

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE  
25 CULTIVARES DE YUCA (Manihot esculenta Crantz)  
NATIVOS DE GUATEMALA, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA  
GUATEMALA

TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

JOSE VICTOR GOMEZ MALDONADO

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ENERO DE 1990

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(13-13)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR  
LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
Vocal Primero	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
Vocal Segundo	Ing. Agr. Efraín Medina G.
Vocal Tercero	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
Vocal Cuarto	P. Agr. Hernán Perla González
Vocal Quinto	P. Agr. Julio López Maldonado
Secretario	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala, enero de 1990.

Ingeniero Agrónomo  
Hugo A. Tobías V.  
Director del Instituto de  
Investigaciones Agronómicas

Ingeniero Tobías:

Por este medio me dirijo a usted, para manifestarle que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado: "CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE 25 CULTIVARES DE YUCA (Manihot esculenta Crantz) NATIVOS DE GUATEMALA, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, GUATEMALA", efectuado por el estudiante **José Víctor Gómez Maldonado**. Dicha investigación es producto del Convenio ICTA-Facultad de Agronomía, USAC-CIRF, en el Programa Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales.

Considero que el presente trabajo de investigación cumple con los requisitos establecidos por los reglamentos respectivos para su aprobación y al mismo tiempo constituye una contribución relevante al estudio y conocimientos de nuestros olvidados recursos fitogenéticos, hoy día expuestos a peligro irreparable de erosión genética.

Atentamente



Ing. Agr. M.Sc. César A. Azurdia P.  
Asesor

Guatemala, enero de 1990

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía

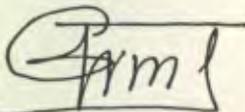
Respetables señores:

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:

**"CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE 25 CULTIVARES DE YUCA (Manihot esculenta Crantz), NATIVOS DE GUATEMALA, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, GUATEMALA".**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

ATENTAMENTE,



JOSE VICTOR GOMEZ MALDONADO

## ACTO QUE DEDICO

A:  
A MIS PADRES: DIOS  
Ezequiel Víctor Gómez Fuentes (Q.E.P.D.)  
Josefina del Carmen Maldonado Ochoa Vda.  
de Gómez

A MI ESPOSA: Lilian Carolina de Gómez

A MIS HERMANOS: Adela Josefa  
Juan Elpidio  
Donny Ezequiel  
Darnelly Josefina

A MIS ABUELOS: Sergio E. Maldonado Mérida (Q.E.P.D.)  
Adela Ochoa Mazariegos Vda. de Maldonado  
Juan A. Gómez Joaquín (Q.E.P.D.)  
Josefa Fuentes (Q.E.P.D.)

A MIS FAMILIARES: En General

A MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS, ES-  
PECIALMENTE A: William Santizo, René Orozco, Paulino de  
León, Mynor Fuentes, Fredy Orozco, Rodolfo  
Mata, Eugener Velásquez, Marvin Velásquez  
Fredy Corado, Jayron Zaldaña, César Telón,  
Carlos Cruz, Familia Cruz Ramos, Florentín  
Castillo, Carlos Santos, Beatriz de Valle.

TESIS QUE DEDICO

A MI HIJO, GRAN ESTIMULO DE MI VIDA

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MI PUEBLO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

A MIS MAESTROS, EN ESPECIAL A:

AMADEO FUENTES C.

MOISES RECINOS

CONSTANTINO VASQUEZ

WALDEMAR NUFIO

CESAR AZURDIA

MANUEL MARTINEZ

A TODAS AQUELLAS PERSONAS PREOCUPADAS EN LA CONSERVACION Y DESARROLLO  
DE NUESTROS RECURSOS FITOGENETICOS.

