la jícama.....	4
3.1.2.	Importancia del cultivo de la jícama.....	5
3.1.2.1	Usos en alimentación y nutrición.....	5
3.1.2.2	Forma de consumo.....	7
3.1.2.3.	Otros usos.....	7
	Como insecticida.....	7
	Como abono verde.....	7
	Como planta de cobertura.....	8
	Como cultivo de rotación.....	9
3.1.3	Clasificación botánica de la jícama.....	9
3.1.4.	Descripción botánica de <u>Pachyrrhizus erosus</u> L.....	9
3.1.4.1.	Descripción del género <u>Pachyrrhizus</u> L. Richard (según flora de Guatemala).....	9
3.1.4.2.	Descripción de la especie <u>erosus</u> (L.).....	10
	Tallos.....	10
	Hojas.....	10
	Inflorescencias.....	11
	Flores.....	11
	Frutos.....	11
	Semillas.....	11
	Raíces.....	12
3.1.5	Manejo del cultivo de la jícama en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	12
3.1.6.	Estudios de jícama, realizados en otros países.....	14
3.1.6.1.	Bajo condiciones ambientales del CATIE, Turrialba, Costa Rica, se realizó un ensayo, para observar el comportamiento de la jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L.) bajo diferentes distancias de siembra.....	14
3.1.6.2.	Rejuvenecimiento, caracterización, evaluación y utilización de la jícama en Costa Rica.....	15
3.1.7.	Estudios relacionados con la jícama, realizados en Guatemala.....	17
3.1.8	Caracterización.....	19
3.1.9.	Taxonomía numérica.....	20
3.1.10.	Los caracteres como datos científicos.....	22
3.1.11.	Evaluación de técnicas numéricas.....	23

	Contenido	Pág.
3.2.	MARCO REFERENCIAL.....	24
3.2.1	Descripción general del área.....	24
3.2.1.1	Ubicación del área donde se desarrolló el estudio.....	24
3.2.1.2	Zona de vida.....	24
3.2.1.3	Características del suelo.....	25
3.2.2.	Material genético utilizado en el estudio de caracterización.....	25
4.	OBJETIVOS	26
4.1	General.....	26
4.2	Específicos.....	26
5.	HIPOTESIS	27
6	METODOLOGÍA	28
6.1	Caracterización de campo.....	28
6.1.1.	Metodología experimental.....	28
6.1.3	Determinación del tamaño de muestra.....	30
6.1.4	Manejo del experimento.....	30
6.1.4.1.	Preparación del terreno.....	30
6.1.4.2.	Trazo del diseño experimental.....	31
6-1-4-3.	Siembra.....	31
6.1.4.4..	Control de malezas.....	31
6.1.4.5.	Control de plagas y enfermedades.....	31
6.1.4.6.	Fertilización.....	31
6.1.4.7.	Cosecha.....	31
6.1.5.	Factores a estudiar y variables respuesta.....	32
6.2.	Análisis de la información.....	34
6.2.1.	Variables cualitativas.....	34
6.2.2..	Variables cuantitativas.....	34
6.2.2.1.	Análisis de varianza.....	34
6.2.2.2.	Análisis combinado.....	35
6.2.2.3.	Clasificación por medio de fenogramas.....	35
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
7.1.	Variables cuantitativas.....	36
7.2.	Variables cualitativas.....	45
7.3.	Análisis de conglomerados.....	48
7.3.1.	Descripción de los fenogramas.....	48
8.3.1.1..	Localidad de San José.....	48
7.3.1.2.	Localidad de San Andrés.....	49
7.3.1.3.	Fenograma conjunto.....	50
7.5.	Materiales promisorios.....	51
7.5.1.	Localidad San José.....	51
7.5.2.	Localidad San Andrés.....	52
7.5.3.	Resultado para ambas localidades.....	52
8.	CONCLUSIONES	56
9.	RECOMENDACIONES	57
10.	BIBLIOGRAFIA	58
11.	APÉNDICE	60
	Descriptor de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i> L.) utilizado en la caracterización de nueve cultivares en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	66

INDICE DE CUADROS

	Contenido	Pág.
Cuadro 1	Contenido de nutrientes de jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L.) por 100 Gramos de materia fresca.....	6
Cuadro 2	Número de tratamiento, códigos y procedencia del Material genético (cultivares) de jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L.), caracterizados en los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén, 1,997.....	25
Cuadro 3	Lista de variables cualitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> L.) Urban en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	32
Cuadro 4	Lista de variables cuantitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> L.) Urban en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	33
Cuadro 5	Variables cuantitativas y el resultado del análisis de varianza (combinado) para el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> L.) en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	36
Cuadro 6	Resultados de la prueba de Tukey para las variables rendimiento de raíz por hectárea y rendimiento de raíz por plana en la localidad de San José, Petén.....	52
Cuadro 7	Resumen de características cualitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> L.).....	62
Cuadro 8	Resultado de las pruebas de Tukey para el factor "cultivar" (combinado), en el estudio de Caracterización de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> (L.) en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	63

INDICE DE FIGURAS

	CONTENIDO	Página
Figura 1	Ubicación y distribución de los tratamientos en el área de estudio, de 9 cultivares de jícama (<u>P. erosus</u> L.) caracterizados en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	29
Figura 2	Gráfico de media de medias de subconjunto, para la variable largo del folíolo central de la hoja de jícama (P. erosus L.), en función del número de plantas muestreadas, San Andrés y San José, Petén.....	30
Figura 3	Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L. Urban), caracterizados en el municipios San José, Petén.....	49
Figura 4	Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L. Urban), caracterizados en el municipio de San Andrés.....	50
Figura 5	Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (<u>Pachyrrhizus erosus</u> L. Urban), caracterizados en los municipios de San Andrés y San José, Petén.....	51

v

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y EVALUACION AGRONOMICA DE 9
CULTIVARES DE JICAMA (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), EN LOS MUNICIPIOS
DE SAN ANDRES Y SAN JOSE, PETEN.**

**MORPHOLOGIC AND AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF 9 CULTIVARS
OF YAMBEAN (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban, ON THE SAN ANDRES AND SAN
JOSE MUNICIPALITIES, PETEN.**

RESUMEN

El cultivo de la Jicama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), es cultivada ocasionalmente por sus raíces comestibles y algunas veces es encontrada como silvestre en los departamentos de Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa, Suchitepéquez, Retalhuleu y Quiché (7).

Es un cultivo potencial para ser considerado como un producto no tradicional de exportación, debido a sus características que posee, especialmente por desarrollar raíces tuberosas, suculentas, de sabor dulce y con alto contenido de proteínas, almidones, vitaminas y algunos elementos como el fósforo y el calcio en la nutrición humana.

Adicionalmente dicha planta provee otros beneficios ya que puede ser utilizada como insecticida así como forraje para animales, cultivo de cobertura, abono verde y cultivo de asocio ya que posee la capacidad de realizar simbiosis en el suelo con bacterias fijadoras de nitrógeno (Rizobium sp.), así también contribuye al mejoramiento de la estructura del suelo (10).

En el departamento de Petén esta planta se cultiva en mínimas cantidades por agricultores de los municipios de San Andrés y San José y su tendencia a desaparecer como cultivo es cada vez mayor, a pesar que llegó a constituirse como uno de los principales cultivos de la antigua civilización Maya. De aquí la importancia de rescatar y expandir el cultivo, para lo cual se hace necesario realizar estudios de caracterización de los cultivares existentes en la zona así como otros de diverso origen, con el propósito de conocer su adaptación a las condiciones climáticas del área y paralelamente a esto identificar materiales promisorios, beneficiando así a la población en general.

Con éste propósito se desarrolló el estudio Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 9 cultivares de jícama, en los municipios de San Andrés y San José, Petén; en el período comprendido octubre del 1,996 a marzo de 1,997. Dicho período coincide con la época de siembra del cultivo por los agricultores del lugar.

Para el efecto se estableció una parcela experimental en cada municipio, bajo un diseño estadístico de bloques al azar con 9 tratamientos (accesiones) y tres repeticiones, cada unidad experimental contó con un área de 8.505 metros cuadrados. Para la obtención de la información se utilizó el descriptor de (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), elaborado por Ernesto Carrillo, con algunas modificaciones.

Para el análisis de las variables cuantitativas se utilizó la media aritmética. Entre los análisis que se realizaron están: análisis de varianza por localidad y combinado (serie de experimentos en el espacio), comparación de pares de medias Tukey y análisis de agrupamiento (Cluster), con el objeto de estudiar la variabilidad entre los cultivares de jícama. Para las variables cualitativas se realizó un análisis descriptivo.

Como resultado se obtuvo que no existen diferencias dentro de los cultivares evaluados, sino solamente entre ellos. Dicha variabilidad se encontró en la mayoría de las variables cuantitativas y cualitativas.

El cultivar que más se diferencia del grupo restante es el EC572, el cual es proveniente de Tailandia, es de hábito de crecimiento compacto arbustivo y es el que provee el mayor rendimiento de raíz (36,637 kg/ha). Este es seguido por el cultivar EC254 con un rendimiento de 31,705 kg/ha, el cual proviene del departamento de Petén y posee un hábito de crecimiento disperso.

De acuerdo a éstas características los dos cultivares son considerados promisorios, por lo que se recomienda estudios enfocados a mejorar las prácticas agronómicas, en especial las relacionadas a distanciamientos de siembra, épocas de siembra, requerimientos nutricionales, prácticas de desfloreo así como estudios del contenido bromatológico en raíces, para iniciar un programa de mejoramiento genético en el cultivo de jícama en Guatemala.

Adicionalmente se recomienda impulsar el cultivo de jícama en el departamento de Petén como cultivo de cobertura en especial con el cultivar EC254.

1. INTRODUCCIÓN

La región mesoamericana comprende grandes zonas de gran diversidad genética de numerosas plantas alimenticias, algunas de ellas cultivadas en todo el mundo. Además, Meso América ofrece, muchos otros recursos genéticos vegetales que no han tenido esa expansión (7).

Este tipo de recursos ha venido cobrando importancia por lo que en la Reunión sobre Cultivos Autóctonos Subexplotados, con valor Nutricional de Meso América, organizado por la FAO y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá celebrado en Guatemala (1,989); se seleccionaron y priorizaron las especies de mayor interés y se fijaron las estrategias para promover la producción y el consumo de éstos cultivos, siendo priorizados las raíces y los tubérculos y dentro de éstos el cultivo de la jícama (Pachyrrhizus erosus L) (7).

Ante tal situación el Instituto de Investigaciones agronómicas (IIA), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, avalada por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ejecutan el programa titulado "Cultivos autóctonos subexplotados de Meso América y con alto valor nutritivo"(7).

Con base en lo anterior, se aprobó el proyecto "Caracterización preliminar de diferentes cultivares de jícama en diferentes regiones del país", del cual forma parte la presente investigación; en la que se caracterizaron 9 cultivares de jícama provenientes de Guatemala, México, Tailandia y China, con el propósito de conocer la variabilidad genética de los cultivares desde el punto de vista morfológico y agronómico.

Esta planta, en Guatemala, es cultivada ocasionalmente por sus raíces comestibles y, algunas veces, es encontrada como silvestre en los departamentos de Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa, Suchitepéquez, Retalhuleu y Quiché (7).

En el departamento de Petén probablemente se encuentre solo como cultivo (7). En ésta región, la jícama se constituyó en uno de los principales cultivos de los Mayas, y por lo mismo, se observa que los descendientes (peteneros nativos) son los que aún se dedican a ella, aunque en pequeña escala, especialmente en el municipio de San Andrés y San José.

La jícama cuenta con gran potencial, desde el punto de vista nutricional y ecológico así como de posible generación de divisas en el futuro, lo cual puede facilitar su expansión como un cultivo no tradicional.

El presente estudio se realizó en los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén, en la época comprendida de octubre del 1,996 a marzo del año 1,997. Para lo cual se utilizó un diseño estadístico de bloques al Azar con tres repeticiones, cada unidad experimental contó con un área de 8.505 metros cuadrados.

Para el análisis de las variables cuantitativas se utilizó la media aritmética. Entre los análisis que se realizaron están: análisis de varianza por localidad y combinado (serie de experimentos en el espacio), comparación de medias Tukey y análisis de agrupamiento (Cluster), con el objeto de estudiar la variabilidad entre los cultivares de jícama.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Petén predomina una economía agrícola de subsistencia que mantiene al agricultor sujeto a un sistema tradicional de tumba-quema para la siembra de granos básicos, lo que perjudica seriamente el ambiente por el acelerado avance de la frontera agrícola (deforestación).

Lo anterior ha sido, en parte, como causa del proceso de colonización que ha caracterizado al departamento de Petén (gente con nuevas costumbres), esto ha contribuido a que se haya ido restando importancia a los cultivos autóctonos o nativos del departamento como macal (Xanthosoma sp.) y ñame (Dioscorea sp.), que en algún momento fueron cultivados en gran escala por la civilización Maya.

Prueba de ello es que estas especies en su mayoría, las cultivan agricultores originarios del departamento (especialmente en los municipios de San Andrés y San José) y en raras ocasiones por personas oriundas de otras regiones, pero que ya cuentan con cierto tiempo de haberse asentado en el lugar.

La jícama (Pachyrrhizus erosus L.) es una de esas especies hortícolas que no obstante su existencia en los municipios mencionados, carece de investigaciones básicas que permitan avanzar en su estudio y, por lo tanto, su tendencia a desaparecer como cultivo es cada vez mayor, a pesar de ser una especie con enormes posibilidades de mejoramiento genético y de aceptación de su producto comercial tanto a nivel local como internacional.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Distribución geográfica y origen del cultivo de la jícama

Pachyrrhizus erosus Urban, se conoce en Meso América desde las primeras culturas y era de importancia entre los Mayas; su cultivo en épocas prehispánicas se extensión hasta Tamaulipas al norte y a El Salvador al sur. Existen informes de que se encuentran jícamas silvestres en el occidente de México (9).

Simonds (16) reporta que es silvestre en el occidente de México y el Norte de Centro América y se cultiva en éstas zonas desde tiempos precolombinos.

La jícama es nativa de Meso América y México, después de la conquista se llevó a Filipinas, por los galeones hispanos; de donde se expandió por Asia y Oceanía (7,9).

Este producto se hizo popular en el mercado chino. Aunque crece bien en localidades subtropicales y tropicales de clima seco a húmedo, para obtener mejores producciones se requiere de un clima cálido con lluvia moderada (7).

Tolera la sequía, pero es sensible a las heladas. Este cultivo se encuentra en ambientes, que van desde el nivel del mar hasta los 2,000 metros, en toda clase de climas semiáridos, secos húmedos; y en suelos pobres y bien drenados (7).

En Venezuela se reporta que éste cultivo aparenta adaptarse sólo a zonas de 550 msnm. en adelante, teniendo como probable límite los 1,800 msnm, considerando que vegeta mejor en la faja de los 1,200 msnm, pero ello no implica que crece con exuberancia en los 600 a 900 MSN. En general se hace referencia a que la jícama no es e clima cálido, si no de lugares altos y templados donde se adapta a los 27 y 28 grados centígrados relativamente bien, prefiriendo, empero, los 17 y 18 grados centígrados (21).

3.1.2 Importancia del cultivo de la jícama

3.1.2.1. Usos en alimentación y nutrición

Con la excepción de la papa (Solanum tuberosum), el camote (Ipomoea batata) y la yuca (Manihot esculenta L), las demás raíces y los tubérculos han sido relativamente poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición. Sin embargo, éstos recursos presentan varias ventajas respecto a su rendimiento al aporte de energía como carbohidrato. En general, las raíces y tubérculos no son fuentes de proteína verdadera. Algunos de éstos materiales son fuentes ricas en carotenos. Las harinas que se elaboran de todos éstos recursos son útiles para el desarrollo de otros productos, por ejemplo la yuca mediante un proceso simple pero adecuado, ha dado lugar a la formación de pequeñas agroindustrias que venden su producto a la industria de concentrados. Por otra parte estos recursos ofrecen cantidades altas de almidón, que puede ser utilizado en diversas clases de industrias. De aquí la importancia y necesidad de promover cultivos como la jícama (Pachyrrhizus erosus L.), la malanga (Colocasia esculenta L), el macal (Xanthosoma sp.), yuca (Manihot esculenta), etc. (7).

La jícama es muy rica en fécula azucarada de buena calidad que se extrae con facilidad como la de la yuca. A pesar de tener una epidermis gruesa y áspera, se pela fácilmente dejando expuesto un fruto carnoso, blanco, succulento y de textura parecida a la manzana, con sabor dulce y agradable (7).

Como todos los órganos de reserva, las raíces de Pachyrrhizus erosus L. son ricas en agua y carbohidratos; en ésta especie hay además azúcares y proteínas. Al principio son más jugosas, se vuelven luego más secas y el jugo es menos claro (3, 18). Es rica también en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (3). Se considera que los principales componentes de la jícama son; agua 84% y almidón 10% (15).

Un análisis bromatológico realizado en el INCAP (1, 3), a la jícama; reporta el contenido de nutrientes presentado en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de nutrientes de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) por 100 gramos de materia fresca.

Contenido	Cantidad en gr.	Cantidad en mg.	Cantidad en ug.	Cantidad en Kcal.
Agua	86.5			
Proteína	1.2			
Grasa	0.2			
Carbohidratos totales	11.17			
Fibra cruda	0.6			
Ceniza	0.4			
Calcio		17.0		
Fósforo		18.0		
Hierro		0.7		
Tiamina		0.04		
Riboflavina		0.03		
Niacina		0.30		
Acido ascórbico		19.0		
Actividad de vitamina A			0.00	
Valor energético				48.0

Fuente: Tabla de composición de alimentos INCAP 1961 (22).

En síntesis las raíces de éste cultivo desde el punto de vista económico, poseen las siguientes ventajas:

- a.) Tiernas se comen crudas, como los nabos,
- b.) Se comen hervidas como el ñame, yuca o similares,
- c.) Sirve para alimento humano y para alimento de marranos y vacunos,
- d.) Secas y molidas, se extrae una harina muy fina,
- e.) Su alto contenido de almidón, las acredita para sacar éste producto,
- f.) La producción de raíces, lista para el consumo desde tiernas hasta las adultas, es de 10,000 kilogramos por hectárea como mínimo, en condiciones de cultivo, clima y suelos.

3.1.2.2. Forma de consumo

Se consume como ensalada verde, para ello se pela haciendo rodajas delgadas o cuadritos, y se añade sal, pimienta y jugo de limón. Otra forma de consumirla es en ensalada de frutas, combinadas con cuadritos de limón y papaya, y aderezada con azúcar y jugo de naranja. En México se le raspa finamente y se le agrega leche, azúcar y huevos para preparar un pudín muy agradable y nutritivo (7, 14).