## AGRADECIMIENTOS

DESEO DEJAR CONSTANCIA DE MI AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO ESPECIALMENTE A:

- El Ing. Agr. M. Sc. César A. Azurdia P. por su valiosa colaboración y el apoyo que siempre me brindó.
- El Ing. Agr. Luis Reyes, por su colaboración y asesoría en los análisis estadísticos.
- Josué Dardón y Gelio Díaz, por su colaboración en los trabajos de computadora.
- El Ing. Agr. Infieri Marvin Trujillo, por su colaboración en la toma de datos.
- El Instituto de Investigaciones Agronómicas y las instituciones involucradas en el Programa "Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales de Guatemala". por la oportunidad de desarrollar el presente trabajo.
- Mi madre y mis hermanos Josefa y Juan por haberme guiado adecuadamente, por su ejemplo de trabajo y por haberme apoyado durante toda la carrera profesional, a mi esposa por su amor, comprensión y por su colaboración en el montaje del presente trabajo.
- Mis hermanos Donny y Darnelly Josefina por el cariño y apoyo que siempre me han demostrado.

## CONTENIDO

	PAG.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	1
2. HIPOTESIS	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo General	4
3.2 Objetivos Específicos	4
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
4.1 Aspectos Generales	5
4.2 Clasificación Botánica	6
4.3 Origen de la Yuca	7
4.4 Producción de Yuca	7
4.5 Usos de la Yuca	7
4.6 Comercialización de la Yuca	8
4.7 Investigación y Mejoramiento Genético en Yuca	8
5. MATERIALES Y METODOS	11
5.1 Descripción del Area	11
5.2 Material Experimental	11
5.3 Metodología Experimental	14
5.3.1 Diseño estadístico	14
5.3.2 Modelo estadístico	14
5.4 Manejo del Experimento	14
5.4.1 Preparación del terreno	14
5.4.2 Siembra	16
5.4.3 Control de malezas	16
5.4.4 Control de plagas y enfermedades	16
5.4.5 Cosecha	16
5.5 Análisis de la Información	16

	PAG.
6. RESULTADOS Y DISCUSION	18
6.1 Análisis de Varianza y Prueba de medias	
Tukey	21
6.1.1 Análisis del porcentaje de brotación de las estacas	21
6.1.2 Análisis del ancho del lóbulo central	21
6.1.3 Análisis de largo de la estípula	25
6.1.4 Análisis de altura de la planta a la cima de la copa	25
6.1.5 Análisis del total de peso fresco del follaje y tallo por planta	25
6.1.6 Análisis del diámetro de la raíz almacenadora	29
6.1.7 Análisis del número de raíces almacenadoras por planta	29
6.1.8 Análisis del total de peso de las raíces almacenadoras por planta	29
6.1.9 Análisis del porcentaje de raíces comerciales por planta	33
6.1.10 Análisis del índice de cosecha	33
6.1.11 Análisis de longitud del lóbulo central	33
6.1.12 Análisis de largo de la raíz almacenadora	37
6.2 Correlaciones	37
6.3 Análisis Bromatológico	40
6.3.1 Análisis de materia seca	42
6.3.2 Análisis de almidón	42
6.3.3 Análisis de azúcares solubles	42
6.3.4 Análisis de fibra cruda	46
6.3.5 Análisis de cenizas	46
6.3.6 Análisis de energía	46
6.4 Análisis de Grupos	50

		PAG.
7.	CONCLUSIONES	57
8.	RECOMENDACIONES	59
9.	BIBLIOGRAFIA	60
10.	APENDICE	62

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Datos de pasaporte más importantes de los 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	12
2	VARIABLES CONSTANTES en yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, manifestadas en la caracterización de 25 cultivares en el municipio Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	18
3	Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	19
4	Listado de variables cuantitativas sometidas al análisis de varianza y prueba de medias Tukey, en la caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	22
5	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de porcentaje de brotación de las estacas. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	23
6	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del ancho del lóbulo central (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	24
7	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del largo de la estípula (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	26
8	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de altura de la planta a la cima de la copa (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	27
9	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	28

CUADRO		PAG.
10	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del diámetro de la raíz almacenadora (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	30
11	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del número de raíces almacenado---ras por planta. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	31
12	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del total de peso de las raíces almacenadoras por planta. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	32
13	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del porcentaje de raíces comerciales por planta. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	34
14	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del índice de cosecha. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	35
15	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del ancho del lóbulo central (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	36
16	Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis del largo de la raíz almacenadora (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	36
17	Listado de variables cuantitativas sometidas al análisis de correlación múltiple, procedentes de los datos de caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	38
18	Correlaciones significativas entre variables cuantitativas sometidas a correlación múltiple en la caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	39