3.1.2.3. Otros usos

A. Como insecticida

El componente químico llamado rotenona puede extraerse de sus 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 (3, 7, 14).

Las hojas, tallos, raíces, y vainas también contienen propiedades de insecticida y pueden ser tóxicas para los humanos. En América Central las vainas inmaduras son consumidas algunas veces como frijoles verdes, pero debe tenerse experiencia para evitar efectos tóxicos del producto (7).

En México las semillas se utilizan para destruir piojos que infestan el ganado y otros animales (19).

B. Como abono verde

Las ventajas de la jícama como abono verde se resumen de la siguiente manera:

- a. Es una leguminosa, con las ventajas de todas conocidas que traen las plantas de esta familia, ya que permiten la simbiosis de familias de bacterias que se adhieren a sus raíces.
- b. Posee un follaje abundante, igual al del Kudzú (Pueraria phaseoloides). Su crecimiento exuberante y en forma de alfombra tupida sobre el suelo, ofrece follaje que al incorporarse, provee una enorme cantidad de materia orgánica futura para el suelo.

- c. La lignificación es tardía, llevándole en esto ventajas a todos los abonos verdes. Bien sabido es que las Crotalarias, Tephorasias, habadas terciopelo y otras, necesitan incorporarse al suelo momentos antes de la floración, a objeto de que el tejido no esté leñoso y sea fácil su descomposición orgánica. Con la jícama no ocurre esto, ya que se obtienen la cosecha de tubérculos y la de las cápsulas y luego enterrarlo si así se desea.
- d. Produce "frutas" y legumbres antes de incorporarse.
- e. Su follaje abundante permite incorporarse en cualquier época del año (21).

C. Como planta de cobertura

Como planta de cobertura, la jícama tiene las siguientes ventajas:

- a. Es un cultivo que bajo condiciones ambientales adecuadas puede considerarse perenne, pues los tubérculos al dejarse bajo tierra brotan con bastante precocidad.
- b. Su alfombra continua y follaje exuberante, le hacen tener cualidades de plantas que impide la excesiva sequedad y evapotranspiración de los suelos.
- c. Las vainas al secarse con el sol y estar ya las semillas aptas para procrearse, se abren automáticamente en forma dehiscente, lanzando éstas a su alrededor. Las semillas quedan protegidas bajo la sombra de hojas y guías; al llegar la época lluviosa éstas germinan. Esto permite que el agricultor se despreocupe de su propagación si la utiliza como planta de cobertura.
- d. Por el desarrollo de su follaje, resulta un cultivo ideal para evitar la erosión.
- e. Permite la siembra de árboles y a la vez defenderlos de malezas por su capacidad de estrangulación, permite el establecimiento de un programa paulatino de reforestación en terrenos con pendiente, sin tener que recurrir a costosas terrazas u otros sistemas mecánicos antierosivos (21).

D Como cultivo de rotación

En resumen las ventajas son las siguientes:

- a. Sembrándose en salidas de invierno en una plantación de maíz permitiría su desarrollo para que sus cualidades de trepadora le permiten crecer sobre los tallos de maíz y recolectados, usándolos como tutores.
- b. Se puede sembrar como simple abono verde en rotación con plantas y cultivos que así lo Exijan (21).

3.1.3. Clasificación botánica de la jícama

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Pachyrrhizus
Especie:	<u>Pachyrrhizus erosus</u> (L.) Urban
Nombre común:	Jícama, jícamo, yam Beam, Tapírate, Jacutepe, Iguana, Caxilxhicam (Maya) (19).

3.1.4. Descripción botánica de Pachyrrhizus erosus (L.) Urban

3.1.4.1. Descripción del género Pachyrrhizus L. Richard (según flora de Guatemala)

El género Pachyrrhizus está formado por plantas lianas herbáceas; hojas planas, trifoliadas, con estipulas, los foliolos a menudo angulados, lobulados o toscamente dentados; flores más bien grandes, púrpuras, rosadas o blancas en racimos fasciculados, los racimos cortos o alargados pedunculados, axilares, los nudos más o menos engrosados; las brácteas y las bractéolas pequeñas, cetáceas y caducas (19).

Los lóbulos de arriba del cáliz con nudos para formar un lóbulo bidentado; el estandarte ampliamente ovalado, con las aurículas inflexas en la base, las alas oblongofalcadas; las quilla encorvada, obtusa igualando a las alas, en largo y tamaño; el estambre vexilar libre, los otros connados, las anteras conformes; el ovario subsésil, con muchos óvulos, el estilo más bien grueso, subinovoluto en el ápice, complanado introsamente filoso, el estigma globoso; la legumbre lineal, compresa o comprimida dentro o en medio de las semillas; las semillas de ovaladas a orbiculares, compresas, el hilum pequeño, no estrofiado (19).

3.1.4.2 Descripción de la especie P. erosus (L.)

Es una especie cultivada ocasionalmente en Guatemala por sus raíces comestibles y algunas veces encontrada silvestre, quizá al menos en una parte, como cultivo escaso, creciendo silvestre en algunos bosques de pino a 1,875 o menos sobre el nivel del mar, en Petén (probablemente solo en cultivo), se puede encontrar en forma silvestre en Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa, Guatemala, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quiché; también México, Belice, El Salvador y Honduras a Costa Rica. Cultivado en muchas regiones tropicales de la tierra (19).

A. Tallos

El género Pachyrrhizus, usualmente está formado por plantas lianas, herbáceas, rastrea trepadoras, hasta de cinco metros de largo, con pubescencia estrigosa fina o tosca o hirsuta con pelos cafesinos, estipulas lineal-lanceoladas, su propagación es muy similar a las plantas de camote formando matas bajas y compactas, también pueden producirse en camas elevadas o tapescos colocándole tutores (9, 19). Los tallos delgados y cilíndricos están cubiertos en las partes jóvenes de pubescencia fina y ferrugínea (9).

B. Hojas

Las hojas son trifoliadas, delgadas y de color verde pálido, son muy variables en tamaño.

La característica más notable de Pachyrrhizus erosus L. Y otras especies afines del mismo género es la diversidad de formas de los folíolos. El folíolo central es generalmente oval con el ápice comúnmente agudo, pero aún en la misma planta hay variación de esa forma por la presencia de lóbulos o dientes que en algunos casos forman un folíolo palmeado, con recortes

muy profundos e irregulares. Los folíolos laterales son muy asimétricos y muestran formas muy diferentes, correspondientes con la del folíolo central (formas de ovalados a romboides, enteros, dentados o lobulado palmado) (9,10).

C. Inflorescencias

Los racimos florales son erectos de 4 a 70 cm. de largo los pedicelos alcanzan tamaños que oscilan entre uno a cinco milímetros de largo y se encuentran amontonados en los nudos del raquis, el pedúnculo alcanza hasta 45 cm. de longitud (9, 19).

D. Flores

Las flores se dan en grupos de cinco en cada nudo, se abren sucesivamente de abajo hacia arriba, el pedicelo es muy corto, de dos a cinco milímetros de largo. El cáliz es campanulado pubescente, de cinco lóbulos irregulares, de una longitud de 8 a 12 milímetros, el estandarte que es la parte más visible en la corola mide de 17 a 22 milímetros de largo y de 12 a 20 milímetros de ancho, se dobla hacia atrás; el color varía de morado intenso a pálido y aún blando, 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 9 están unidos por la base y uno es libre. El pistilo, del ovario pubescente, termina en un estigma adaxial. En las jícamas se acostumbra eliminar las flores antes de que se abran, con lo que se logran raíces de mayor tamaño (9, 19).

E. Frutos

El fruto consiste en una vaina aplanada y de extremos redondeados, miden de 7 a 14 centímetros de largo por 1.5 a 2.0 centímetros de ancho, mostrando constricciones marcadas entre las semillas. La vaina inmadura es finamente estrigosa que se torna glabra al madurar, abruptamente acuminado (19).

F. Semillas

Las semillas son cuadradas o redondeadas, usualmente algo comprimidas de 5 a 11 milímetros de largo y ancho respectivamente, de color amarillo café o rojo (19).

G. Raíces

Las raíces varían considerablemente de forma y tamaño, se asemejan a una remolacha (Beta vulgaris L.), a veces mas larga y delgada llegando a pesar hasta 3 kilogramos; la más corriente tiene forma de trompo, con la base más o menos plana y el ápice obtuso; mide desde 20 centímetros de ancho. Conforme las raíces se envejecen y pierden humedad se vuelven fusiformes o irregulares. La corteza es delgada, de color amarillo-paja o marrón. La carne o pulpa es blanca acuosa, dulce y de agradable olor; al principio la pulpa es más jugosa, luego se vuelve más seca y el jugo es menos claro (9, 19).

Los tubérculos o rizomas se desarrollan mucho cortando la flor, como se hace con la papa (Solanum tuberosus). Sin embargo esto parece innecesario en algunas regiones ecuatoriales, ya que la forma de conocer que el tubérculo está debidamente formado es cuando comienza la florescencia (7).

3.1.5 Manejo del cultivo del cultivo de la jícama en los municipios de San Andrés y San José, Petén

Por experiencia adquirida con el cultivo de la jícama por agricultores de los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén, se recomiendan los siguientes prácticas de cultivo:

a. Suelos y su preparación

Deben seleccionarse suelos de características franco-arenoso (en el lugar comúnmente se le denomina a este tipo de suelos "*sacnis*"), aunque puede adaptarse a suelos arcillosos. La preferencia a los suelos sueltos es para facilitar el desarrollo de los tubérculos. Es conveniente que el terreno cuente con una ligera pendiente.

Normalmente la preparación del suelo se realiza bajo el sistema tradicional de tumba y quema, para esto se deshierba el terreno el cual ha permanecido en un período de barbecho entre dos y tres años con el objeto de mejorar su fertilidad y se realiza posteriormente la quema. En algunos casos el cultivo de jícama se establece en terrenos donde se ha cultivado maíz o frijol, en donde una vez obtenida la cosecha se procede a la eliminación del rastrojo. En ambos casos no se realiza ninguna actividad de laboreo del suelo.

b. Siembra

La siembra se realiza en forma manual, colocando una semilla por postura a una profundidad de 1.0 centímetro y a un distanciamiento de 45 centímetros al cuadro. Para su germinación la semilla tarda entre 10 y 12 días, desarrollándose débilmente al principio la plántula, pero a medida que brotan guías secundarias su desarrollo es exuberante. Esta actividad es realizada durante los meses de septiembre y octubre.

c. Limpias

Las limpias consisten en eliminar las malezas con machete o jibo, generalmente se realizan dos, pudiendo variar de acuerdo a la presencia de las mismas.

d. Control de plagas y enfermedades

Por lo general no se realiza ningún tipo de control, ya que en el lugar no existen plagas y enfermedades que causen daños severos que afecten el rendimiento del cultivo.

e. Cosecha

La cosecha de tubérculos se inicia a los cuatro meses después de la siembra, y consiste en arrancar la planta con ayuda de un azadón o piocha para proceder a separar los tubérculos. Generalmente en ésta etapa de desarrollo, las vainas no han alcanzado su maduración, por lo que para obtener semilla, se debe esperar aproximadamente dos meses más.

f. Comercialización

La venta del producto se realiza en el mercado local, vendiendo los tubérculos por unidad, los cuales alcanzan un precio que va de Q. 1.00 a Q. 3.00 de acuerdo al tamaño de los mismos.

3.1.6 Estudios de jícama, realizados en otros países

3.1.6.1 Bajo condiciones ambientales del CATIE, Turrialba, Costa Rica, se realizó un ensayo, para observar el comportamiento de la jícama (Pachyrrhizus erosus L.) bajo diferentes distancias de siembra

El experimento consistió en evaluar el efecto de tres distancias de siembra entre planta y tres genotipos de jícama para evaluar con cual tratamiento se obtiene mejor rendimiento y el tamaño óptimo de raíz. Se realizó un experimento factorial 3² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron accesiones en las parcelas grandes o completas y distancias en las parcelas menores o subunidades.

Se emplearon las accesiones EC032, EC509 y EC534 con distancias entre plantas de 0.10 m., 0.15 m y 0.20 m. La distancia entre surcos fue de 0.75 m., cada surco se sembró a doble hilera de plantas con una separación entre hileras de 0.25 m. Esto origina una densidad de siembra de 266,667 plantas/ha con la distancia de 0.10 m., 177,778 plantas/ha, con 0.15 m. y 133,333 plantas/ha con la distancia de 0.20m.

Durante la cosecha se clasificaron las raíces tuberosas en dos grupos de acuerdo al tamaño y el peso; tamaño pequeño para pesos inferiores a 300 g. y tamaño mediano para pesos entre 300 y 600 g. (12).

De acuerdo al análisis de varianza se presentaron diferencias altamente significativas (1%) entre distancias para las variables número y peso de raíces de tamaño pequeño y para el número de raíces totales. Los resultados obtenidos dan una diferencia significativa (5%) entre distancias para el peso total de raíces e igualmente entre accesiones para el número total de raíces. Además se obtuvo diferencia significativa para la interacción accesiones con distancias en las variables número de raíces de tamaño pequeño y para el total de raíces.

Para el tamaño de raíz pequeña la accesión con mayor número promedio de raíces fue EC032 (132,400 raíces/ha), seguida de EC509 con una cantidad similar (131,300 raíces/ha); EC534 mostró el menor número de raíces (117,900) pero el peso más alto (17,700 kg/ha) aunque sin diferencia significativa respecto a las otras accesiones. En general se observó que el número de raíces y el peso por hectárea aumentó con una menor distancia. El peso y número de raíces de tamaño pequeño más alto a medida que la distancia de siembra fue menor, lo que significa que a

menor distancia mayor competencia entre plantas y por lo tanto más cantidad de raíces pequeñas (12).

“Para las raíces medianas no se presentó diferencia significativa pero se pudo inferir que las raíces tienden a crecer y a desarrollar más a menores distancias (menor densidad) debido a una menor competencia entre plantas. Es de esperar que a mayor densidad de plantas más raíces se producirán considerando además, que cada planta de jícama por lo general produce una sola raíz. Se ha observado que algunas plantas producen dos o más raíces, pero con tamaño y forma irregular (12).

Obtener altos rendimientos con bajas distancias de siembra (alta densidad) no significa que esta es la mejor alternativa, pues el rendimiento depende de un alto número de raíces de tamaño pequeño y no comerciales, como en el caso de la distancia de 0.10 m. Con alta cantidad de raíces menores de 200 gr., aunque no está claramente definido el tamaño óptimo comercial de las raíces de jícama (12). En cuanto a esto, conforme a Phillips Mora *et al.* citado por Mora (11), considera entre otras características, que cada raíz debe pesar entre 300 y 1,100 grs. para que sea aceptable.

De acuerdo a Hereda *et al.* Citados por Saray (15), los espaciamientos recomendados son muy variables y dependen de la longitud del período de crecimiento, el tamaño de las raíces y la duración del día en el momento de la siembra. Por lo que para la obtención de jícamas de buen tamaño, recomiendan sembrar a doble hilera sobre surcos distanciados a 92 centímetros, con una distancia entre hilera de 25 centímetros y depositando una semilla a cada 20 centímetros; para obtener jícamas de menor tamaño o “*piñatera*”, recomiendan la siembra a doble hilera sobre surcos distanciados a 75 centímetros y colocando una semilla a cada 15 centímetros.

3.1.6.2. Rejuvenecimiento, caracterización, evaluación y utilización de la jícama en Costa Rica.

El proyecto jícama del CATIE evaluó ocho ensayos bajo diferentes épocas y localidades. La evaluación del germoplasma de jícama se realizó en cuatro localidades de Costa Rica (Turrialba, Barrio San José, Río Claro y Guácimo).

Para muchas de las accesiones fue necesario realizar la práctica de establecer tutores en el campo; con el propósito de permitir, que las accesiones con hábito de crecimiento indeterminado puedan trepar y producir flores indefinidamente.

Todos los experimentos se evaluaron bajo un diseño de bloques al azar, con diferentes tratamientos en su mayoría y generalmente con tres repeticiones. La variable más importante evaluada fue el rendimiento de la raíz.

En cuanto a los resultados obtenidos, de acuerdo al análisis de varianza existieron diferencias significativas entre las accesiones de jícama, ya que la prueba de F de raíces y tubérculos mostró alta significancia al nivel de 1 % para los 8 ensayos.

Los tratamientos con mejor rendimiento, de acuerdo a la prueba de comparación de medias (Duncan) de cada ensayo en particular fueron: EC511, EC 543, EC543, EC120B, EC509, EC201, EC510, D503, EC114 y EC032 (EC= P. erosus L. Urban, cultivada).

Se observó que en los 8 ensayos hubo mucha variación en cuanto a rendimiento. Esta variación se debió a que fueron sembrados a diferentes densidades de siembra y localidad.

En resumen se puede indicar que el experimento de 12 tratamientos realizado en CATIE fue el más uniforme y de mejor comportamiento en cuanto a rendimiento se refiere. Los rangos de variación para rendimiento fueron entre 38,735 y 16,652 kg/ha.

De ésta manera, se puede afirmar que los genotipos de origen mexicano se adaptan muy bien a las condiciones de Turrialba. Se podría elevar más los rendimientos de éstos genotipos si se incrementa el número de plantas por metro cuadrado; además "desflorear" el material en la época seca adecuada.

En el primer ensayo ubicado en CATIE, Turrialba, se evaluaron 13 tratamientos correspondientes a 13 introducciones. El rango de variación del rendimiento osciló entre 414 y 10,148 kg/ha.

Los rendimientos promedio del experimento establecido en Alajuela fueron muy superiores al anterior. Por ejemplo una introducción que en Turrialba produjo 9,926 kg/ha, en Alajuela produjo 50,522 kg/ha y fue el más alto rendimiento en este lugar.

El ensayo realizado en el CATIE, Turrialba con 32 tratamientos presentó una variación de rendimiento entre 1,242 y 22,918 kg/ha. La accesión que obtuvo este último rendimiento, presentó una diferencia altamente significativa con respecto al resto de los materiales.

La evaluación de 12 tratamientos de jícama en CATIE durante 1,991 presentó menor variación del rendimiento con relación al resto de ensayos. El peso promedio de tubérculos osciló entre 16,652 y 3,875 kg/ha.

En la evaluación de 13 tratamientos realizado en CATIE, se nota alta variación entre las introducciones de más bajo rendimiento (2,387 kg/ha.) y las demás alta producción (47,929 kg/ha.)