CUADRO	PAG.
19 Componentes bromatológicos de las raíces almacenadoras de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	41
20 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de % de materia seca, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	43
21 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de % de almidón expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	44
22 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de % de azúcares solubles, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	45
23 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de % de fibra cruda, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	47
24 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de % de cenizas, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	48
25 Análisis de varianza y prueba de medias Tukey para el análisis de energía (Kcal/100 gr) en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	49
26 Listado de variables cuantitativas y cualitativas sometidas al análisis de grupos, en la caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	51

## CUADROS EN EL APENDICE

CUADRO		PAG.
27	Resultado del análisis de fertilidad del suelo donde se sembró el ensayo de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	63
28	Descriptor para Manihot, elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF-	64

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	Mapa de Guatemala que muestra las localidades de recolección de los 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	13
2	Plano del área ocupada y distribución de campo de los 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	15
3	Fenograma de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989	53

## FIGURAS EN EL APENDICE

4	Temperaturas media, máxima, mínima y precipitación en mm, durante los meses de junio a diciembre de 1987 y enero de 1988, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.	73
5	Humedad relativa media durante los meses de junio a diciembre de 1987 y enero de 1988, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.	74

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE 25 CULTIVARES DE  
YUCA (Manihot esculenta Crantz) NATIVOS DE GUATEMALA, EN NUEVA  
CONCEPCION, ESCUINTLA, GUATEMALA

AGROMORPHOLOGICAL AND BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 25 NATIVE  
GUATEMALAN'S CULTIVARS OF CASSAVA (Manihot esculenta Crantz), IN  
NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, GUATEMALA

RESUMEN

El continuo aumento de la población mundial, exige la búsqueda de nuevas fuentes energéticas que permitan satisfacer la creciente demanda de alimentos.

Siendo Guatemala considerada uno de los centros mundiales de origen de la agricultura, es de esperarse que posea riqueza florística aprovechable, tal es el caso del género Manihot, para el cual se presenta una amplia riqueza genética, siendo así, se realizó la presente caracterización de 25 cultivares de la especie Manihot esculenta Crantz, para determinar la variabilidad existente. Los cultivares fueron colectados en años anteriores en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Escuintla, Jutiapa, Retalhuleu, San Marcos, Izabal y Petén, conduciéndose el ensayo en el Subcentro de Producción Animal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, ubicado en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

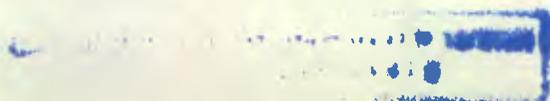
Para la recolección de información de la caracterización se usó el descriptor para el género Manihot, elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos, estableciéndose que existe variabilidad agromorfológica y bromatológica en los 25 cultivares estudiados.

El análisis de varianza y la prueba de medias Tukey practicados a 12 variables cuantitativas, establecieron la diferencia estadística existente entre los cultivares caracterizados.

El análisis de grupos realizado con 43 variables, permitió establecer la similitud existente entre cultivares y el análisis de correlación

múltiple establece que existe asociación entre parámetros de la parte aérea de la planta con parámetros de rendimiento en raíces.

Todos los cultivares sobrepasan el mínimo porcentaje (20%) de almidón para ser utilizados en programas de selección y mejoramiento, el contenido de fibra cruda es medianamente aceptable para el consumo en fresco y en base a rendimiento y contenido bromatológico se consideran como promisorios a los cultivares 939, 896, 745, 881, 924, 368 y 888.



## 1. INTRODUCCION

Los recursos fitogenéticos son recursos naturales limitados y perecederos que en los últimos años han estado amenazados por la extinción, entre otras razones, por la tecnificación de la agricultura.

Guatemala es considerada como uno de los centros mundiales de origen de la agricultura y forma parte de la región mesoamericana, uno de los 8 centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas; por lo tanto es de esperarse que dentro de su territorio exista riqueza florística aprovechable (15).

El continuo aumento de la población mundial y la falta de fuentes energéticas han hecho que la atención científica se concentre en los cultivos alimenticios menos investigados, entre ellos la yuca (11), que es un material nativo sujeto a sufrir erosión genética perdiéndose su valiosa variabilidad útil para diversos fines en la investigación agrícola, como los programas de fitomejoramiento.