Con otro ensayo de 13 introducciones, realizado en Guácimo durante 1,991; se obtuvieron buenos resultados superando los 37,000 kg/ha de tubérculos.

En el ensayo donde se evaluaron por el CATIE, 24 tratamientos de jícama, se observó que 21 introducciones superaron los 37,000 kg/ha, siendo el rendimiento más alto de 62,650 kg/ha.

Un último experimento realizado en la zona sur de Costa Rica (Golfito, Villa Briceño), mostró producciones relativamente bajas para algunos de los materiales; siendo el más bajo rendimiento de 5,346 Kg/ha, mientras que en Turrialba fue el mejor con 22,918 kg/ha.

En general se observó que existió mucha variación en cuanto a rendimiento. Esta variación se debe a las diferencias de localidad (clima) y a diferencias en las distancias de siembra. Sin embargo, se observó que algunas introducciones mantuvieron un buen comportamiento en todas las localidades.

Dependiendo de la localidad y del clima se pueden obtener introducciones adecuadas para cada lugar o sitio, además se pueden aumentar los rendimientos variando la densidad de siembra e introduciendo algunas prácticas culturales como "desfloreo", fertilización, etc. (18).

3.1.7 Estudios relacionados con la jícama, realizados en Guatemala

Carrascosa . (2), realizó un estudio de caracterización morfológica y agronómica para 14 cultivares de Pachyrrhizus erosus L. en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panamá, Suchitepéquez, en el período comprendido de octubre de 1,996 a abril de 1,997. Del análisis estadístico, se deduce que todos los cultivares evaluados mostraron un comportamiento

heterogéneo en la mayor parte de las 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, 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. En éste estudio resalta que los 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. Por éstas razones, dichos cultivares se consideran promisorios.

Pineda (14) llevó a cabo el estudio de caracterización de 14 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.) en las localidades de Cuilapa y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa y en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en el departamento de Jutiapa en el período comprendido de mayo de 1,996 a enero de 1,997.

En dicho estudio se concluye que las características que a continuación se mencionan son constantes para todos los cultivares evaluados: en la hoja el margen apical es dentado y el basal entero, el ápice asimétrico, los folíolos laterales son mas pequeños con respecto al central y son de forma deltoide, ápice aguda y base obtusa, la forma del cáliz es campanulado, las vainas presentan pubescencias, la pulpa de la raíz es de color crema y la textura de la peridermis es áspera, por lo que los catorce cultivares evaluados se consideran típicos del género Pachyrrhizus.

Y de acuerdo a las características agronómicas y morfológicas, para la localidad de Jutiapa se consideran promisorios los materiales EC201, EC523 y EC565; para la localidad de Cuilapa los materiales; EC201, EC559, EC236, EC565, EW227, EC250, EC3-Petén y EC1-Icta Jutiapa. Mientras que para la localidad de Chiquimula solo se identificó el material EC565.

Tanto Carrascosa (2) como Pineda (13), para los respectivos materiales promisorios identificados, recomiendan realizar estudios con el objeto de mejorar las prácticas agronómicas, entre ellas: distanciamientos de siembra, requerimientos nutricionales, prácticas de desflore y estudios de contenido bromatológico.

3.1.8. Caracterización

De acuerdo con el Centro Internacional de Recursos Filogenéticos (CIRF), citado por Grijalva (8), la caracterización consiste en detectar aquellos caracteres que son altamente heredables que pueden ser fácilmente vistos y que son expresados en todos los ambientes.

Según 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.

Arce citado por Grijalva (8), menciona que la caracterización es útil para detectar en una colección de plantas las diferencias típicas de las variables en estudio, bajo una circunstancia dada. La información generada y debidamente almacenada en el proceso de caracterización, sirve para localizar fácilmente, cualquier dato acumulado y establecer los grados de diferencia que hay entre las características de los cultivares.

Arce citado por Grijalva (8), considera que las caracterizaciones, tienen que ser claras, en términos positivos, de acuerdo a los atributos morfológicos que la planta posee, ejemplo: Hábito de crecimiento, flores azules, etc. De ninguna manera se debe describir una planta, comparándola, expresando el resultado de la descripción negativamente, ejemplo: flor no azul.

Arce citado por Grijalva (8), conforme a Chang afirma que los objetivos que se persiguen al describir una colección de plantas de determinada especie o grupos de especies, son los siguientes:

- a.) Caracterizar cultivares o líneas genéticas de interés nacional o regional.
- b.) Diferenciar entre materiales con nombres semejantes o idénticos Incluyendo la determinación de duplicados.
- c.) Identificar materiales con características deseables
- d.) Clasificar cultivares comerciales, basados en criterios relevantes
- e.) Desarrollar afinidades entre o dentro de características y entre grupos geográficos de entradas.
- f.) Estimar el grado de variación dentro de una colección de variedades

3.1.9. Taxonomía numérica

SOCAL & Sneath, citados por Crici (4), definen 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 fundamente 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 debe 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.

Crici (4) 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 Crisi (4), 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 es invariable 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 OTUSs las filas. Es recomendable que los caracteres cuantitativos continuos 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, 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 agrupan aquellos objetos (especies, individuos, sitios, muestras) más semejantes entre sí, con base en los datos anotados para cada objeto (20).

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 fonograma) cuya interpretación depende del investigador y en muchos casos sirve como generadora de hipótesis de trabajo (20).

El primer paso en el análisis de conglomerados es el cálculo de medias de similitud entre muestras. Existen numerosos índices para el cálculo 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 simétricamente con respecto a la diagonal. La diagonal es cero puesto que son comparaciones de muestras consigo mismas (20).

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 (20).

3.1.10. Los caracteres como datos científicos

De acuerdo a Kneller (1,998) citado por Crici (4), 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 (4).

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, mapas 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 (4).

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 pueden realizar operaciones de cálculos mediante números (4).

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 (4).

3.1.11. Evaluación de 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 (4).

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 (4).

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 (4).

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) (4).

Entre las ventajas de las técnicas numéricas cabe señalar que: exige 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 (4).

Debido a las virtudes de las técnicas numéricas, numerosos investigadores las han aplicado fuera de la clasificación biológica e incluso fuera de la biología (4).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Descripción general del área

3.2.1.1. Ubicación del área donde se desarrolló el estudio

El estudio se desarrolló en los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén. San Andrés se encuentra a 150 msnm y se localiza en las coordenadas $16^{\circ} 58' 03''$ latitud norte y $89^{\circ} 54' 37''$ longitud oeste. San José se encuentra a 135 msnm y se ubica en las coordenadas $16^{\circ} 58' 53''$ latitud norte y $89^{\circ} 54' 37''$ longitud oeste (6).

Específicamente las áreas donde se montaron los ensayos, para el caso de San Andrés; se ubican a 10 kilómetros de la cabecera municipal, sobre la carretera que conduce de ésta a la comunidad de Carmelita. Para el Caso de San José, se localiza a 8 kilómetros de la cabecera municipal, sobre la ruta que de ésta conduce a la comunidad de San Pedro, por la periferia del lago Petén Itzá.

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 (5), basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge; los municipios de San Andrés y San José, se encuentran localizados dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (cálido) (bh-s (c)), la cual se caracteriza por tener un régimen de lluvia que va de 1,160 a 1,700 mm. como promedio total anual y la biotemperatura se encuentra en un promedio de 22 grados centígrados. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.95.

Los terrenos correspondientes a ésta zona de vida, poseen una topografía suave y específicamente en la parte norte de Petén, una elevación que varía entre 50 y 275 msnm. La vegetación indicadora de ésta zona está constituida especialmente por: Byrsonima crassifolia, Curatella americana, Xylopia frutescens, Bombas ellipticum, Metopium browneii, Quercus oleoides; especialmente en las sabanas y sus alrededores que son suelos muy pobres (5).

3.2.1.3. Características del suelo

Según Simons et al. (16), los municipios de San Andrés y San José pertenecen a la serie Yaxha (Yx), la cual se caracteriza por poseer un suelo superficial que tiene como material original madre roca caliza suave, un relieve que va de plano a ondulado o quebrado, un drenaje interno bueno, color negro, textura y consistencia arcilla moderadamente friable y un espesor aproximado de 5 a 10 cm. El suelo tiene color negro, consistencia plástica, textura arcillosa y una profundidad de 10 a 25 cm.

3.2.2 Material genético utilizado en el estudio de caracterización

Los nueve materiales de jícama evaluados en los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén, provienen de Guatemala (Petén y Jutiapa), México, China y Tailandia.

La lista de las localidades de colecta de los materiales caracterizados de jícama, se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de tratamiento, códigos y procedencia del Material genético (cultivares) de jícama (Pachyrrhizus erosus L.), caracterizados en los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén, 1,997.

TRATAMIENTO	CODIGO DEL CULTIVAR	PROCEDENCIA
01	EC564	China
02	EC255	Guatemala (Petén)
03	EC120G	Guatemala
04	EC254	Guatemala (Petén)
05	EC256	Guatemala (Jutiapa)
06	EC204G	México
07	EC572	Tailandia
08	EC594	Tailandia
09	EC201	México

4. OBJETIVOS

4.1. General

Caracterizar a nivel agronómico y morfológico, 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.), bajo las condiciones de los municipios de San Andrés y San José del departamento de Petén.

4.2. Específicos

- 4.2.1 Determinar las características de los 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.), bajo las condiciones de la zona de estudio.
- 4.2.2 Determinar las diferencias y similitudes entre cada uno de los 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.) caracterizados.
- 4.2.3 Evaluar el rendimiento de la raíz tuberosa de los 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.) caracterizados.
- 4.2.4 Identificar los cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.), promisorios de acuerdo a las características morfológicas y agronómicas de interés.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos un cultivar de jícama (Pachyrrhizus erosus L.), de los 9 evaluados presenta características diferentes.
- 5.2 Al menos un cultivar de jícama (Pachyrrhizus erosus L.) de los 9 evaluados, supera los rendimientos de raíz tuberosa.
- 5.3 En los 9 cultivares de jícama (Pachyrrhizus erosus L.) evaluados, existe variabilidad expresada a través de fenotipos, donde al menos un cultivar presenta características agronómicas aceptables para ser considerado como promisorio.

6. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente investigación, se desarrollaron dos fases: Caracterización de campo y análisis de los datos.

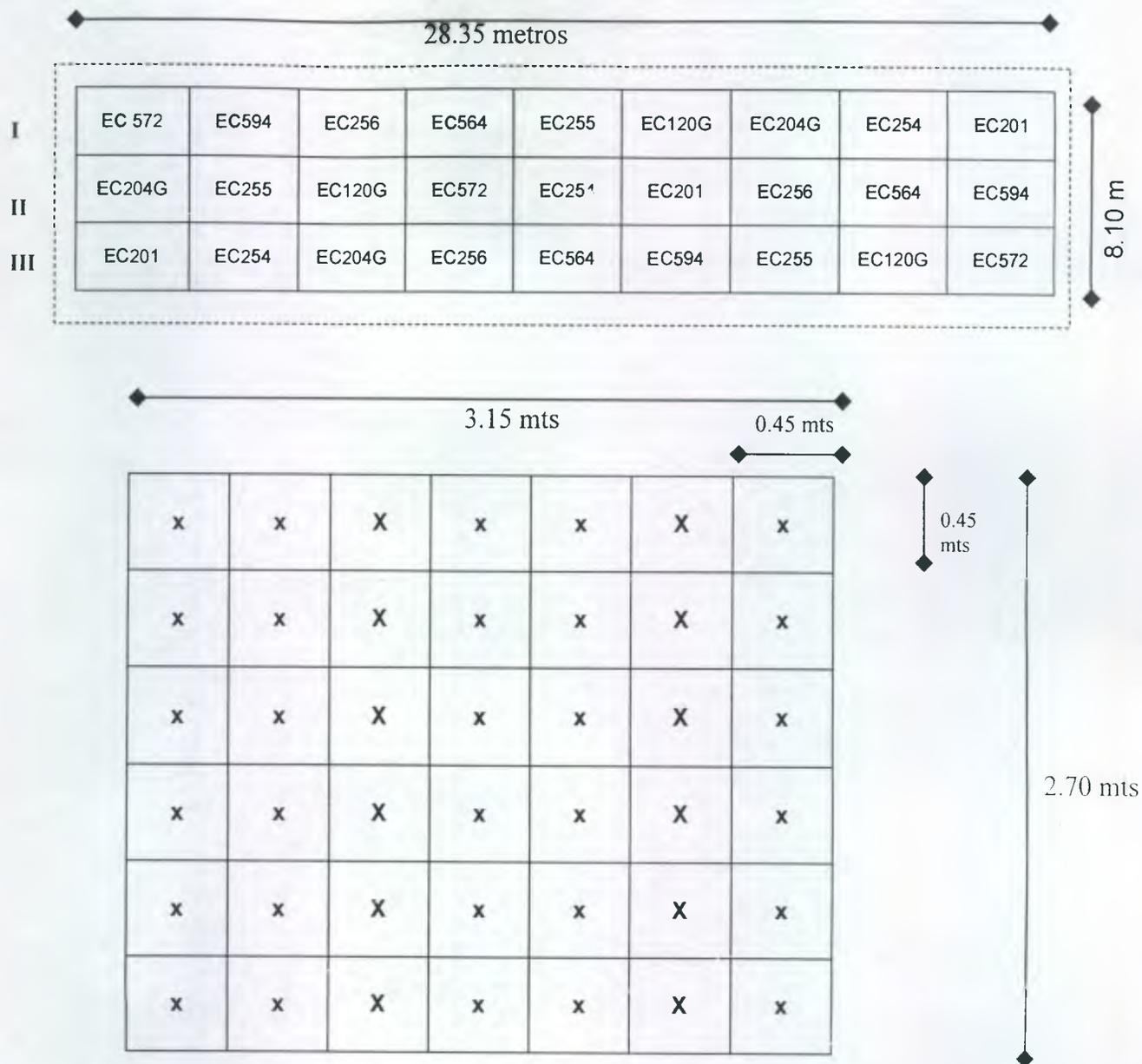
6.1 CARACTERIZACION DE CAMPO

6.1.1 Metodología experimental

La fase de campo del estudio se desarrolló mediante el establecimiento de parcelas experimentales, una por cada municipio (San Andrés y San José), bajo un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones y 9 tratamientos (9 cultivares), por lo que el número de unidades experimentales por cada localidad fue de 27.

El distanciamiento de siembra utilizado fue de 0.45 m al cuadro y cada unidad experimental contó con una área de 8.505 m². (3.15 m x 2.70 m.), abarcando un total de 42 plantas. El área total utilizada para el ensayo por cada localidad fue de 263.25 m².; no se dejaron calles entre repeticiones y unidades experimentales y para reducir el efecto de borde, fue sembrada una hilera de un material de jícama alrededor del ensayo (figura 1).

Para el trabajo de caracterización, de las 42 plantas de cada unidad experimental, se tomaron 10 plantas al azar y las restantes se utilizaron para evaluar la producción de raíz tuberosa.



Donde: I, II y III = Bloques o repeticiones
 EC572.... = Tratamientos
 ----- = Borde
 x = Plantas en cada unidad experimental

Figura 1. Ubicación y distribución de los tratamientos en el área de estudio, de 9 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) caracterizados en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

6.1.2 Determinación del tamaño de muestra

De acuerdo a la metodología para el estudio de la vegetación de Mateucci & Colman (11), el número de plantas muestreadas en cada unidad experimental fue determinado por medio de la estabilización de la Curva Media de Subconjunto. Para el efecto se tomó la variable largo del foliolo central de la hoja, ya que es una variable estable y que se manifiesta en los períodos 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 una muestra para las localidades de San Andrés y San José. Esto fue tomado en la evaluación de los nueve cultivares de jícama.

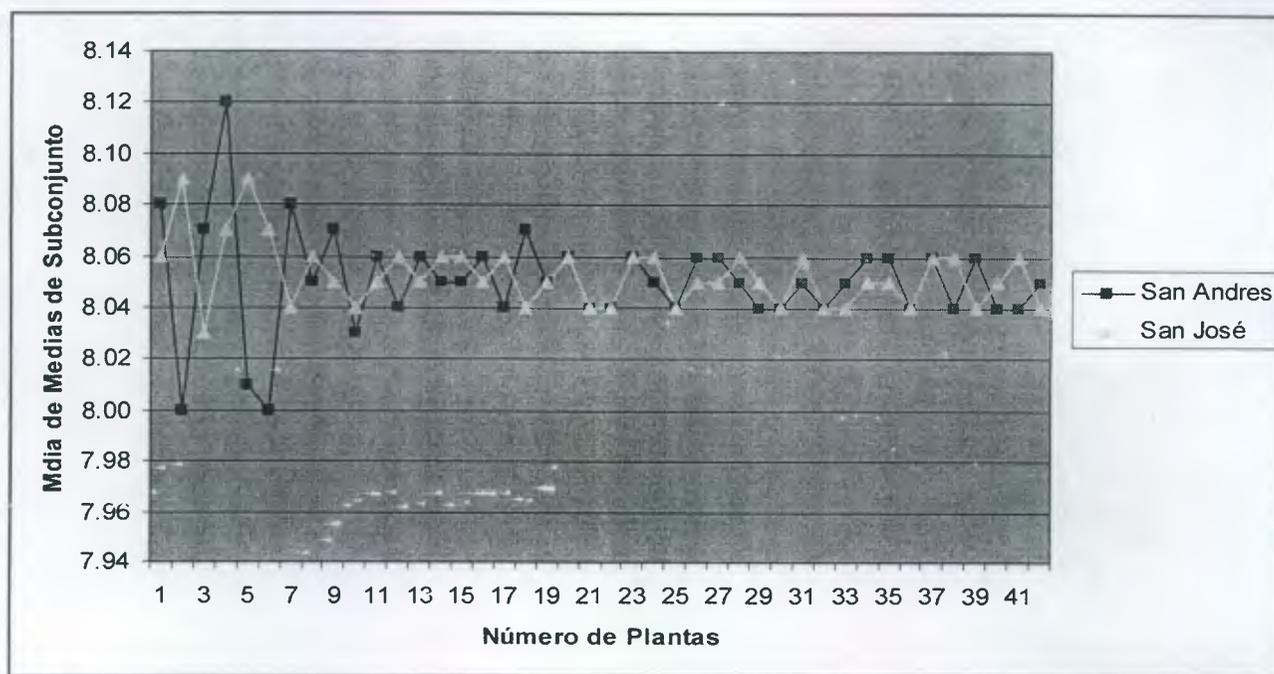


Figura 2. Gráfico de media de medias de subconjunto, para la variable largo del foliolo central de la hoja de jícama (*P. erosus* L.), en función del número de plantas muestreadas, San Andrés y San José, Petén.