En la presente caracterización se estudiaron 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, colectados en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Escuintla, Jutiapa, Retalhuleu, San Marcos, Izabal y Petén con el propósito de conocer sus características agromorfológicas y bromatológicas, para lo cual se utilizó el descriptor del Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF- para el género Manihot. Con los datos obtenidos se efectuaron análisis de agrupamiento, análisis de correlación múltiple, análisis de varianza y prueba de medias Tukey, en el centro de cómputo de la Facultad de Agronomía.

En el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, se realizó el análisis bromatológico, determinándose el porcentaje de materia seca, porcentaje de fibra cruda, porcentaje de azúcares solubles, porcentaje de almidón, porcentaje de cenizas y kilocalorías por 100 gramos de muestra de yuca; a estos datos se les realizó análisis de varianza y prueba de medias Tukey para determinar la variabilidad existente.

El ensayo se desarrolló en el Subcentro de Producción Animal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, ubicado en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, en el período comprendido de junio de 1987 a marzo de 1988.

## 2. HIPOTESIS

En los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados, existe variabilidad genética.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

Realizar la caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, nativos de Guatemala.

#### 3.2 Objetivos Específicos

Determinar la variabilidad agromorfológica y bromatológica de los 25 cultivares en estudio.

Determinar el grado de similitud entre cultivares y el grado de asociación de las variables cuantitativas.

#### 4. REVISION BIBLIOGRAFICA

##### 4.1 Aspectos Generales

La yuca, cultivo antiguo en las regiones tropicales de América, es muy rústica y de fácil propagación; sin embargo pese a esas ventajosas características y a su probada utilidad como fuente alimenticia y materia prima industrial, todavía no se le ha dado la importancia que merece y en gran medida aún se explota con métodos primitivos (4).

La yuca se cultivó en casi todas las regiones tropicales del mundo por sus raíces comestibles, aunque las hojas y brotes son también comestibles y se utilizan en varios países para consumo humano y animal.

Dentro de su distribución geográfica actual, la yuca es mejor conocida en varias partes del mundo como manioca, mandioca, cassava o tapioca.

El alto contenido calórico de las raíces de la yuca y la capacidad inherente de las plantas para resistir sequías prolongadas, así como su habilidad para producir rendimientos económicos en suelos de calidad marginal no propicios para otra clase de siembras son cualidades que sin duda contribuyen a su prominencia en la agricultura tropical (12).

En cuanto al clima, la yuca se comporta bien a una temperatura de 20°C, pero no debe bajar a 10°C. Se adapta a diversas condiciones de humedad, desde 500 mm hasta 2000 mm anuales de precipitación, se encuentra desde el nivel del mar hasta 1500 m.s.n.m., es una planta de día corto y puede ser afectada por vientos fuertes.

La cosecha puede hacerse después de los 10 meses, pero no se recomienda cuando el cultivo ha completado su primer ciclo (12 meses) porque en ese momento las raíces poseen menos sólidos totales (4).

Puede plantarse en una gran variedad de suelos, pero idealmente deben ser porosos, friables, fácilmente cultivables, profundos, con buena retención de agua, pH entre 6 y 7, y con cierta cantidad de materia orgánica.

Para la siembra la semilla debe ser tomada de tallos del tercio medio de plantas sanas y con buena madurez fisiológica (8-12 meses) y se debe asegurar por lo menos de 4 a 5 yemas por estaca.

#### 4.2 Clasificación Botánica

La yuca está ubicada en la familia Euphorbiaceae y dentro del género Manihot, existiendo alrededor de 180 especies, presentando una variabilidad que puede ir desde una hierba tosca hasta árboles de 25 metros de altura que producen caucho de poco valor industrial.

Según Curiel (4), el género Manihot, está confinado al nuevo mundo, desde Arizona en USA, hasta Argentina.