6.1.3. Manejo del experimento

6.1.3.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de manera similar a la acostumbrada en el lugar, consistiendo en la eliminación de rastrojo se maíz para el caso de San Andrés y la eliminación de bosque secundario en San José; en ambos se procedió después a realizar la quema respectiva.

6.1.3.2. Trazo del diseño experimental

En cada una de las localidades, se delimitó la respectiva área para el ensayo (263.25mt²), los cultivos fueron distribuidos (al azar) en 27 unidades experimentales de 8.505 mt², con 42 plantas cada una. Para diferenciarlas entre sí se colocó rafia o pita plástica y el respectivo código de identificación de los cultivos (Figura 1).

6.1.3.3. Siembra

La siembra se efectuó de forma manual, colocando una semilla por postura a un centímetro de profundidad y a una distancia de 0.45 m. al cuadro. No se realizó ninguna desinfección previa del suelo. La siembra se realizó el día 3 de noviembre de 1,996; esto con el propósito de coincidir con la época de siembra que se acostumbra en el área de estudio.

6.1.3.4. Control de malezas

Para mantener el cultivo libre de malezas, a lo largo del ciclo del cultivo se realizaron 5 y 4 limpiezas en cada localidad, de San Andrés y San José respectivamente. Esta se hizo de forma manual utilizando machete y jibo.

6.1.3.5. Control de plagas y enfermedades

No se efectuó ningún tipo de control de plagas y enfermedades, dado a que no existió ningún daño que ameritara el mismo.

6.1.3.6. Fertilización

Con el propósito de llevar a cabo el experimento bajo condiciones de manejo similares a las utilizadas por los agricultores del lugar, no se realizaron aplicaciones de ningún tipo de fertilizante.

6.1.3.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, apoyado con piocha, azadón y machete. Esta consistió en la extracción de la raíz tuberosa desarrollada por la planta de jícama.

6.1.4. Factores a estudiar y variables respuesta

Para obtener la información se registraron datos sobre 10 plantas, las cuales fueron tomadas al azar de cada unidad experimental. Para ello fue necesario del auxilio de algunas herramientas, en el caso de variables cuantitativas fue necesario el uso de cinta métrica, regla, balanza de monoplato, vernier y en las variables cualitativas se hizo uso de la observación directa, tabla de colores Munsell, navaja, tacto, entre otros.

Las variables cualitativas y cuantitativas tomadas en cuenta para el estudio de caracterización, se describen en los cuadros 3 y 4 respectivamente. Los estados de cada carácter, unidades de medida y fases del cultivo en el que se registraron, se especifica en el descriptor de (*Pachyrrhizus erosus* L.), el cual se observa en el apéndice.

Cuadro 3. Lista de variables cualitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) Urban en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

No	TIPO DE CARÁCTER	No.	TIPO DE CARÁCTER
	Caracteres del tallo		Caracteres de la vaina
1	Hábito de crecimiento	19	Pubescencia de vainas inmaduras
2	Pubescencia del tallo	20	Pubescencia de vainas maduras
3	Color del tallo	21	Color de la vaina inmadura
		22	Color de la vaina madura
	Caracteres de la hoja	24	Intensidad de constricción de la vaina
4	Forma del foliolo central	25	Curvatura de la vaina
5	Tipo de margen del foliolo central	26	Dehiscencia de la vaina madura
6	Tipo de lóbulo del foliolo central		
7	Pubescencia en la base del foliolo central		Caracteres de la semilla
8	Características de la base foliolo central	27	Forma de la semilla
9	Características del ápice del foliolo central	28	Color de la semilla
10	Simetría de los folíolos laterales	29	Brillo de la semilla
11	Forma de los folíolos laterales		
12	Características del ápice de folíolos laterales		Caracteres de la raíz
13	Características de la base folíolos laterales	30	Textura de la peridermis
14	Relación con el foliolo central	31	Defectos de la superficie de la raíz
15	Color de la hoja madura	32	Grosor de la peridermis
		33	Forma de la raíz
	Caracteres de la flor	34	Facilidad de cosecha
16	Forma del cáliz	35	Dureza de la pulpa
17	Pubescencia de los sépalos	36	Textura de la pulpa
18	Color de la corola	37	Color de la pulpa

Cuadro 4. Lista de variables cuantitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) Urban en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

No	TIPO DE CARACTER	No.	TIPO DE CARACTER
	Caracteres del tallo		Caracteres de la semilla
1	Largo del tallo principal (m)	46	Largo de la semilla (cm)
2	Largo de la guía más larga al momento cosecha (m)	47	Ancho de la semilla (cm)
3	Número de guías secundarias	48	Relación ancho/largo de la semilla (cm)
4	Número de nudos del tallo mas largo	49	Grosor de la semilla (mm)
5	Longitud del entrenudo (cm)		
6	Diámetro del entrenudo (cm)		Caracteres de la raíz
		50	Perímetro de la raíz (cm)
	Caracteres de la hoja	51	Diámetro de la raíz (cm)
7	Largo del foliolo central (cm)	52	Largo de la raíz (cm)
8	Ancho foliolo central (cm)	53	Relación diámetro largo de la raíz (cm)
9	Relación ancho largo foliolo central	54	Largo de la prolongación de la raíz (cm)
10	Largo del foliolo lateral derecho (cm)	55	% de agrietamiento de raíz
11	Ancho foliolo lateral derecho (cm)	56	% de raíces dañadas por barrenadores
12	Relación ancho largo foliolo lateral derecho		
13	Largo foliolo lateral izquierdo (cm)		Caracteres agronómicos
14	Ancho foliolo lateral izquierdo (cm)	57	Días a germinación
15	Relación ancho largo foliolo lateral izquierdo	58	% de germinación
16	Largo del raquis de la hoja (cm)	59	Días a formación de plántula
17	Largo del pedúnculo de la hoja (cm)	60	Días a formación de guías
18	Largo del peciolo de la hoja (cm)	61	Días a inicio de inflorescencia
19	Largo del peciolulo (mm)	62	Días a plena floración
20	Número de hojas por planta (momento cosecha)	63	Días a formación de fruto
		64	Días a plena fructificación
	Caracteres de la inflorescencia	65	Días a maduración de vainas
21	Número de inflorescencias por planta	66	Producción de vainas por planta (gr)
22	Número de ramas con inflorescencia	67	Peso de 100 semillas (gr)
23	Número de inflorescencias por rama	68	Número de semillas por kilogramo
24	Largo de la inflorescencia (cm)	69	Rendimiento de semilla (kg/ha)
25	Largo del raquis de la inflorescencia (cm)	70	Rendimiento de semilla por planta fértil (kg/ha)
26	Largo del pedúnculo de la inflorescencia (cm)	71	Producción grano normal/planta (gr)
27	Número de racimos por inflorescencia	72	Producción grano anormal/planta (gr)
28	Número máximo de racimos por inflorescencia	73	Relación grano normal por vaina (gr)
29	Número mínimo de racimos por inflorescencia	74	Relación grano normal/grano anormal
30	Número de racimos fértiles por inflorescencia	75	Peso de raíz por planta (gr)
31	Número de botones por racimo	76	Rendimiento de raíz (kg/ha)
32	Número máximo de botones por inflorescencia	77	% de raíces grandes
33	Largo de los pedicelos (cm)	78	% de raíces medianas
		79	% de raíces pequeñas

Continuación cuadro 4.

	Caracteres de la flor	80	% de materia seca en raíces
34	Largo de la flor (cm)	81	% de agua en raíces
35	Largo del cáliz (cm)	82	Rendimiento de materia seca de raíces (kg/ha)
36	Largo del estandarte (cm)	83	Grados brix
37	Ancho del estandarte (cm)	84	Días a la cosecha
38	Largo de las alas (cm)		
39	Ancho de las alas (cm)		
	Caracteres de la vaina		
40	Largo de la vaina (cm)		
41	Ancho de la vaina (cm)		
42	Relación ancho/largo de la vaina (cm)		
43	Producción media de vainas por planta		
44	Número de semillas por vaina		
45	Porcentaje de plantas fértiles		

6.2. ANALISIS DE LA INFOMACION

Una vez tabulados los datos, se procedió a la creación de un archivo electrónico de los mismos; finalmente fueron procesados en el paquete estadístico SAS ® (Statistical Analysis System) versión 6.12.

6.2.1. Variables cualitativas

En cuanto a las variables cualitativas, éstas se tabularon en un cuadro resumen (cuadro 7), debido a que mostraron un comportamiento uniforme en ambas localidades y que permanecen constantes en toda las repeticiones, por lo cual se concluye que no hay diferencias dentro de los cultivares, sino solamente entre ellos.

6.2.2. Variables cuantitativas

6.2.2.1. Andeva

Se realizaron análisis de varianza por cada localidad. Sin embargo, para fines de interpretación, solamente se consideraron las variables de rendimiento, debido a que son las que se utilizan

como criterio para seleccionar los materiales promisorios. Los resultados se muestran en el cuadro 8).

Adicionalmente, se efectuaron los análisis combinados (Serie de experimentos en el espacio).

6.2.2.2. Análisis combinado

Para determinar con mayor grado de exactitud el comportamiento de los materiales evaluados se realizó un análisis de varianza combinado (incluyendo ambas localidades donde se establecieron los ensayos) para 84 variables cuantitativas (cuadro 4) y prueba de medias Tukey solamente para cultivos. El modelo estadístico para llevar a cabo el análisis del efecto de la localidad (análisis combinado) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + L_i + B_{k(i)} + T_j + LT_{ij} + E_{ijk}$$

- Donde:
- Y_{ijk} = Características observadas en la localidad i , en el bloque j , en el tratamiento k .
 - M = Efecto de la media general
 - L_i = Efecto de la i -ésima localidad
 - $B_{k(i)}$ = Efecto del k -ésimo bloque dentro de la localidad i -ésima
 - T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento
 - LT_{ij} = Efecto de la interacción del j -ésimo tratamiento y la i -ésima localidad.
 - E_{ijk} = Efecto del Error experimental ijk -ésima unidad experimental.

6.2.2.3. Clasificación por medio de fenogramas (Cluster)

Para determinar el grado de similitud o afinidad que existe entre los cultivos de jícama en ambas localidades donde se realizó el experimento, se procedió a obtener el análisis de conglomerados (cluster) para todos los promedios de las variables cuantitativas (cuadro 4), representado en un modelo gráfico denominado fenograma o dendograma (figuras 3, 4 y 5) Los cuales definen el grado de similitud entre los cultivos. Este procedimiento se realizó para cada localidad y luego en forma conjunta.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Variables cuantitativas

En el cuadro 5, se muestran los resultados de los análisis de varianza practicados a las variables cuantitativas.

Cuadro 5: Variables cuantitativas y el resultado del análisis de varianza (combinado) para el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (*P. erosus* (L.) en los municipios de San Andrés y San José, Petén

VARIABLE	F (y significancia) CULTIVARES	F (y significancia) LOCALIDADES	F (y significancia) INTERACCION	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
Longitud tallo principal	31.35 **	40.8 **	7.21 **	7.52
Largo guía más larga	33.36 **	6.54 *	1.24 N.S.	13.53
# Guías secundarias	4.56 **	0.05 N.S.	2.4 *	15.77
# Nudos tallo más largo	47.28 **	0.07 N.S.	1.39 N.S.	10.02
Longitud entrenudo	4.31 **	0.29 N.S.	0.73 N.S.	16.49
Diámetro del entrenudo	2.10 NS	0.58 N.S.	0.83 N.S.	12.66
Largo foliolo apical	7.12 **	4.54 *	4.81 **	9.46
Ancho foliolo apical	10.84 **	13.64 **	3.11 **	8.26
Relación ancho/largo foliolo central	4.36 **	1.79 N.S.	2.00 N.S.	9.98
Largo foliolo lateral derecho	1.69 NS	1.95 N.S.	0.95 N.S.	8.97
Ancho foliolo lateral derecho	1.77 NS	2.36 N.S.	1.33 N.S.	1.9
Rel. ancho/largo foliolo lateral derecho	1.31 NS	0.4 N.S.	0.75 N.S.	7.36
Largo foliolo lateral izquierdo	1.95 NS	0.84 N.S.	1.14 N.S.	7.35
Ancho foliolo lateral izquierdo	3.28 **	4.35 *	0.9 N.S.	7.59
Rel. ancho/largo foliolo lateral izquierdo	1.23 NS	1.9 N.S.	0.81 N.S.	7.82
Largo del ráquis de la hoja	6.13 **	18.35 **	2.24 *	10.41
Largo del pedúnculo de la hoja	4.8 **	12.98 **	2.55 *	10.93
Largo del pecíolo de la hoja	4.20 **	0.34 N.S.	0.84 N.S.	8.73
Largo del peciolulo	4.63 **	0.43 N.S.	0.43 N.S.	8.77
# de hojas por planta	12.97 **	2.77 N.S.	1.22 N.S.	17.63
# Inflorescencias por planta	19.87 **	0.34 N.S.	2.23 N.S.	21.27
# Ramas por Inflorescencia	4.17 **	1.62 N.S.	0.65 N.S.	33.4
# Inflorescencias por rama	8.69 **	11.93 **	3.74*	17.53
Largo de la Inflorescencia	89.61 **	5.68 *	5.03 **	8.94.
Largo del ráquis de la inflorescencia	100.3 **	10.43 **	1.52 N.S.	11.24
Largo del pedúnculo de la inflorescencia	13.73 **	14.8 **	2.73 *	13.91
# Racimos por inflorescencia	47.77 **	9 **	3.84 **	13.31
# Máximo de racimos por inflorescencia	31.86 **	4.6 *	1.88 N.S.	9.82
# Mínimo de racimos por inflorescencia	46.74 **	17.78 **	6.24 **	32
# Racimos fértiles por inflorescencia	51.54 **	0.08 N.S.	4.03 **	15.8
# Botones por racimo	18.57 **	2.54 N.S.	2.37	13.69
# Máximo de botones por inflorescencia	30.92 **	0.06 N.S.	2.53 *	15.69
Largo de los pedicelos	23.37 **	16.11 **	2.04 N.S.	8.96
Largo de la flor	1.54 NS	1.62 N.S.	0.41 N.S.	11.54
Largo del cáliz	18.2 **	20.95 **	4.12 **	5.83
Largo del estandarte	3.71 **	11.84 **	1.6 N.S.	6.13
Ancho del estandarte	4.98 **	1.1 N.S.	1.89 N.S.	8.54
Largo de las alas	3.18 **	5.82 *	0.28 N.S.	7.35

Continuación cuadro 5.

Ancho de las alas	2.71 *	0.15 N.S.	0.6 N.S.	9.37
Longitud de la vaina	8.48 **	0.09 N.S.	3.62 **	6.73
Ancho de la vaina	6.91 **	5.75 *	1.27 N.S.	8.38
Relación ancho/largo longitud de la vaina	6.32 **	10.5 **	0.6 N.S.	9.18
Producción vainas/planta	21.5 **	8.64 **	3.79 **	13.45
# Semillas por vaina	2.54 *	2.35 N.S.	1.93 N.S.	5.15
Porcentaje de plantas fértiles	70.93 **	0.88 N.S.	1.33 N.S.	12.99
Longitud de la semilla	7.69 **	3.75 N.S.	1.04 N.S.	6.7
Ancho de la semilla	9.49 **	1.09 N.S.	0.46 N.S.	5.22
Relación ancho/longitud de semilla	4.11 **	0.48 N.S.	0.47 N.S.	7.41
Grosor de la semilla	35.71 **	23.08 **	13.5 **	4.44
Perímetro de la raíz	1.38 NS	11.66 **	0.35 N.S.	13.59
Diámetro del tubérculo	1.41 NS	7.56 **	0.81 N.S.	12.11
Largo de la raíz	5.56 **	10.39 **	1.35 N.S.	10.35
Relación diámetro/largo de la raíz	12.21 **	0.1 N.S.	0.71 N.S.	9.57
Largo de la prolongación de la raíz	2.74 *	26.21 **	5.32 **	12.13
Porcentaje de agrietamiento de raíces	3.6 **	19.91 **	4.25 **	55.79
Porcentaje de daño por barrenador	5.47 **	2.3 N.S.	4.57 **	51.54
Días a germinación	22.09 **	43.69 **	3.13	5.57
Porcentaje de germinación	3.04 *	51.7 **	7.72 **	5.53
Días a formación de plántula	27.02 **	77.62 **	3.27 **	3.55
Días a formación de guías	49.8 **	271.76	8.57 *	2.8
Días a inicio de inflorescencia	124.99 **	7.46 **	6.14 **	3.38
Días a plena floración	188.51 **	27.59 **	7.63 **	2.4
Días a formación del fruto	541.19 **	25.9 **	7.34 **	2.55
Días a plena fructificación	54.31 **	31.24 **	5.48 **	2.2
Días a maduración de vainas	44.89 **	67.42 **	2.55 *	1.59
Peso de vainas por planta	126.02 **	38.16 **	19.07 **	7.55
Peso de 100 Semillas	31.54 **	4.54 *	3.41 **	5.44
# de semillas por kilogramo	25.59 **	1.49 N.S.	3.87 **	5.56
Rendimiento semilla por hectárea	59.13 **	9.35 **	9.64 **	13.95
Rendimiento semilla por planta	157.28 **	59.29 **	39.02 **	4.57
Grano normal por planta	28.39 **	1.08 N.S.	2.88 *	19.2
Grano anormal por planta	9.58 **	6.24 *	1.73 N.S.	55.15
Relación grano normal/vaina	1.74 NS	4.8 *	1.69 N.S.	17.23
Relación grano normal/anormal	45.32 **	4.91 *	1.66 N.S.	22.12
Peso de raíz por planta	5.29 **	3.61 N.S.	0.51 N.S.	20.58
Rendimiento de raíz por hectárea	5.61 **	3.45 N.S.	0.48 N.S.	20.84
Porcentaje raíces grandes	1.15 NS	0.02 N.S.	1.6 N.S.	43.83
Porcentaje raíces medianas	4.45 **	7.49 N.S.	1.07 N.S.	27.55
Porcentaje raíces pequeñas	2.57 *	3.8 N.S.	0.36 N.S.	29.51
Porcentaje materia seca	3.93 **	9.67 **	3.92 **	15.54
Porcentaje de agua	5.51 **	10.39 **	4.85 **	1.41
Materia seca	3.08 **	10.7 **	1.09 N.S.	23.54
Azúcar grados brío	2.02 NS	1.04 N.S.	0.53 N.S.	14.84
Días a la cosecha	49.02 **	8.48 **	3.91 **	1.81

(*) : Significativo al 5% de probabilidad

(**) : Significativo al 1% de probabilidad

Por otra parte, se realizaron pruebas de Tukey para los casos en que se encontraron diferencias significativas. Los resultados se resumen en el cuadro 8.

Para la variable longitud del tallo principal, se detectaron diferencias significativas entre localidades y entre cultivares, lo mismo que interacción entre localidad y cultivar. La mayor longitud la presentó el cultivar EC254 (Petén), siendo de 0.63 m y 0.81 m. para las localidades de San Andrés y San José respectivamente. Para la longitud de la guía más larga se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y no existe interacción entre localidades y cultivares; en San Andrés el largo promedio de la guía más larga es de 0.75 m con un rango de 0.54 m a 1.24 m, éste último valor corresponde al cultivar EC254. En San José el promedio fue de 0.81 m con un rango de 0.60 m a 1.36 m, el cual corresponde al cultivar EC254.

El número de guías secundarias no mostró significancia entre localidades pero sí entre cultivares y existe interacción entre localidad y cultivar a un grado de significancia del 5%. Para esta variable, existe un grupo formado por los cultivares EC572, EC201, EC254, EC564 y EC256. El valor más alto (5 guías), corresponde al cultivar EC572.

En la variable número de nudos del tallo más largo no existen diferencias entre localidades, si entre cultivares y no hay interacción significativa de localidad con cultivar. El cultivar que presentó el valor más alto (15.33) fue EC254, seguido por el EC255 con un valor de 12.83. En cuanto al diámetro del entrenudo no existió significancia entre localidades, entre cultivares y no existe interacción entre localidad y cultivares.

El largo del foliolo central presentó diferencia significativa entre localidades bajo estudio, observando un rango de 7.37 a 10.07 cm, encontrando que el mayor promedio lo tuvieron los cultivares: EC254, EC255, EC120G y EC572.

En relación al ancho del foliolo central existen diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y hay interacción entre localidad y tratamiento. De acuerdo a la prueba de Tukey, se define un grupo formado por los materiales EC255, EC572, EC204G y EC254, con los mayores promedios. Para la relación ancho largo del foliolo central existe significancia entre cultivares; el comportamiento de los cultivares es muy parecido y entre el grupo con mayor promedio no aparecen los cultivares EC120G, EC254 y EC594.

Se considera que en cuanto a las variables largo del foliolo lateral derecho e izquierdo, ancho del foliolo lateral derecho, la relación ancho/largo del foliolo lateral derecho, la relación ancho/largo foliolo lateral izquierdo, el largo de la flor, número de semillas por vaina, perímetro de la raíz, diámetro del tubérculo, grano normal por vaina, % de raíces grandes y grados brix; los cultivares son iguales ya que no existió diferencia significativa entre localidades, ni entre cultivares ni tampoco interacción. En relación al ancho del foliolo lateral izquierdo existe significancia al 5% entre localidades y al 1% entre cultivares. Al aplicar la prueba de Tukey, solamente el cultivar EC594 es distinto a los demás.

En el largo del raquis de la hoja, se detectaron diferencias significativas entre localidades, así como entre cultivares. También hay interacción entre localidades y cultivares. Se define un grupo con los mayores valores formado por los cultivares EC256, EC254, EC572 y EC255, siendo el valor más alto para el cultivar EC256 con 4.32 cm.

Para el largo del pedúnculo de la hoja, se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y así mismo interacción (significancia 5%) entre localidades y cultivares. El valor más alto lo presenta el cultivar EC564 con 7.15 cm. Para el largo del pecíolo de la hoja existe significancia entre cultivares y el valor más alto lo presenta el cultivar EC256 con 9.9 cm.

En la variable largo del pedicelo, existe significancia entre cultivares definiendo que todos son iguales excepto el EC201, EC564 y el EC594.

De acuerdo al número de hojas por planta los cultivares son diferentes formando tres grupos, siendo los de mayor promedio: EC255, EC254 y EC572 con valores de 40, 37 y 36 hojas por planta respectivamente.

Existe significancia entre cultivares para el número de inflorescencias por planta, formando un grupo con mayor promedio los cultivares EC255, EC254, EC594 y EC120G. Para el variable número de ramas por inflorescencia el cultivar EC256 es distinto a los demás que forma un gran grupo ya que presenta el valor de una rama por inflorescencia.

El número de inflorescencias por rama muestra diferencias significativas (al 5%) entre localidades, entre cultivares (al 1%) y si existe interacción al 1%. Se define un grupo con mayor promedio formado por los cultivares: EC255, EC254, EC594, EC204G y EC564; correspondiendo el valor más alto de 2.48 al cultivar EC255. En cuanto al largo de la inflorescencia el promedio mayor lo tuvo únicamente el cultivar EC256 con 39.4.

La variable largo del raquis de la inflorescencia, mostró significancia entre localidad y entre cultivares, pero no existe interacción entre localidad y cultivar. El mayor valor lo obtuvo solamente el material EC256 con 25.09 cm.

Para el largo del pedúnculo de la inflorescencia existen diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y existe interacción al 5%. El mayor promedio lo tienen los cultivares EC564 y EC1206 con 17.33 y 15.1 cm. respectivamente.

El número de racimos por inflorescencia presenta diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y así mismo hay interacción entre localidad y cultivar. El promedio mayor lo tienen los cultivares EC254 y EC255 con 12.17 y 11.55 respectivamente.

En el número máximo de racimos por inflorescencia se encontraron diferencias significativas entre localidades y entre cultivares. No se detectó interacción y los cultivares con el mayor promedio fueron: EC256, EC254 y EC255. Para el número mínimo de racimos por inflorescencia se detectaron diferencias significativas entre localidades, cultivares, así como interacción; el grupo con mayor promedio lo forman los cultivares EC255 y EC254.

El número de racimos fértiles por inflorescencia indica que no existen diferencias significativas entre localidades, pero sí entre cultivares. Sí existe interacción y de acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento que es distinto a los demás es el EC254, el cual tiene el mayor valor 7.37.

El número de botones por racimo indica que no existen diferencias significativas entre localidades, pero sí entre cultivares. Existe interacción, pero solamente al 5%; se define un grupo con mayor promedio formado por los cultivares EC254, EC572 y EC255.

El número máximo de botones por racimo no muestra significancia entre localidades, pero sí entre cultivares. Existe interacción, pero solamente al 5%. El cultivar con el mayor promedio es el EC254 con 77.39

En la variable largo de los pedicelos se detectaron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, y la interacción solamente fue significativa al 5%. Los tres cultivares con mayor promedio para esta variable fueron: EC256, EC594 y EC254, con valores de 0.77, 0.69 y 0.67 cm.

Para el largo del cáliz se detectaron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, y la interacción. Los tres cultivares que presentaron un mayor promedio fueron EC120G, EC594 y EC204G con valores de 1.2, 1.15 y 1.13 cm. respectivamente.

En la variable largo del estandarte se detectaron diferencias significativas entre localidades y entre cultivares. No existe interacción y casi todos los cultivares son iguales, excepto el EC255 y el EC256. Para el ancho del estandarte solamente se encontraron diferencias significativas entre los cultivares y se obtuvo que el grupo con los mayores promedios fue formado por los cultivares EC120G, EC1201, EC256 y EC572.

Para el caso de la variable largo de las alas, en el cuadro 10 puede observarse que las diferencias entre localidades solamente son significativas al 5%, sí son significativas para cultivares y no existe interacción. Al realizar la prueba de medias, se obtuvo que casi todos los cultivares forman el mismo grupo, con la única excepción del cultivar EC564. Para el ancho de las alas solo existe significancia entre cultivares y solamente el cultivar EC255 es diferente para esta variable.

En relación a la longitud de la vaina, se deduce que no hay diferencias significativas entre localidades, pero sí entre cultivares y en la interacción. Todos los cultivares, excepto el EC255, EC256 y el EC594 son iguales para esta variable y el valor más alto lo presenta EC120G con 13.44 cm.

Para el ancho de la vaina se encontraron diferencias significativas únicamente al 5% entre localidades, al 1% entre cultivares y no existe interacción. Se define que el grupo con el mayor promedio está formado por los cultivares EC254, EC255, EC120G, EC564 y EC572.

La relación ancho/largo de la vaina muestra diferencias significativas para localidades y tratamientos, pero no para interacción. El grupo con mayor promedio para esta variable está formado por los cultivares EC255, EC254, EC594 y EC254.

En cuanto a la producción de vainas por planta, existen diferencias significativas entre localidades, cultivares y la interacción. Los dos cultivares con mayor promedio para esta variable son el EC255 y el EC254, con 45.72 y 44.19 respectivamente.

El porcentaje de plantas fértiles muestra diferencias significativas para los cultivares, deduciendo que son cuatro los cultivares que formaron el grupo con mayor promedio: EC254, EC594, EC255 y EC564 .

En las variables longitud y ancho así como en la relación ancho/largo de la semilla solamente se encontraron diferencias significativas para los cultivares. Esto da por resultado que el grupo con mayor promedio en longitud está formado por los cultivares EC564, EC120G, EC201 y EC572 mientras que en ancho está formado por los cultivares EC564 y el EC120G; en cuanto a la relación ancho/largo casi todos los cultivares tienen el mismo promedio, excepto el EC572.

Para la variable grosor de la semilla resulta que, existen diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, así como también existe interacción significativa. Los tres cultivares con mayor promedio para esta variable fueron: EC256, EC120G y EC572.

En la variable largo de la raíz se obtuvieron diferencias significativas entre localidades y entre cultivares, pero no hubo interacción. El único material distinto a los demás fue el EC594 ya que presenta el mayor promedio de 11.96 cm.

Para la relación diámetro/largo de la raíz solamente existen diferencias significativas para los cultivares. El grupo con mayor promedio fue formado por los cultivares: EC204G, EC564 y EC254.

En el largo de la prolongación de la raíz se detectaron diferencias entre localidades, existe interacción y existen diferencias entre cultivares solamente al 5%. La prueba de Tukey para los cultivares indica que casi todos tienen el mismo promedio, excepto el EC204G que fue el menor de todos (22 cm.).

En el porcentaje de agrietamiento de raíces se encontraron diferencias significativas al 1% entre localidades, entre cultivares y sí existió interacción. Los tratamientos forman un grupo en el cual solamente quedan fuera los cultivares EC255 y EC254, que tienen los menores porcentajes (7.4 y 3.7 respectivamente).

En la variable porcentaje de daño causado por barrenador no existen diferencias entre localidades, pero sí entre cultivares y sí hay interacción. Existió un grupo con el mayor promedio para esta variable, el cual estuvo formado por los cultivares EC255, EC201, EC254 y EC120G.

En la variable días a germinación se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y también hay interacción. El grupo con el mayor promedio lo formó solamente el cultivar EC256, es decir que el cultivar proveniente de Guatemala (Jutiapa) es el más lento en germinación (11.33 días) y el más breve (7.5 días) es el cultivar EC254, lo cual probablemente se deba a su adaptación en la zona de donde es originario.

Una variable de mucha importancia es el porcentaje de germinación, en el análisis de ésta se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares (solamente al 5%) y entre localidades. Los porcentajes promedio son similares para casi todos los tratamientos, excepto el EC255, que estadísticamente tuvo el promedio más bajo (72.66).

Para la variable días a la formación de plántula los resultados del ANDEVA muestran que sí existen diferencias significativas, tanto entre localidades como entre cultivares, así mismo sí hay interacción. El grupo con mayor promedio lo formaron los tratamientos: EC256 y EC572, es decir que fueron los cultivares que llevaron un período de tiempo mayor para la formación de plántula. De manera similar se sucedió para la variable días a la formación de guías necesitando períodos más prolongados los cultivares EC572, EC256 y EC594 (38, 83, 38.17 y 38 días respectivamente).

En cuanto a los días necesarios para el inicio de la inflorescencia, se detectaron diferencias entre localidades, entre cultivares, lo mismo que interacción. El cultivar que más días necesita es el EC256 (81.17 días) y el que menos tiempo necesita es el cultivar EC201 (50.5 días). De manera similar se presenta la variable días a plena floración, donde puede concluirse que estadísticamente el cultivar más tardío es el EC256 (106 días) y que los más precoces fueron el EC594, EC564 y EL EC201 (83.5, 82.0 y 77.83 días respectivamente).

Para las variables días a formación de fruto y días a plena fructificación, se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y entre la interacción. Estadísticamente, el cultivar que más tarda en formar el fruto (108.67 días) y más tarda en llegar a plena fructificación es el cultivar EC256 (121.17 días). Los que estadísticamente tardan menos en formar el fruto son el EC1206, EC572, EC201, EC594 y EC564 y los que más rápidamente fructifican: EC254, EC564 y EC201.

En la variable días a maduración de vainas se obtuvieron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, pero la interacción solamente fue significativa al 5%. Los cultivares más rápidos fueron el EC572 y el EC254, mientras que el más lento fue el EC256.

En el peso de vainas por planta se obtuvieron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, y la interacción. El material que produce el mayor peso de vainas es el EC254 (130.9 gr.), mientras que el que menos produjo fue el EC201 34.06 gr).

En la variable peso de 100 semillas, las diferencias entre localidades son significativas solamente al 5%, mientras que entre cultivares y la interacción sí son significativas al 1%. Las semillas más pesadas las tienen los cultivares EC564 y EC572 (26.64 y 25.64 gr. respectivamente), mientras que las más ligeras son las de los cultivares EC254, EC201, EC256 y EC594. Contrariamente la mayor cantidad de semillas por kilogramo la obtuvieron los cultivares EC256, EC594 y EC201, mientras que la menor, estadísticamente la obtuvieron el EC120G, EC572 y el EC564.

En el rendimiento de semilla por hectárea, se obtuvieron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, así como interacción. El mayor rendimiento de semilla lo tuvieron los cultivares EC254 (2,153 kg/ha.) y EC564 (1,923 kg/ha.), mientras que el menor correspondió a EC256 (380 kg/ha) y EC201 (238 kg/ha).

Para la variable rendimiento de semilla por planta, se obtuvieron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares, así como interacción. Estadísticamente el menor rendimiento lo tuvo el cultivar EC594 (38.24 gr), mientras que el mayor lo tuvieron el EC255, EC564 y el EC254.

En la variable grano normal por planta, no existen diferencias significativas entre localidades, entre cultivares sí existen y la interacción es significativa solamente al 5%. Los cultivares más productivos son: EC254, EC564 y EC204G. En la producción de grano anormal, los mayores promedios los obtuvieron los cultivares: EC594, EC572, EC1206, EC564.

En la variable relación grano normal/grano anormal, se detectaron diferencias significativas (solamente al 5%) entre localidades, sí existen entre cultivares y no existe la interacción. Los materiales con el mayor promedio estadístico son: EC2046, EC256J y EC201.

En las variables peso de la raíz por planta y rendimiento de raíz por hectárea solamente existen diferencias significativas entre cultivares y estadísticamente los cultivares que menos raíz por planta producen son; EC256, EC2046 y EC594. Mientras que los mayores rendimientos de raíz por hectárea los poseen los cultivares EC572, EC254, EC201, EC120G y EC564, siendo el mayor 36.637 kg/ha) para el cultivar EC572. .

En cuanto al porcentaje de raíces medianas, se detectaron diferencias significativas entre localidades y cultivares. Los cultivares con mayor porcentaje de raíces medianas (de 501 a 1,000 gr.) son EC564, EC572, EC254, EC201 y EC256. Para el porcentaje de raíces pequeñas (de 0 a 500 g.) solamente existió diferencia significativa (5%) entre cultivares y estadísticamente solamente el cultivar EC564 es distinto.

Para las variables porcentaje de materia seca, y porcentaje de agua, se encontraron diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y existe interacción, para la primera variable la mayoría de los cultivares son estadísticamente iguales excluyendo a EC 564, EC256 y EC572, los cuales cuentan con los menores promedios (9.78, 9.14 y 8.47 respectivamente). Para la segunda variable solamente los cultivares EC204G y EC594 no pertenecen al mismo grupo, los cuales cuentan con los menores promedios (88.22 y 86.8 respectivamente).

En cuanto a la variable rendimiento de materia seca, se detectaron diferencias entre localidades, entre cultivares (solamente al 5%) y no existe interacción. Solamente el tratamiento EC256 no pertenece al grupo y tiene el menor valor (2,110 kg/ha). Los demás son estadísticamente iguales y el rendimiento mayor lo posee el cultivar EC572 (3,642 kg/ha).

La variable días a la cosecha mostró diferencias significativas entre localidades, entre cultivares y en la interacción. La prueba indica que el material más precoz es el EC204G, el cual requiere un período de 132 días para llegar a cosecha, mientras que el cultivar EC256, requiere de 155 días.

En general se puede decir que para la mayoría de variables cuantitativas estudiadas, no se presentó influencia del factor localidad debido a que las condiciones climáticas y de suelo son similares para los municipios de San Andrés y San José.

7.2 Variables cualitativas

De acuerdo a los resultados que se presentan en el cuadro 7, las variables cualitativas presentaron un comportamiento uniforme dentro de los cultivares y las localidades. Solamente se encontraron diferencias entre cultivares. De esto se deduce que para éstas variables no existió influencia del factor localidad, debido a que las condiciones climáticas y de suelos son las mismas para los municipios de San Andrés y San José.

Las variables cualitativas que presentaron diferencias entre los materiales analizados en las dos localidades son las siguientes: el hábito de crecimiento siendo el tipo más común el semicompacto, la pubescencia del tallo resalta valores de ralo, denso, moderado y muy denso; sin embargo la predominante es denso. En cuanto al color del tallo es verde para todos los materiales a excepción de EC564 y EC254 que es verde oscuro y verde claro para el cultivar EC256.

La forma del foliolo central es para todos los cultivares deltoide a excepción de los cultivares EC254 y EC594; mientras que la forma del margen del mismo foliolo todos los materiales presentan la forma erosa. Al observar la pubescencia de la base de éste foliolo se marcan dos grupos bien definidos, los de tipo ralo y los de tipo denso y solamente el cultivar EC256 posee pubescencia muy densa.

La variable tipo de lóbulo central o apical: predominan los moderados, aunque existe un material superficial (EC254) y otro muy profundo (EC256).

La base del foliolo apical para todos los materiales es obtusa y el ápice es obtuso.

La simetría del foliolo lateral para todos los casos es de tipo asimétrico, la forma es deltoide, ápice obtuso y la base obtusa.

Variable relación del foliolo lateral con el central: en todos los casos, es más pequeña.

El color de la hoja madura para todos los cultivares es el verde claro a excepción de EC564 y EC120G. La forma forma del cáliz para todos los cultivares es campanulado.