La clasificación de la yuca es la siguiente:

Reino	Vegetal
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	<u>Manihot</u>

Standley y Steyemark, citados por Juárez (9), reportan para Guatemala 7 especies de Manihot a saber: Manihot aescutifolia; M. dulcis; M. glassiovii; M. gualanensis; M. parvicocca; M. esculenta y M. ludibunda. De todas las especies, en Guatemala se cultiva principalmente Manihot esculenta para aprovechamiento de sus raíces comestibles y en la producción de almidón; también Manihot dulcis se cultiva por sus raíces comestibles, pero en menor proporción que Manihot esculenta.

#### 4.3 Origen de la Yuca

Montaldo (12) cita una serie de autores que presentan evidencias que demuestran que la yuca Manihot esculenta, es un cultivo que se ha desarrollado en una amplia área de tierras bajas y calientes de los trópicos americanos, que va del noroeste de sudamérica (Venezuela y Colombia), hasta el noreste de Brasil, predominando en la sección norte los tipos de yucas dulces y en el área brasilera, los tipos amargos.

Para las especies silvestres del género Manihot, hubo según Rogers, citado por Montaldo (12), dos centros de origen: uno en México y América Central y otro en el noreste de Brasil.

#### 4.4 Producción de Yuca

Según datos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (2) se estima que la producción mundial de yuca es aproximadamente de 130 millones de toneladas métricas, procedentes de cerca de 14 millones de hectáreas. Del total de la producción actual de yuca, más o menos dos tercios se utilizan para consumo humano y la otra parte se distribuye en la alimentación animal y en la explotación industrial.

De acuerdo con la Dirección General de Estadística, en el año agrícola 1978/79, la producción de yuca en Guatemala fue de 333,915.74 quintales, que proviene de 12,335.06 manzanas.

El rendimiento promedio obtenido en este cultivo (70 qq/mz), está por debajo del rendimiento a nivel mundial y es sembrado principalmente en los departamentos siguientes: El Progreso, Escuintla, Baja Verapaz e Izabal y la mayor parte de la producción proviene de pequeños agricultores (10).

#### 4.5 Usos de la Yuca

Los usos que a nivel mundial se le dan a la yuca son principalmente, en la alimentación humana las raíces peladas, aunque en algunas zonas

tropicales consumen las hojas y los vástagos tiernos, cocidos o como parte de una salsa por su contenido vitamínico y proteínico (7). En la alimentación animal se aprovechan las raíces y el follaje, Echandi citado por Herrera (8), demostró que la harina de yuca es casi equivalente a la harina de alfalfa, y que es utilizada para la ganancia de peso en la dieta a base de melaza.

Al procesar la yuca se obtienen materias primas de uso industrial como el almidón, productos de fermentación como el alcohol. También se menciona como uso industrial la extracción de celulosa de partes de los tallos y de aceites extraídos de las semillas por su calidad y propiedades biocidas (6,7).

#### 4.6 Comercialización de la Yuca.

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT-, citado por López (10), el mercado potencial para los productos de raíces de yuca es grande, esto si se puede producir a bajo costo y conseguir un secamiento en forma efectiva de las raíces.

Grace (7) establece que la Comunidad Europea es el más importante mercado para raíces secas; y los Estados Unidos de América, el Reino Unido y Japón para almidones de yuca.

Según González (6) los mercados fuertes a nivel mundial de Europa y Japón, están cerrados para la producción guatemalteca, debido a que Brasil abastece dichos mercados a la mitad de precio que puede ofrecer Guatemala. Las mejores perspectivas están en el mercado de los Estados Unidos, ya que consume fuertes cantidades de ese producto.

#### 4.7 Investigación y Mejoramiento Genético en Yuca

Según Toro y Atlee, citados por López (10) se ha efectuado un trabajo excelente en los últimos 10 años como resultado del énfasis que se le ha dado a la investigación en yuca en varios centros de investigación.

La vanguardia de la investigación en yuca la mantiene el Centro Internacional de Agricultura Tropical, mediante un programa que contempla; evaluación de germoplasma, evaluación de progenies y selección de híbridos (10).

Los objetivos y parámetros que se persiguen en los trabajos de mejoramiento en yuca se pueden resumir de la siguiente forma: Desarrollar cultivares de buenas características agronómicas (alto rendimiento de materia seca, amplio rango de adaptabilidad y resistencia a plagas y enfermedades). Parámetros críticos como potencial de rendimiento, calidad culinaria, resistencia a enfermedades. Parámetros agronómicos como ciclo vegetativo corto, producción superficial de raíces, cierre del campo por el follaje a los 90-150 días y parámetros de calidad como buen contenido de almidones (más del 20%), raíces poco fibrosas y sabor dulce para variedades dedicadas al consumo en fresco (10).

La investigación realizada en Guatemala sobre yuca es poca, actualmente se desarrolla un proyecto de caracterización de materiales de yuca colectados en todo el país, por acuerdo entre el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF-, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA- y la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Agronomía. Dicho proyecto se desarrolla como complemento del programa "Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales de Guatemala" (1).

Juárez Soto (9) realizó un estudio de caracterización de 25 cultivares de yuca procedentes del centro, sur y suroccidente del país, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala, estableciendo que en los cultivares estudiados existe variabilidad agromorfológica y bromatológica; a través del análisis de grupos estableció la similitud entre cultivares, por medio del análisis de correlación múltiple determinó la asociación de parámetros morfológicos de las hojas con parámetros de rendimiento de raíces. También menciona que todos los cultivares sobrepasan el mínimo porcentaje de almidón para ser utilizados en programas de selección y mejoramiento, en cuanto al contenido de fibra cruda este osciló de

0.71 a 1.64%, por lo que se consideran aceptables al consumo humano y como materiales promisorios en base a rendimiento y contenido bromatológico menciona los cultivares 885, 889, 888, 893 procedentes de Escuintla y el cultivar 909 procedente de Retalhuleu.

Otro estudio de caracterización lo realizó López Zelada (10) con 25 cultivares procedentes del norte y nororiente de Guatemala, en el Valle de la Fragua, Zacapa, concluyendo que existe variabilidad genética entre los cultivares estudiados y de acuerdo al análisis bromatológico el 96% de los cultivares sobrepasa el requerimiento mínimo de almidón como parámetro para la selección y mejoramiento, no se encontraron valores altos de asociación entre los caracteres medidos y los cultivares más promisorios son el 405 y 409 procedentes de El Petén, 449 y 634 procedentes de Izabal y 478 procedente de Alta Verapaz.

Zapeta Pérez (16) realizó también una caracterización preliminar de 25 cultivares colectados en los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Izabal, Jutiapa y Zacapa, en el Centro Agronómico Tropical Bulbuxyá, Suchitepéquez, estableciéndose que existe variabilidad genética en los 25 cultivares estudiados y en lo referente al grado de asociación logró establecer que sólo existe entre variables del mismo órgano y que los cultivares caracterizados poseen características similares entre sí.

El proyecto de caracterización substancialmente genera la información básica de cada uno de los cultivares colectados, pretendiendo que esta información sea utilizada para trabajos de mejoramiento futuros y obtener nuevas variedades con características antropogénicas más favorables (13).

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Descripción del Area

El ensayo para la caracterización de los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, se realizó en el Subcentro de Producción Animal del ICTA, ubicado en el centro urbano del municipio Nueva Concepción, Escuintla, en la zona sur de la República y dentro de las coordenadas de 14 grados 15 minutos latitud norte y 91 grados 18 minutos longitud oeste, con una elevación de 50 m.s.n.m. (5).

El municipio Nueva Concepción, según el Instituto Nacional Forestal (3), basado en el sistema Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo, subtropical (cálido). La temperatura absoluta promedio anual máxima es de 38.30 grados centígrados y mínima de 15 grados centígrados, con una precipitación anual de 1,500.93 mm y un promedio de 130 días de lluvia, registrándose una evaporación a la sombra promedio anual de 1,481.90 mm y humedad relativa media de 75%, según datos del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, estación Tiquisate.

Los suelos de la región corresponden a la serie Tiquisate de origen aluvial, relieve plano, drenaje interno moderado, textura franco-arenosa, color café claro, con un espesor de horizonte "A" de 40 a 50 cm, predominando los suelos de clases agrológicas I y II (14)

### 5.2 Material Experimental

El material experimental procede de la colección nacional de cultivares de yuca que se efectuara en años anteriores por el programa "Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales de Guatemala -ICTA-Fac. Agr.-CIRF-", dicha colección se encuentra en el Centro Agronómico Tropical Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El cuadro 1 describe los principales datos de pasaporte de los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz caracterizados y en la figura 1 se presenta la localización de las áreas de recolección de dichos cultivares.