La pubescencia de los sépalos es moderado para todos los materiales a excepción de los cultivares EC254 que es muy denso, EC201 que es muy ralo, así como EC204, EC572 y EC594 del tipo ralo.

Variable color de la corola: el color más común es el violeta. Sin embargo, hay dos materiales que presentan color crema (EC255 y EC256).

Existe pubescencia en las vainas inmaduras en todos los cultivares y el tipo de pubescencia que predomina en vainas maduras es densa y escasamente algunos materiales tienen de forma muy rala

Variable pubescencia de vainas maduras: Es predominante la forma densa, y algunos materiales tienen forma rala (EC255 y EC256).

El color de las vainas inmaduras estadísticamente la moda es el color verde, pero existen materiales con un verde profundo (EC255, EC256, EC204G y EC572).

Para vainas maduras: el color modal es el café, pero existen dos materiales con color "pajizo" (EC255 y EC254).

Para la variable intensidad de constricción de la vaina: la mayoría de materiales presentan intensidad intermedia, siendo los materiales EC255 y EC254 los únicos que presentan una intensidad profunda. En cuanto a la curvatura de la vaina: la mayoría de materiales tienen curvatura ligera. Los materiales EC564 y EC572 la tienen mediana.

La dehiscencia de la vaina madura es una característica que se distribuye en ausente para los materiales EC255, EC254, EC256 y EC594 y presente para el resto de cultivares.

La forma predominante la semilla es la cuboide, pero existen los tipos redondo (EC256) y ovalado (EC255, EC254 y EC594).

El color predominante de la semilla café amarilloso, con algunos materiales rojos (EC256 y EC254).

Para el brillo de la semilla la moda estadística es intermedia, existiendo materiales con tipo brillante (EC255, EC256 y EC254).

El tipo predominante de textura de peridermis es el "morroñoso", pero hay tres materiales que tienen textura lisa (EC256, EC572 y EC594).

En cuanto a defectos en la superficie de la raíz, todos los materiales presentan, siendo lo más común hendiduras superficiales. Sin embargo, el material EC120G presentó constricciones profundas.

Variable forma de la raíz: estadísticamente predomina la globulada. El material EC594 tiene forma clavada y los materiales EC255, EC254 y EC204G tienen forma irregular.

7.3 Análisis de conglomerados (Cluster)

7.3.1. Descripción de los fenogramas

Para poder interpretar el fenograma (figuras 3, 4 y 5) 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. Por tanto esta relación determina en cierta medida el parentesco genético entre accesiones y variabilidad observada en cada agrupamiento.

7.3.1.1 Localidad San José

De acuerdo al fenograma, para la localidad de San José (figura 3) se observa que el grupo 1 se divide en dos grandes subgrupos, el grupo A y el grupo B. El grupo A se subdivide en los subgrupos 1A conformado por los cultivares EC 201, EC254 y 120G; el subgrupo 2A está conformado por los cultivares EC204G, EC255, EC564, EC256 y EC594. El grupo B lo conforma únicamente el cultivar EC572.

De lo anterior se deduce que los materiales más parecidos son el EC204G y el EC255 ya que son los que se unen a la menor distancia y ambos se unen posteriormente al EC564. Los primeros dos materiales son originarios de México y Guatemala (Petén) respectivamente, mientras que el tercero procede de China.

El siguiente grupo con caracteres similares lo constituyen los materiales EC201 y EC254 originarios de México y Guatemala (Petén) respectivamente, compartiendo semejanza con el cultivar EC120G proveniente de Guatemala.

Por otra parte es ampliamente notorio que el grupo B está definido por el cultivar EC572, el cual presenta características particulares al resto de materiales y es el que proporcionó el mayor rendimiento de raíz por hectárea de los nueve.

Otros caracteres que lo hacen diferente lo constituye; el mayor número de guías secundarias (5) así como el período más largo para la formación de las mismas (38.82 días), el mayor número de ramas por inflorescencia (2.67), el menor tamaño de la inflorescencia (15.66 cm.), el menor

número de racimos por inflorescencia (4.05), el menor número de racimos fértiles por inflorescencia (2.02), el menor valor de la relación largo/ancho de la semilla (0.78).

Sumado a lo anterior se pueden mencionar algunas características cualitativas como el hábito de crecimiento compacto-arbustivo y la dureza de la pulpa (cuadro 9).

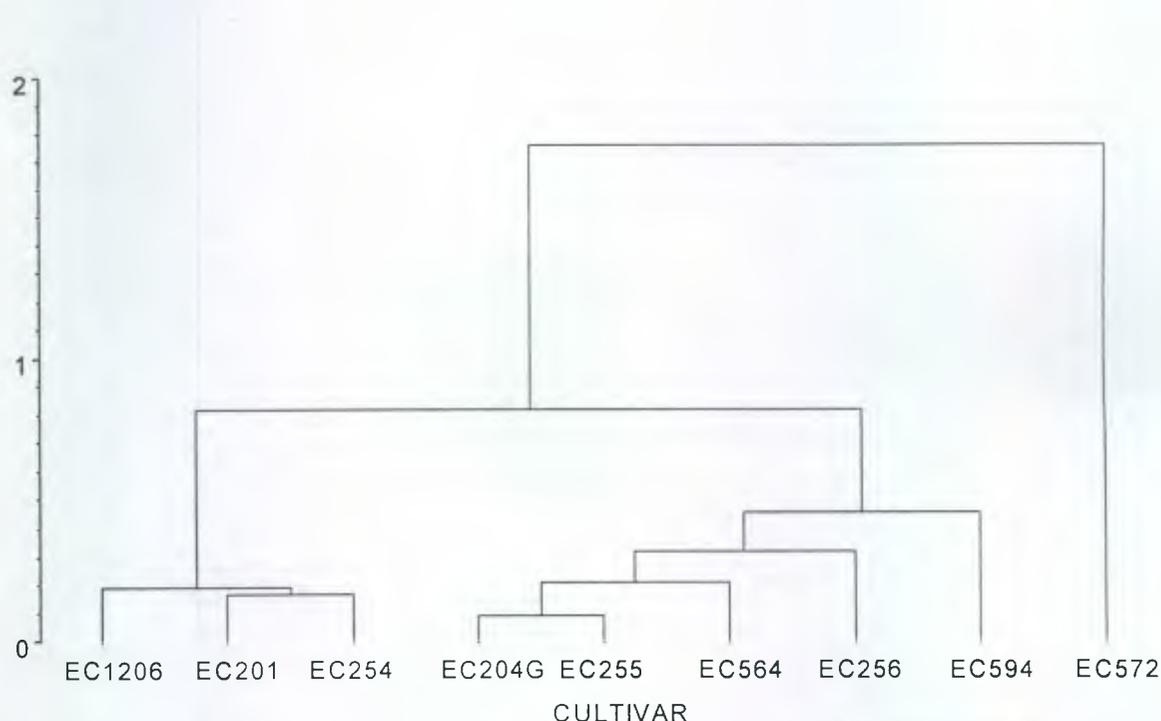


Figura 3. Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urban), para la localidad de San José, Petén.

7.3.1.2 Localidad San Andrés

En la figura 4 puede observarse que en la localidad de San Andrés, los cultivares más parecidos ya que comparten un mayor número de caracteres similares son el EC120G y el EC564 (provenientes de Guatemala y China respectivamente). Estos se unen luego al EC201 y forman el subgrupo 1A. El subgrupo 2A lo forman los cultivares EC254 y EC572.

En el brazo derecho donde se conforma el subgrupo B, los dos más parecidos fueron el EC204G y el EC256 (provenientes de México y Guatemala-Petén respectivamente), los cuales posteriormente se unen a los materiales EC255 y EC594.

De lo anterior se nota que el cultivar más diferenciado del resto fue el EC594, que se unió al resto en el penúltimo nivel del agrupamiento. Los rendimientos para esta localidad resultaron no ser significativos en el Andeva. Por esta razón es que hay diferencias en el agrupamiento respecto a la otra localidad (San José).

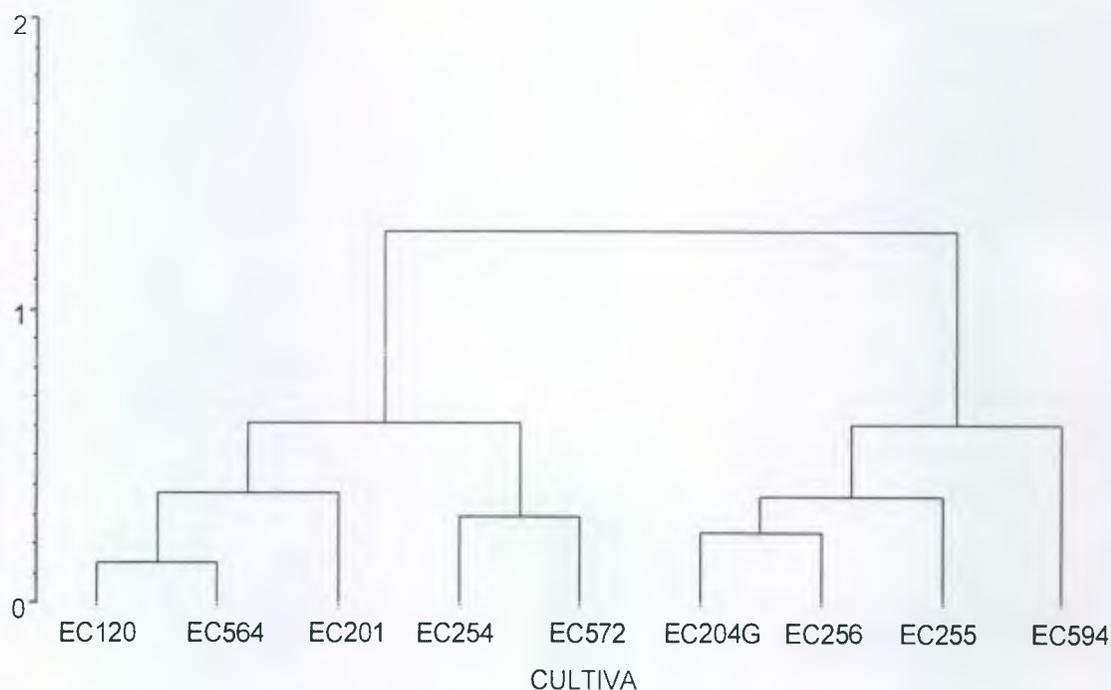


Figura 4. Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (*Pachyrrhizus erosus* L. Urban), caracterizados en el municipio de San Andrés, Petén.

7.3.1.3 Fenograma conjunto (ambas localidades)

Al analizar el fenograma (figura 5) se observa que el grupo 1 se divide en dos subgrupos (A y B) el subgrupo A a la vez se divide en dos subgrupos: el subgrupo 1A formado por los cultivares EC120G, EC564 y éstos se unen al EC201. El subgrupo 2A formado por los cultivares EC204G, EC256, EC255 y EC594. El subgrupo B se presenta conformado por el cultivar EC572.

De acuerdo al diagrama de árbol que se obtuvo, el material que es diferente a todos los demás (el más distinto) fue el EC572 el cual es originario de Tailandia. Por otra parte, los dos cultivares más parecidos fueron el EC120G y el EC201, los cuales son originarios de Guatemala y México

respectivamente. El grupo formado por estos dos, se une posteriormente al EC254 y este nuevo grupo se une al EC564.

Hay una segunda ramificación en la cual aparecen los cultivares EC204G y EC256 como los más parecidos, que luego se unen al EC255 y finalmente al EC594.

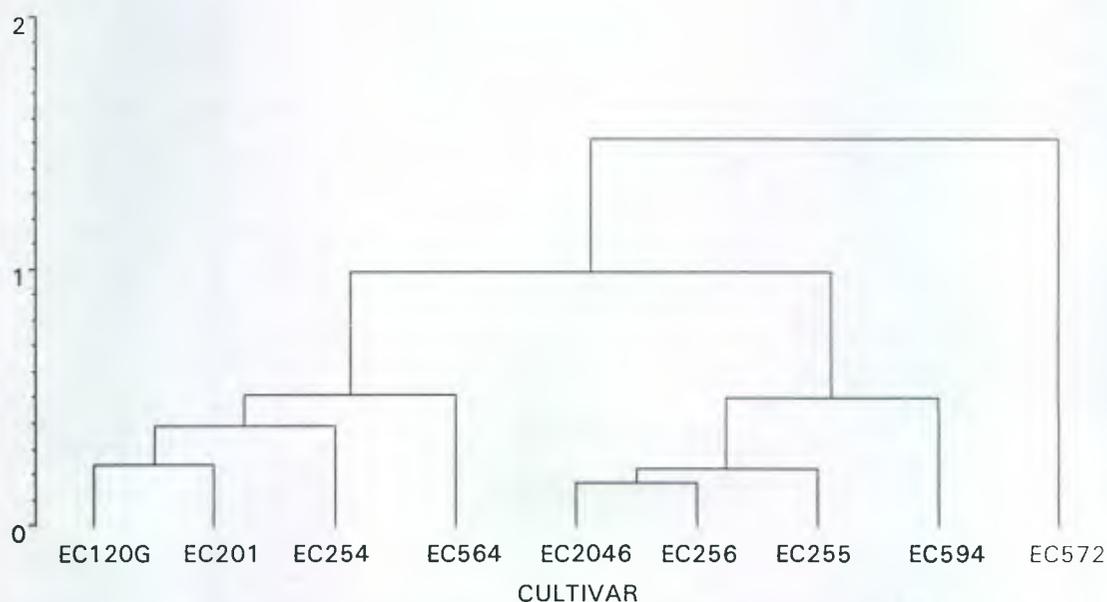


Figura 5. Análisis de grupos para 9 cultivares de jícama (*Pachyrrhizus erosus* L. Urban), caracterizados en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

7.4 Materiales promisorios

Para efectos de este trabajo, y en congruencia con trabajos semejantes realizados con anterioridad, se definieron como indicadores de potencial promisorio las variables: Rendimiento de raíz por hectárea y peso de raíz por planta. En tal sentido, se tienen los siguientes resultados:

7.4.1 Localidad San José

Como se observa en el cuadro 7, en la localidad de San José, se obtuvo que existieron diferencias significativas en el análisis de varianza para cultivares ($F=6.92$, significativa al 1% de probabilidad). De acuerdo a la prueba de Tukey, los cultivares con mayor rendimiento en esta localidad fueron el EC572, EC254, EC201 y EC120G. Por otra parte, el menor rendimiento lo tuvo el EC594.

En cuanto a la variable peso de raíz por planta para la misma localidad (cuadro 7) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($F=6.67$, significativa al 1% de probabilidad). La prueba de Tukey realizada mostró que los mejores promedios los tuvieron los cultivares EC572, EC254, EC120G y EC201, lo que concuerda perfectamente con los datos de rendimiento de raíz por hectárea.

Cuadro 6. Resultados de la prueba de Tukey para las variables rendimiento de raíz por hectárea y rendimiento de raíz por planta en la localidad San José, Petén.

VARIABLE					
RENDIMIENTO DE RAÍZ (kg./ha)			PESO DE RAÍZ/PLANTA (g.)		
CULTIVAR	PROMEDIO	GRUPO TUKEY	CULTIVAR	PROMEDIO	GRUPO TUKEY
EC572	38737	A	EC572	818.16	A
EC254	28752	A B	EC254	696.8	A B
EC201	28161	A B	EC120G	598.77	A B C
EC120G	27242	A B	EC201	598.27	A B C
EC564	23371	B	EC255	533.2	B C
EC204	21931	B	EC256	498.36	B C
EC255	21467	B	EC564	493.62	B C
EC256	21014	B	EC204G	473.87	B C
EC594	18292	B	EC594	391.36	C

7.4.2 Localidad San Andrés

En esta localidad los resultados del análisis de varianza fueron no significativos, es decir, que estadísticamente el rendimiento de raíz por hectárea fue el mismo.

La variable peso de raíz por planta resultó no ser significativa en el Andeva ($F=1.69$).

7.4.3 Resultados para ambas localidades

Según los promedios de rendimiento de raíz en kilogramos por hectárea y peso de raíz por planta en gramos, se tiene que estadísticamente, los mejores rendimientos, en orden descendente los presentaron los materiales EC572 (36637), EC254 (31705), EC201 (29810), EC120G (28661) y EC564 (26683). El menor promedio lo tuvo el cultivar EC594 (19285). En cuanto a la variable peso de raíz por planta, los resultados son semejantes: EC572 (769.74), EC254 (765.53), EC201 (641.95), EC120G (614.08) y EC255 (601.03). El menor promedio lo tuvo el cultivar EC594 (421.33).

De acuerdo son los resultados de ambas localidades, destaca el cultivar EC572, seguido por el EC254, que en ambas tuvieron los mejores resultados, tanto de rendimiento de raíz por hectárea como de peso de raíz por planta.

7.4.3.1. Cultivar EC572

Es un cultivar proveniente de Tailandia cuya semilla es de color café-amarillo, el tallo principal en promedio de 0.47 m de largo, con 5 guías secundarias y un período de formación de las mismas de 39 días, su hábito de crecimiento es compacto arbustivo, la longitud del entrenudo es de 10.38 cm., requiere de 84 días para llegar a plena floración, 101 días para la fructificación y de 142 para la cosecha, posee un promedio de 3 ramas por inflorescencia, el largo de ésta última es de 15.66 cm, posee cuatro racimos por inflorescencia de los cuales dos son fértiles, el largo del cáliz es de 1.05 cm. y la corola es de color violeta, tiene una producción de 26 vainas por planta, el rendimiento de semillas es de 865 kg/ha y el de raíz es de 36,637 kg./ha., el peso de raíz por planta es de 768 g., la raíz es globulada y su pulpa es dura.

7.4.3.2. Cultivar EC254

Este cultivar proviene de Guatemala y se cultiva básicamente en los municipios de San Andrés y San José; la semilla es de color rojo, requiere de 8 días para su germinación (es la más breve de los materiales evaluados), requiere de 37 días para la formación de guías secundarias contando con 4 de éstas, su hábito de crecimiento es muy disperso, sus hojas son de color verde oscuro, alcanza a tener cinco inflorescencias por planta, el color de la corola es violeta.

El tallo principal posee un promedio de 0.72 m, cuenta con 3 inflorescencias por planta, el número de racimos por inflorescencia es de 12, para llegar a plena floración y fructificación necesita de 78 y 99 días respectivamente, mientras que para la cosecha requiere de 137 días; el ancho de la vaina es de 1.57 cm., la producción de semilla es de 2,153 kg/ha y la de raíz es de 31,705 kg./ha, el peso de raíz por planta es de 766 g., la raíz es de forma irregular, de textura morroñosa y su pulpa es muy suave y dulce.