Cuadro 1. Datos de pasaporte más importantes de los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

No.	Número Colecta	Sitio de Recolección	Coordenadas		Altitud (msnm)
			N	W	
1.	323	Suchitán, Sta. Catarina Mi ta, Jutiapa	14°26'	89°59'	1000
2.	325	Las Crucitas, Asunción Mi ta, Jutiapa	14°20'	89°42'	490
3.	332	El Tempisque, Jalpatagua, Jutiapa	14°03'	89°57'	500
4.	368	El Tamarindo, Sayaxché, Petén	16°30'	90°11'	180
5.	385	El Doce, San Antonio, San Benito, Petén	16°52'	90°00'	130
6.	386	El Doce, San Antonio, San Benito, Petén	16°53'	90°00'	130
7.	409	Fca. Miranda, Nueva Unión Dolores, Petén	17°45'	89°31'	200
8.	439	Las Camelias, Livingston, Izabal	15°43'	88°57'	5
9.	452	Quirigua, Los Amates, Iza bal	15°15'	89°06'	80
10.	478	Carabajal, Panzos, Alta Verapaz	15°25'	89°45'	110
11.	536	El Tamarindo, Sayaxché, Petén	16°27'	90°10'	120
12.	559	San Francisco, Petén	16°50'	89°52'	220
13.	626	Las Pozas, Morales, Izabal	15°28'	88°49'	40
14.	630	Montufar, Los Amates, Izabal	15°22'	88°58'	60
15.	729	Fca. Nueva, Los Amates Izabal	15°13'	80°03'	100
16.	745	Tenedores, Morales, Izabal	15°33'	88°38'	25
17.	845	Madronales, La Blanca, Ocos, San Marcos	14°36'	92°09'	10
18.	854	Pampa Seca, Caballo Blan- co, Retalhuleu	14°30'	91°50'	30
19.	881	Parcelamiento Montufar Jutiapa	13°49'	90°09'	20
20.	888	Calle Central entre 5a. y 6a.L., Cuyuta, Escuintla	14°05'	90°51'	40
21.	896	Sector 3, Palo Blanco, Nva. Concepción, Escuintla	14°11'	91°18'	60
22.	921	Raxquix, Tucurú, Alta Ve- rapaz	15°17'	90°08'	300
23.	924	Shalac, Panzos, Alta Verap.	15°23'	89°43'	90
24.	928	Secatalcab, Cahabón, Alta Verapaz	15°35'	89°46'	400
25.	939	El Milagro, Uspantán, Quiché	15°56'	90°47'	220

FUENTE: Informe Final del Proyecto de Recolección de Algunos Cultivos Nativos de Guatemala (1)