7.4.3.3. Cultivar EC201

Es un material proveniente de México (Celaya, Guanajuato), la semilla es de color café- amarillo, la cual requiere de 9 días para la germinación y 25 días para la formación de plántula, el hábito de crecimiento es semicompacto y el tallo principal mide 0.48 m. y la guía más larga llega a medir 0.56 m. cuenta con 4 guías secundarias, cuenta con dos inflorescencias por rama, para llegar a plena floración requiere de 70 días, para la fructificación 96 y para cosecha 154 días, la corola es de color violeta.

Tiene una producción de 237.9 kg/ha. De semilla y de 29,810 kg/ha. De raíz, el peso de raíz por planta es de 642 gramos, la forma de ésta es lobulada, la textura de la peridermis es morroñosa y la pulpa es suave.

7.4.3.4. Cultivar EC120G

Este cultivar proviene de Guatemala, su semilla es de color-café amarillo y de forma cuboides, necesita 9 días para germinar y de 30 para la formación de plántula, su hábito de crecimiento es semicompacto, el tallo principal llega a medir 0.48 m. y la guía más larga 0.65 m, cuenta con 4 guías secundarias, posee dos inflorescencias por rama, el cáliz mide 1.2 m y es campanulado, el color de la corola es violeta, requiere de 77 días para llegar a plena floración, 101 día para la fructificación y 147 para la cosecha; produce 1,196 kg./ha. De semilla por hectárea y 28,661 kg/ha. de raíces, el peso de raíz por planta es de 614 g.

La raíz es de forma globulada, la textura de la peridermis es morroñosa, la pulpa es suave y de color crema, el 47% de sus raíces son pequeñas.

7.4.3.5. Cultivar EC564

Este material proviene de China, su semilla es de color café-amarillo y de forma cuboide, requiere de 9 días para la germinación y 30 para la formación de plántula, cuenta con 4 guías secundarias, su hábito de crecimiento es semicompacto, el tallo principal y la guía más larga mide 0.43 y 0.57 m. respectivamente, posee 3 inflorescencias por planta, para llegar a plena floración necesita 73 días, para plena fructificación 97 y para la cosecha 151 días. El cáliz es campanulado y mide 1 cm. de largo. Produce 1,923 kg/ha de semilla y 26,683 kg/ha. de raíz, el peso de raíz por planta es

de 555 g.; la raíz tiene forma globulada, de textura morroñosa y pulpa suave, el 52% de éstas es de tamaño mediano.

7.5.3.6. Cultivar EC255

Proviene de Guatemala y se cultiva en los municipios de San Andrés y San José, Petén; su semilla es de color café amarillo y de forma ovalada, para su germinación necesita un período de 10 días, su hábito de crecimiento es muy disperso por lo que su tallo principal llega a medir 0.58 m., posee 3 guías secundarias y la más larga mide 0.97 m., posee 5 inflorescencias por planta; para llegar a plena floración necesita 82 días, el color de la corola es crema blanca y el cáliz es campanulado, para fructificación necesita 103 días y para la cosecha 151 días.

La producción de semilla es de 1.731 kg/ha, mientras que la de raíz es de 23,675 kg/ha. y el peso de raíz por planta es de 601 gr, el 43% de estas es de tamaño pequeño, de forma irregular de pulpa muy suave y color crema, la textura de la peridermis es morroñosa.

8. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos muestran que existe una variabilidad genética entre los materiales evaluados en las dos localidades. La variabilidad se encontró en la mayoría de variables cuantitativas y cualitativas y todos los cultivares presentaron las características que identifican a la especie Pachyrrhizus erosus L. Urban.
2. En la localidad de San José, el análisis de grupos mostró que los materiales evaluados se unen en tres grandes grupos, el primero formado por los cultivares EC120G, EC201, EC254; el segundo formado por los materiales EC204G, EC255, EC564, EC256, EC594 y el tercer grupo formado en solitario por el material EC572.
3. El análisis de grupos para ambas localidades muestra que los materiales evaluados se dividen en dos grandes conglomerados; el primero formado por los materiales EC120G, EC1201, EC254, EC564; el otro grupo formado por los cultivares EC204G, EC256, EC255 y EC594. El material EC572 fue el que resultó distinto a los demás. En el primer grupo, los dos materiales más parecidos fueron el EC120G y el EC1201. En el segundo grupo, los más parecidos fueron el EC204G y el EC256.
4. Para la localidad de San José, los cultivares promisorios para su cultivo a nivel comercial, debido a su rendimiento son: EC572, EC254, EC201 y EC1206. Por otra parte, el menor rendimiento lo tuvo el EC594.
5. En la localidad de San Andrés, los resultados del análisis de varianza fueron no significativos.

9. RECOMENDACIONES

1. En la localidad de San José, continuar evaluando los cultivares promisorios: EC572, EC254, EC201 y EC1206. En especial se recomienda evaluar prácticas de cultivos, como distanciamientos de siembra, épocas de siembra, fertilización y su posible asocio con otros cultivos.
2. Se recomienda realizar evaluaciones a nivel bromatológico de los materiales promisorios detectados en el presente estudio, con el fin de caracterizar su potencial nutritivo.
3. Se recomienda evaluar todos los cultivares en otras localidades, bajo diferentes condiciones ambientales, para tratar de detectar potencialidades de producción en otros ambientes distintos a los evaluados en el presente estudio
4. Se recomienda realizar una campaña de divulgación y promoción del cultivo de la jícama, como una opción de seguridad alimentaria, dadas las condiciones socioeconómicas tan desfavorables para la mayoría de la población.
5. Por sus características (desarrollo exuberante, grado de producción de semilla etc.), se recomiendan los cultivares de Petén para utilizarlos como abono verde

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ARCE, J.A. 1984. Caracterización de 81 plantas de achiote (Bixa 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. CARRASCOZA, P.A. 1998. Caracterización morfológica y agronómica de 14 cultivares de jícama (Pachyrhizus erosus (L) Urban.), bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya, San Miguel Panam, Suchitepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
3. CATIE (C.R.). 1993. Programa agricultura tropical sostenible; memoria de la semana científica. v. 1, p. 73-74.
4. CRISCI, J.V.; LOPEZ A., M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, EE.UU., OEA. 133 p.
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 5-7.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1981. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 1, p. 558, 754.
7. FAO (Chile). 1993. Valor nutritivo y usos en alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados de Mesoamérica. Santiago de Chile. p. 77, 85-88.
8. GRIJALVA, G.A. 1988. Caracterización agronómica de 166 cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en la finca Sábana Grande, Escuintla, para seleccionar variedades factibles de cultivarse mecanizadamente. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.
9. LEON, J. 1987 Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 282-283.
10. MARQUEZ, J.M. 1992. Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección de la colección de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urban) del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 p.
11. MATTEUCCI, S.; COLMA, A. 1992. Metodología para el estudio de vegetación. Washington, EE.UU., OEA. 168 p. (Monografía no. 22).
12. MORA, Q.A.; MOREA, J.; SORENSEN, M. 1994. Comportamiento de la jícama (Pachyrhizus rosus), bajo diferentes distanciamientos de siembra. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.

13. PINEDA LEON, R. Caracterización morfológica y agronómica de 14 cultivares de jicama (Pachyrrhizus erosus L.), en 3 sitios altitudinales de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
14. PPISCH, F. 1994. Cultivos de actualidad. Revista Agrícola (Gua.) no. 1:30-39.
15. SARAY MESA, C.R. 1980. Influencia de la humedad en rendimiento y forma de la raíz de la jicama (Pachyrrhizus erosus). Tesis Ing. Agr. Chapingo, México, Universidad Autónoma, Departamento de Fitotécnica. p. 19-23.
16. SIMMONDS, N.W. 1976. Evolution of crop plants. Inglaterra, Longman. p. 314-315.
17. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
18. SYMPOSIUM ON TUBEROUS LEGUMES GUADELOUPE (s.f., Denmark). Proceeding. Frederiksberg, Denmark, INRA. 328 p.
19. STANDLEY, P.G.; STEYERMARC, J. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pt. 5, p. 313-316.
20. VARGAS Z., J.A. 1992. El uso de análisis de conglomerados (Cluster análisis) como una técnica exploratoria en ecología. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudio de Postgrado y la Organización para Estudios Tropicales. s. p.
21. VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA. 1942. Estudio en la estación experimental de Venezuela. Venezuela. p. 6-33.
22. 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.

va. Bo. Rolando Barrios.



11. APENDICE

CUADRO 7. Resumen de características cualitativas utilizadas en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jicama (*P. erosus* (L.)).

VARIABLE	CULTIVARES								
	EC564	EC255	EC120G	EC254	EC256	EC204G	EC572	EC594	EC201
Hábito de crecimiento	Semi-compac	Muy disperso	Semicompacto	Muy disperso	Semicompacto	Semicompacto	Compac-arbus	Disperso	Semicompacto
Pubescencia del tallo	Ralo	Denso	Moderado	Muy denso	Denso	Ralo	Ralo	Denso	Denso
Color del tallo	Verde oscuro	Verde	Verde	Verde oscuro	Verde claro	Verde	Verde	Verde	Verde
Forma foliolo apical	Deltoide	Deltoide	Deltoide	Obdeltoide	Deltoide	Deltoide	Deltoide	Obdeltoide	Deltoide
Forma margen foliolo apical	Eroso								
Tipo lóbulo foliolo central	Moderado	Moderado	Moderado	Superficial	Muy profundo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Pubes. Base foliolo central	Ralo	Ralo	Ralo	Denso	Muy denso	Denso	Ralo	Denso	Denso
Base del foliolo central	Obtusa								
Apice del foliolo central	Obtuso								
Simetría del foliolo lateral	Asimétrico								
Forma foliolo lateral	Deltoide								
Apice del foliolo lateral	Obtuso								
Base del foliolo lateral	Obtusa								
Relación con foliolo central	Más pequeña								
Color hoja madura	Verde	Verde claro	Verde	Verde claro					
Forma del cáliz	Campanulado								
Pubescencia de los sépalos	Moderado	Moderado	Moderado	Muy denso	Moderado	Ralo	Ralo	Ralo	Muy Ralo
Color de la corola	Violeta	Crema blanca	Violeta	Violeta	Crema blanca	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta
Pubes. vainas inmaduras	Presente								
Pubescencia vaina madura	Densa	Muy rala	Densa	Rala	Muy rala	Densa	Densa	Densa	Densa
Color vainas inmaduras	Verde	Verde-profund.	Verde	Verde	Verde claro	Verde-profund.	Verde profund.	Verde	Verde
Color vainas maduras	Café	Pajizo	Café	Pajizo	Café claro	Café	Café	Café	Café
Intens. constricción vaina	Intermedia	Profunda	Intermedia	Profunda	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
Curvatura de la vaina	Mediana	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Mediana	Ligera	Ligera
Dehiscencia vaina madura	Presencia	Ausente	Presencia	Ausente	Ausente	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia
Forma de la semilla	Cuboide	Ovalada	Cuboide	Ovalada	Redonda	Cuboide	Cuboide	Ovalada	Cuboide
Color de la semilla	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo	Rojo	Rojo	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo
Brillo de la semilla	Intermedio	Brillante	Intermedio	Brillante	Brillante	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Textura peridermis	Morroñoso	Morroñoso	Morroñoso	Morroñoso	Liso	Morroñoso	Liso	Liso	Morroñoso
Defectos superficie raíz	Hendiduras	Cons. y hend.	Const. Y hend	Hend. profund.	Hend. Profund.	Hend. Profund.	Hend. Muy sup.	Hend. Superf.	Hend. Superf.
Forma de la raíz	Globulada	Irregular	Globulada	Irregular	Globulada	Irregular	Globulada	Clavada	Globulada
Facilidad de cosecha	Fácil	Difícil	Fácil	Difícil	Intermedia	Fácil	Fácil	Difícil	Fácil
Dureza de la pulpa	Suave	Muy suave	Suave	Muy suave	Suave	Suave	Dura	Muy dura	Suave
Color de pulpa de raíz	Crema								
Textura de pulpa	Llena gránulos	Morroñoso	Llena gránulos	Morroñoso	Morroñoso	Llena gránulos	Llena gránulos	Llena gránulos	Llena gránulos

Cuadro 8. Resultados de las pruebas de Tukey para el factor "Cultivares" en el estudio de caracterización de 9 cultivares de jícama (*P. erosus* (L)) en los municipios de San Andrés y San José, Petén.

LARGO TALLO PRINCIPAL			LONG. GUIA MAS LARGA			No. GUIAS SECUNDARIAS			No. NUDOS TALLO MAS LARGO			LONGITUD ENTRENUDO			LONG. FOLIOLO APICAL		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	0.72	EC254	A	1.30	EC254	A	5.00	EC572	A	15.33	EC254	A	15.21	EC256	A	10.07	EC254
B	0.62	EC204G	B	0.97	EC255	AB	4.33	EC201	B	12.83	EC255	AB	13.37	EC254	AB	9.10	EC255
B	0.61	EC594	B	0.89	EC594	AB	4.00	EC254	B	12.67	EC594	AB	12.66	EC255	AB	8.95	EC120G
B	0.58	EC256	BC	0.77	EC256	AB	3.83	EC564	C	9.00	EC256	AB	12.45	EC594	ABC	8.74	EC572
B	0.58	EC255	CD	0.66	EC572	AB	3.83	EC256	C	9.00	EC572	AB	12.41	EC201	BC	8.04	EC204G
C	0.48	EC201	CD	0.65	EC120G	B	3.67	EC204G	C	8.17	EC120G	B	11.04	EC120G	BC	7.98	EC256
C	0.48	EC120G	CD	0.59	EC204G	B	3.50	EC120G	C	7.83	EC204G	B	10.66	EC564	BC	7.79	EC201
C	0.47	EC572	CD	0.57	EC564	B	3.33	EC255	C	7.83	EC201	B	10.38	EC572	BC	7.64	EC594
C	0.43	EC564	CD	0.56	EC201	B	3.33	EC594	C	7.67	EC564	B	9.94	EC204G	BC	7.37	EC564

Continuación cuadro 8.

ANCHO FOLIOLO APICAL			REL. ANCHO/LARGO F.A.			ANCHO FOLIOLO LATERAL IZQUIERDO			LARGO DEL RAQUIS HOJA			LARGO PEDUNCULO			LARGO PECIOLO		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	13.28	EC255	A	1.503	EC204G	A	9.4883	EC254	A	4.32	EC256	A	7.15	EC564	A	9.9	EC256
AB	11.86	EC572	AB	1.425	EC255	A	9.4333	EC564	AB	3.96	EC564	AB	6.85	EC255	A	9.79	EC255
AB	11.77	EC204G	AB	1.422	EC255	AB	9.27	EC572	ABC	3.76	EC572	ABC	6.265	EC256	A	9.59	EC254
ABC	11.62	EC254	AB	1.405	EC572	AB	8.9883	EC255	ABC	3.73	EC255	ABC	6.09	EC204G	BA	9.285	EC564
ABC	11.33	EC256	AB	1.352	EC564	AB	8.895	EC256	BC	3.59	EC204G	ABC	6.088	EC120G	BA	9.2233	EC572
BCD	10.95	EC120G	AB	1.258	EC201	AB	8.76	EC120G	BC	3.40	EC120G	ABC	5.89	EC254	BA	9.065	EC204G
CD	9.98	EC201	B	1.233	EC120G	AB	8.705	EC204G	BC	3.30	EC254	BC	5.867	EC201	BA	8.71	EC120G
CD	9.95	EC564	B	1.208	EC254	AB	8.29	EC201	BC	3.28	EC594	C	5.405	EC594	BA	8.4367	EC201
CD	9.23	EC594	B	1.188	EC594	B	8.0133	EC594	BC	3.11	EC201	C	5.338	EC572	B	7.86	EC594

Continuación cuadro 8.

LARGO PEDICELO			NO. HOJAS/PLANTA			NO. INFLORESCENCIAS /PLANTA			NO. RAMAS/INFLORESCENCIA			NO. INFLORESCENCIAS/RAMA			LARGO INFLORESCENCIA		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	0.52	EC255	A	39.72	EC255	A	4.8333	EC255	A	3.17	EC254	A	2.483	EC255	A	39.398	EC256
AB	0.47	EC572	AB	36.59	EC254	A	4.8333	EC254	A	2.67	EC255	AB	2.367	EC254	B	24.198	EC120G
ABC	0.46	EC204G	AB	35.51	EC572	AB	4.3333	EC594	A	2.67	EC572	ABC	2.083	EC594	BC	21.7	EC564
ABC	0.46	EC120G	BC	28.6	EC256	AB	3.6667	EC120G	AB	2.33	EC564	ABC	2.04	EC204G	BC	21.097	EC255
ABC	0.45	EC256	BC	27.07	EC594	B	3.3333	EC564	AB	2.33	EC120G	ABC	1.983	EC564	BC	20.62	EC254
ABC	0.44	EC254	C	24.57	EC564	BC	3.1667	EC204G	AB	2.33	EC594	BCD	1.767	EC201	CD	18.302	EC201
BC	0.43	EC201	C	23.45	EC120G	CD	1.8333	EC201	AB	1.83	EC201	BCD	1.767	EC120G	D	16.477	EC2046
BC	0.42	EC564	C	19.87	EC204G	CD	1.8333	EC572	AB	1.83	EC204G	BCD	1.453	EC572	D	15.662	EC572
C	0.39	EC594	C	19.84	EC201	CD	1.6667	EC256	B	1.00	EC256	BCD	1.233	EC256	D	15.193	EC594

Continuación cuadro 8.

LARGO RAQUIS INFLORESCENCIA			LARGO PEDUNCULO INFLORESCENCIA			NO. RACIMOS/INFLORESCENCIA			MAXIMO. NO. RACIMOS/INFL.			MINIMO NO. RACIMOS/INFL.			RACIMOS FERTILES/INFLORESENCIA		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	25.09	EC256	A	17.33	EC564	A	12.177	EC254	A	15.00	EC256	A	9.333	EC255	A	7.3733	EC254
B	12.98	EC120G	AB	15.1	EC120G	AB	11.555	EC255	A	14.00	EC254	A	8.833	EC254	B	5.285	EC255
BC	12.46	EC255	BC	13.31	EC594	B	9.6767	EC256	A	13.17	EC255	B	3.333	EC120G	C	3.645	EC120G
BCD	11.82	EC254	BCD	11.94	EC572	C	7.5633	EC120G	B	10.33	EC120G	BC	3.167	EC256	CD	3.3967	EC564
CDE	10.33	EC564	CD	11.65	EC256	C	6.1517	EC594	B	10.00	EC201	BC	3.167	EC564	CD	3.3933	EC256
DE	9.73	EC201	CD	11.15	EC204G	CD	5.935	EC564	B	9.83	EC204G	BC	1.833	EC594	CD	2.9733	EC204G
DE	9.45	EC572	CD	10.52	EC254	CD	5.7967	EC204G	B	9.83	EC564	C	1	EC201	D	2.48	EC201
DE	8.58	EC204G	CD	10.41	EC201	CD	5.6367	EC201	BC	9.17	EC594	C	1	EC572	D	2.32	EC594
F	5.86	EC594	D	9.03	EC255	CD	4.0533	EC572	BC	7.50	EC572	C	1	EC204G	E	2.0183	EC572

Continuación cuadro 8.

NO. BOTONES/RACIMO			MAXIMO BOTONES/RACIMO			LARGO PEDICELOS			LARGO CALIZ			LARGO ESTANDARTE			ANCHO ESTANDARTE		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	5.58	EC254	A	77.39	EC254	A	0.767	EC256	A	1.195	EC120G	A	2.285	EC120G	A	2.145	EC120G
AB	4.98	EC572	B	60.36	EC255	AB	0.688	EC594	AB	1.14833	EC594	AB	2.185	EC572	AB	1.9617	EC201
AB	4.77	EC255	C	44.98	EC256	AB	0.667	EC254	AB	1.13167	EC204G	AB	2.14	EC594	AB	1.85	EC256
BC	4.19	EC594	CD	42.23	EC120G	BC	0.605	EC564	BC	1.04667	EC572	AB	2.127	EC204G	AB	1.8467	EC572
BCD	4.10	EC120G	CD	37.85	EC594	C	0.5617	EC120G	CD	1.01	EC564	AB	2.115	EC254	B	1.8033	EC255
CDE	3.36	EC564	CD	37.4	EC572	C	0.5467	EC572	CD	1.00	EC201	AB	2.06	EC201	B	1.77	EC564
DE	3.07	EC204G	CD	33.42	EC564	C	0.5383	EC201	CD	0.98	EC254	AB	2.047	EC564	B	1.7317	EC204G
E	3.03	EC201	D	30.63	EC204G	C	0.525	EC255	D	0.91	EC256	B	2.007	EC255	B	1.725	EC594
E	2.93	EC256	D	30.12	EC201	D	0.415	EC204G	D	0.90	EC255	B	1.942	EC256	B	1.685	EC254

Continuación cuadro 8.

LARGO ALAS			ANCHO ALAS			LONGITUD VAINA			ANCHO VAINA			REL ANCHO/LARGO VAINA			PRODUCCION VAINAS/PLANTA		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	2.37	EC120G	A	0.687	EC120G	A	13.435	EC120G	A	1.57	EC254	A	0.133	EC255	A	45.72	EC255
AB	2.23	EC201	AB	0.665	EC201	AB	12.685	EC564	AB	1.48	EC255	AB	0.128	EC254	A	44.197	EC254
AB	2.22	EC572	AB	0.662	EC564	AB	12.648	EC572	AB	1.46	EC120G	ABC	0.12	EC594	B	34.722	EC204G
AB	2.17	EC594	AB	0.657	EC256	AB	12.387	EC254	ABC	1.37	EC564	ABC	0.113	EC256	CB	31.537	EC564
AB	2.16	EC204G	AB	0.645	EC594	ABC	12.157	EC201	ABC	1.36	EC572	ABC	0.11	EC120G	CB	27.082	EC256
AB	2.14	EC255	AB	0.645	EC204G	ABC	11.993	EC204G	BC	1.28	EC594	ABC	0.108	EC572	CB	26.805	EC594
AB	2.11	EC254	AB	0.628	EC572	ABC	11.318	EC255	BC	1.27	EC201	ABC	0.11	EC564	CB	26.665	EC120G
AB	2.07	EC256	AB	0.595	EC254	CD	10.722	EC256	C	1.23333	EC256	C	0.11	EC201	C	25.583	EC572
B	1.95	EC564	B	0.555	EC255	D	10.537	EC594	C	1.21333	EC204G	C	0.10	EC204G	C	24.213	EC201

Continuación cuadro 8.

PORCENTAJE PLANTAS FERTILES			LONGITUD DE SEMILLA			ANCHO SEMILLA			REL LARGO ANCHO SEMILLA			GROSOR DE SEMILLA			LARGO DE RAIZ		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	LGRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	71.40	EC254	A	10.26	EC564	A	9.1967	EC564	A	0.96	EC204G	A	4.613	EC256	A	11.96	EC594
A	69.40	EC594	AB	9.473	EC120G	AB	8.9317	EC120G	A	0.96	EC256	A	4.483	EC120G	B	9.895	EC201
AB	62.73	EC255	AB	9.417	EC201	BC	8.0983	EC201	A	0.95	EC120G	AB	4.335	EC572			
AB	61.96	EC564	ABC	9.248	EC572	BC	8.09	EC254	A	0.93	EC254	B	4.14	EC564	B	9.7433	EC120G
B	52.89	EC120G	BC	8.703	EC254	BC	8.0567	EC204G	AB	0.91	EC564	BC	4.013	EC254	B	9.69	EC564
C	39.53	EC204G	BC	8.623	EC255	C	7.7917	EC256	AB	0.91	EC594	CD	3.788	EC201	B	9.5583	EC255
C	36.90	EC572	BC	8.548	EC204G	C	7.6133	EC255	AB	0.88	EC255	CD	3.737	EC255	B	9.33	EC254
D	19.85	EC256	C	8.227	EC594	C	7.4267	EC594	AB	0.86	EC201	D	3.653	EC204G	B	8.585	EC256
D	13.51	EC201	C	8.203	EC256	C	7.2483	EC572	B	0.78	EC572	E	3.243	EC594	B	8.2217	EC2046

Continuación cuadro 8.

REL. DIAM/LARGO RAIZ			LARGO PROLONG. RAIZ			PORCENTAJE AGRIETAMIENTO RAICES			PORCENTAJE DAÑO BARRENADORES			DIAS A GERMINACION			PORCENTAJE GERMINACION		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	1.53	EC204G	A	27.9	EC256	A	22.222	EC564	A	27.78	EC255	A	11.33	EC256	A	85.363	EC564
AB	1.32	EC564	AB	26.76	EC254	AB	16.663	EC201	AB	21.43	EC201	B	10	EC255	A	83.82	EC204G
AB	1.31	EC254	AB	26.19	EC564	AB	14.542	EC594	ABC	17.59	EC254	BC	9.333	EC201	AB	81.932	EC254
B	1.30	EC256J	AB	25.65	EC572	AB	13.887	EC204G	ABC	14.44	EC120G	CD	8.667	EC120G	AB	81.167	EC120G
B	1.21	EC120G	AB	24.22	EC120G	AB	12.19	EC120G	ABC	13.09	EC594	CD	8.667	EC572	AB	80.213	EC256
B	1.19	EC255	AB	23.72	EC201	AB	10.71	EC572	ABC	12.82	EC256	CDE	8.5	EC564	AB	80.145	EC572
B	1.17	EC201	AB	23.36	EC255	AB	10.255	EC256	ABC	11.28	EC564	CDE	8.5	EC594	AB	79.635	EC201
B	1.15	EC572	AB	22.49	EC594	B	7.407	EC255	ABC	8.33	EC204G	DE	8	EC204G	AB	76.49	EC594
C	0.90	EC594	B	22	EC204G	B	3.703	EC254	C	3.57	EC572	DE	7.5	EC254	B	72.657	EC255

Continuación cuadro 8.

DIAS FORMACION PLANTULA			DIAS FORMACION GUIAS			DIAS INICIO INFLORESCENCIA			DIAS PLENA FLORACION			DIAS FORMACION FRUTO			DIAS PLENA FRUTIFICACION		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	33	EC256	A	38.83	EC572	A	81.167	EC256	A	106	EC256	A	108.67	EC256	A	121.17	EC256
AB	31.5	EC572	AB	38.17	EC256	B	63.667	EC564	B	83.5	EC572	B	91.67	EC255	B	102.5	EC255
BC	30.33	EC594	AB	38.00	EC594	C	58	EC255	B	82	EC255	B	90.17	EC254	B	102.5	EC204G
BC	30.33	EC255	BC	36.83	EC254	CD	56.5	EC572	C	77.833	EC254	C	63.67	EC204G	B	101.67	EC594
BC	30.17	EC564	CD	35.50	EC564	CD	55.333	EC120G	C	77.333	EC120G	CD	61.67	EC120G	BC	101.17	EC572
BC	29.5	EC120G	CD	35.17	EC2046	CD	55.333	EC254	CD	75.167	EC204G	CD	61.50	EC572	BC	101.17	EC120G
CD	28.83	EC204G	D	34.67	EC255	CD	54.833	EC594	DE	73.5	EC594	CD	61.00	EC201	BCD	99.333	EC254
DE	27	EC254	D	34.33	EC120G	DE	54	EC204G	DE	72.833	EC564	CD	60.17	EC594	CD	97	EC564
E	25.33	EC201	E	29.33	EC201	E	50.5	EC201	E	69.833	EC201	D	59.67	EC564	D	95.667	EC201

Continuación cuadro 8.

DIAS MADURACION VAINAS			PESO VAINAS/PLANTA			PESO 100 SEMILLAS			No. SEMILLAS/KILOGRAMO			SEMILLAS/HECTAREA Kg/Ha.			SEMILLA/PLANTA		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	152.17	EC256	A	130.9	EC254	A	26.657	EC564	A	5507.30	EC256	A	2153	EC254	A	77.78	EC255
B	141.67	EC594	B	117	EC255	AB	25.655	EC572	AB	5454.30	EC594	BA	1923	EC564	A	73.95	EC564
CB	139.33	EC201	B	115	EC564	BC	23.787	EC120G	AB	5258.80	EC201	B	1731	EC255	A	73.625	EC254
CD	136.17	EC2046	C	95.17	EC572	CD	21.897	EC2046	BC	4878.80	EC254	C	1196	EC120G	B	64.525	EC204G
CD	135.83	EC564	C	91.85	EC120G	CDE	21.28	EC255	CD	4593.20	EC255	C	1000	EC594	B	61.755	EC120G
CD	135.00	EC120G	C	89.27	EC204G	DEF	19.755	EC254	CD	4547.30	EC204G	C	896.6	EC204G	B	60.535	EC572
D	134.83	EC255	D	66.84	EC256	EF	18.998	EC201	DE	4182.30	EC120G	C	868.5	EC572	C	45.48	EC256
ED	132.83	EC572	D	57.61	EC594	F	18.175	EC256	E	3931.00	EC572	D	380.2	EC256	C	44.385	EC201
E	130.33	EC254	E	34.06	EC201	F	18.057	EC594	E	3756.80	EC564	D	237.9	EC201	D	38.235	EC594

Continuación cuadro 8.

GRANO NORMAL/PLANTA			GRANO ANORMAL/PLANTA			REL. GRANO NORMAL/ANORMAL			PESO RAIZ PLANTA			REND. RAIZ/Ha.			PORCENTAJE RAICES MEDIANAS		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	48.80	EC254	A	7.74	EC594	A	26.298	EC204G	A	769.74	EC572	A	36637	EC572	A	51.743	EC564
AB	42.47	EC564	AB	6.83	EC572	A	24.758	EC256	A	765.53	EC254	AB	31705	EC254	AB	39.285	EC572
AB	40.03	EC2046	AB	5.782	EC120G	A	23	EC201	AB	641.95	EC201	ABC	29810	EC201	AB	38.887	EC254
B	35.54	EC255	ABC	5.093	EC564	B	15.76	EC254	AB	614.08	EC120G	ABC	28661	EC120G	AB	38.093	EC201
B	34.90	EC120G	BCD	3.302	EC254	BC	12.017	EC255	AB	601.03	EC255	ABC	26683	EC564	AB	33.477	EC256
B	33.95	EC572	BCD	3.01	EC255	CD	8.953	EC564	AB	555.31	EC564	BC	23675	EC255	B	31.58	EC255
C	21.04	EC594	CD	1.59	EC204G	CD	7.445	EC120G	B	523.45	EC256	BC	22821	EC256	B	30.10	EC120G
C	13.28	EC256	D	0.545	EC256	CD	6.162	EC572	B	498.11	EC204G	BC	22436	EC204G	B	27.38	EC594
C	11.55	EC201	D	0.52	EC201	D	3.005	EC594	B	421.33	EC594	C	19285	EC594	B	23.61	EC204G

Continuación cuadro 8.

PORCENTAJE RAICES PEQUEÑAS			PORCENTAJE MATERIA SECA			PORCENTAJE AGUA			MATERIA SECA			DIAS A COSECHA		
GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR	GRUPO	MEDIA	CULTIVAR
A	56.94	EC204G	A	13.2	EC594	A	90.865	EC256	A	3642.70	EC572	A	155	EC256
AB	52.58	EC256	AB	11.79	EC204G	AB	90.225	EC564	AB	3319.20	EC254	AB	153.5	EC201
AB	51.19	EC594	ABC	10.48	EC201	AB	89.935	EC572	AB	3125.30	EC201	ABC	151.3	EC564
AB	46.67	EC120G	ABC	10.4	EC254	AB	89.875	EC120G	AB	2901.30	EC120G	ABC	151	EC255
AB	43.43	EC255	ABC	10.36	EC255	AB	89.645	EC255	AB	2641.20	EC2046	BC	149	EC594
AB	42.03	EC572	ABC	10.13	EC120G	AB	89.6	EC254	AB	2632.80	EC564	C	147	EC120G
AB	36.11	EC254	BC	9.775	EC564	AB	89.525	EC201	AB	2552.50	EC594	C	146.7	EC572
AB	35.72	EC201	BC	9.135	EC256	BC	88.215	EC204G	AB	2441.20	EC255	D	137.3	EC254
B	31.03	EC564	C	8.47	EC572	C	86.8	EC594	B	2110.80	EC256	E	132	EC2046

DESCRIPTOR DE JICAMA (*Pachyrrhizus erosus* L.), UTILIZADO EN LA CARACTERIZACION DE LOS 9 CULTIVARES EN LOS MUNICIPIOS DE SAN ANDRES Y SAN JOSE, PETEN 1,997.

a) CARACTERES DEL TALLO

Hábito de crecimiento.

Indica el hábito de crecimiento registrado en el periodo de llenado de las vainas.

1. Compacto arbustivo
2. Semicompacto
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.

Numero de nudos del tallo mas largo.

Promedio del tallo mas largo, al momento de la cosecha de las raíces tuberosas

Longitud del entrenudo

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

Diámetro del entrenudo.

Media en nudos centrales del tallo mas largo en cm.

Pubescencia del tallo.

Registrado en el ápice del los tallos durante el periodo de floración.

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

b) CARACTERES DE LA HOJA

Características de foliolo central:

- | | |
|--------|---------------|
| Forma: | 1. Sagitado |
| | 2. Deltoide |
| | 3. Obdeltoide |
| | 4. Hastado |
| | 5. Cuneiforme |

Largo en centímetros.

La longitud el 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 30 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 folíolos 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. Mas grandes
3. Mas pequeñas

Largo del folíolo lateral derecho en cm.

Todas las variables cuantitativas de los folíolos, se tomaron en base a 30 hojas en cada unidad experimental.

Ancho de 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 en cm.

Largo del ráquis de la hoja en cm.

Largo del pedúnculo de los folíolos en mm.

Largo del pecíolo 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.

C. CARACTERES DE LAS INFLORESCIENCIAS

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 ráquis 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 tomó 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.

D) 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.

Ancho del estandarte.

Largo de las 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 amarillazo (5Y 9/2)
2. Violeta con violetado blanco (lila) (5P 8/4)

E) 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.

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

Color de la vaina en su madurez fisiológica.

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

Intensidad de la constricción de la vaina.

1. Superficial
2. Intermedia
3. Profunda

Curvatura de la vaina.

1. Recta
2. Ligeramente curvada
3. Medianamente curvada (curvada)
4. La mayor parte curvada (recurvada)

Dehiscencia de la vaina madura.

1. Ausente
2. Presente
3. Poco dehiscente
4. Altamente dehiscente

F) CARACTERES DE LA SEMILLA

Forma de la semilla.

1. Redonda
2. Ovalada
3. Cuboide
4. Forma de riñón
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

G) 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. Constricciones superficiales
3. Constricciones 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 alternativas correspondía

1. Delgada
2. Intermedia
3. Gruesa

Forma de la raíz tuberosa.

1. Esférica
2. Globulada
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

H) CARACTERES AGRONOMICOS**Crecimiento:**

Días de 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 plántula

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), registra 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.

Se reporta 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.

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

I) 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 la plántula

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% planta 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 semillas), 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.

Registrado 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.

Raíz 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 hectárea.

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 en 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 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 el porcentaje de materia seca registrado en cada material.

Contenido de azúcar en grados Brix.

Determinado por medio del aparato denominado Refractómetro.

Días a la cosecha de la raíz tuberosa.

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



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

" CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y EVALUA-
CION AGRONOMICA DE 9 CULTIVARES DE JI-
CAMA (Pachyrrihizus erosus (L.) Urban),
EN LOS MUNICIPIOS DE SAN ANDRES Y SAN -
JOSE PETEN".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

ARTURO IVAN MARTINEZ TORRES

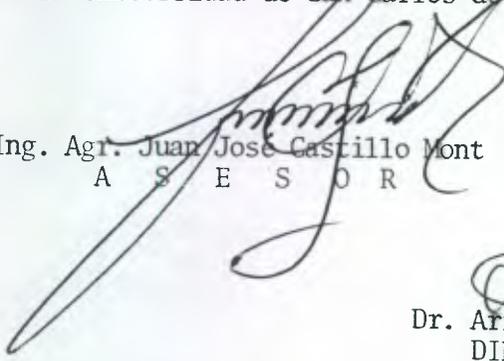
CARNET:

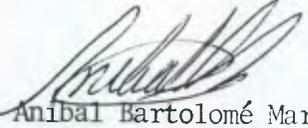
8740221

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. William Roberto Escobar López
Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez V.
Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello

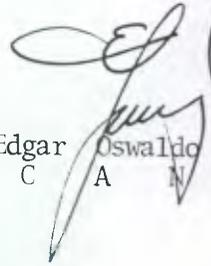
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía -
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Juan Jose Castillo Mont
A S E S O R


Ing. Agr. Anibal Bartolomé Martínez M.
A S E S O R


Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S


Ing. Agr. M. Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: iusac.edu.gt § http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm

Control Académico
IA
ile