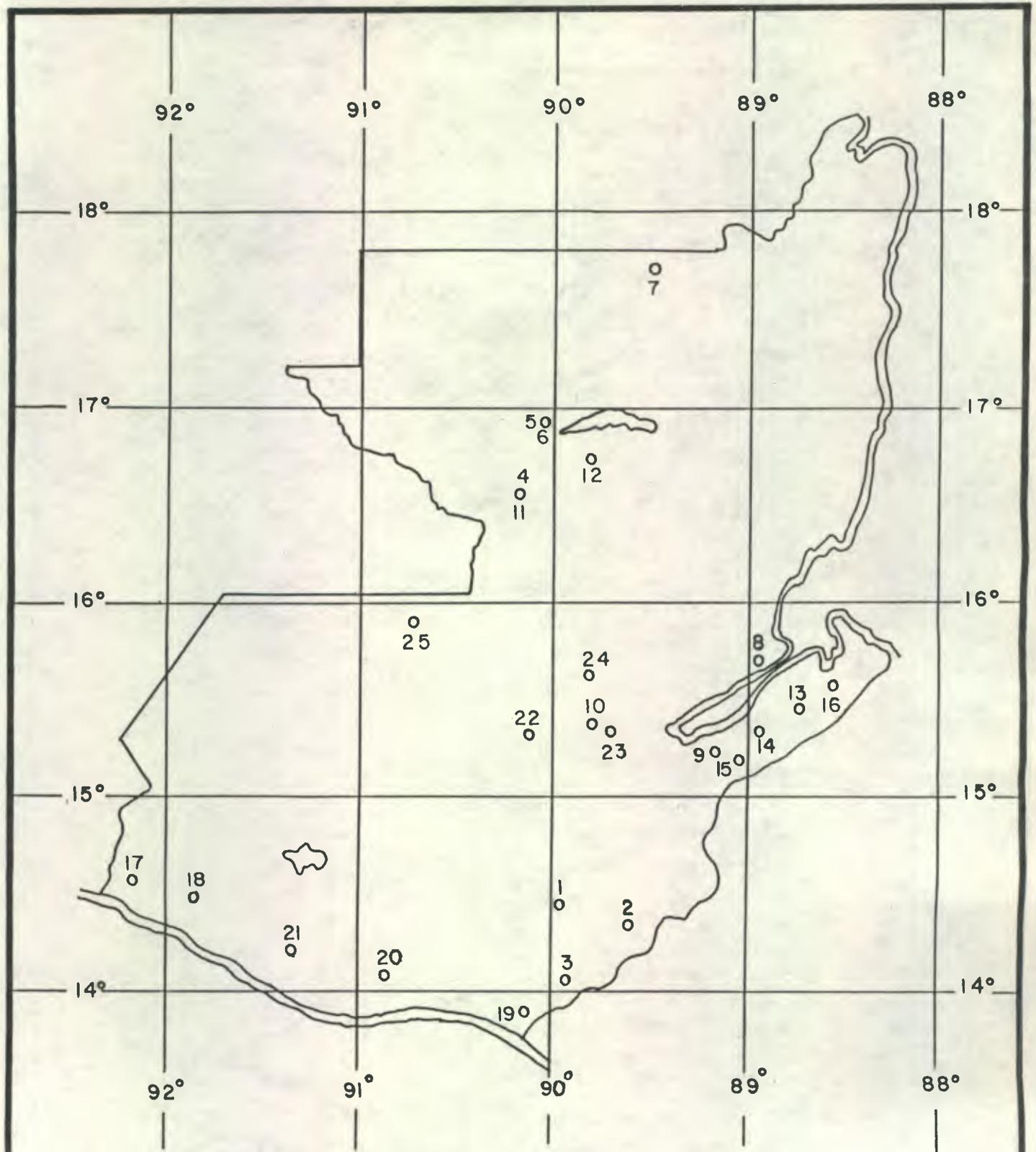


Figura 1. Mapa de Guatemala que muestra las localidades de recolección de los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

### 5.3 Metodología Experimental

#### 5.3.1 Diseño estadístico

El diseño utilizado corresponde a un látice triple 5 X 5. Se evaluaron 25 entradas en 3 repeticiones y se establecieron 75 unidades experimentales con un área total de 1175 metros cuadrados. Cada unidad experimental constó de 5 m. de largo y 3 m. de ancho. La distancia de siembra fue de 1.50 m. entre hileras y 1.00 entre plantas. Cada parcela constó de 10 plantas, evaluándose las 6 plantas centrales, la figura 2 muestra el área ocupada y la distribución de campo de los 25 cultivares caracterizados.

#### 5.3.2 Modelo estadístico

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

Repeticiones:  $i = 1, 2 \text{ y } 3$

Bloque:  $j = 1, 2, 3, 4 \text{ y } 5$

Tratamiento:  $k = 1, 2, \dots, 25$

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$M$  = Efecto de la media general

$R_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima repetición

$B_{ij}$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque dentro de la  $i$ -ésima repetición

$T_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo tratamiento

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

### 5.4 Manejo del Experimento

El estudio de caracterización de los 25 cultivares de yuca se realizó en un período de 10 meses (junio 1987 a abril 1988). En lo referente a la etapa de campo, la siembra se realizó el 10 y 11 de junio de 1987 y la cosecha el 20, 21 y 22 de enero de 1988. La secuencia desarrollada fue la siguiente:

#### 5.4.1 Preparación del terreno

Se realizó un paso de arado y dos de rastra.

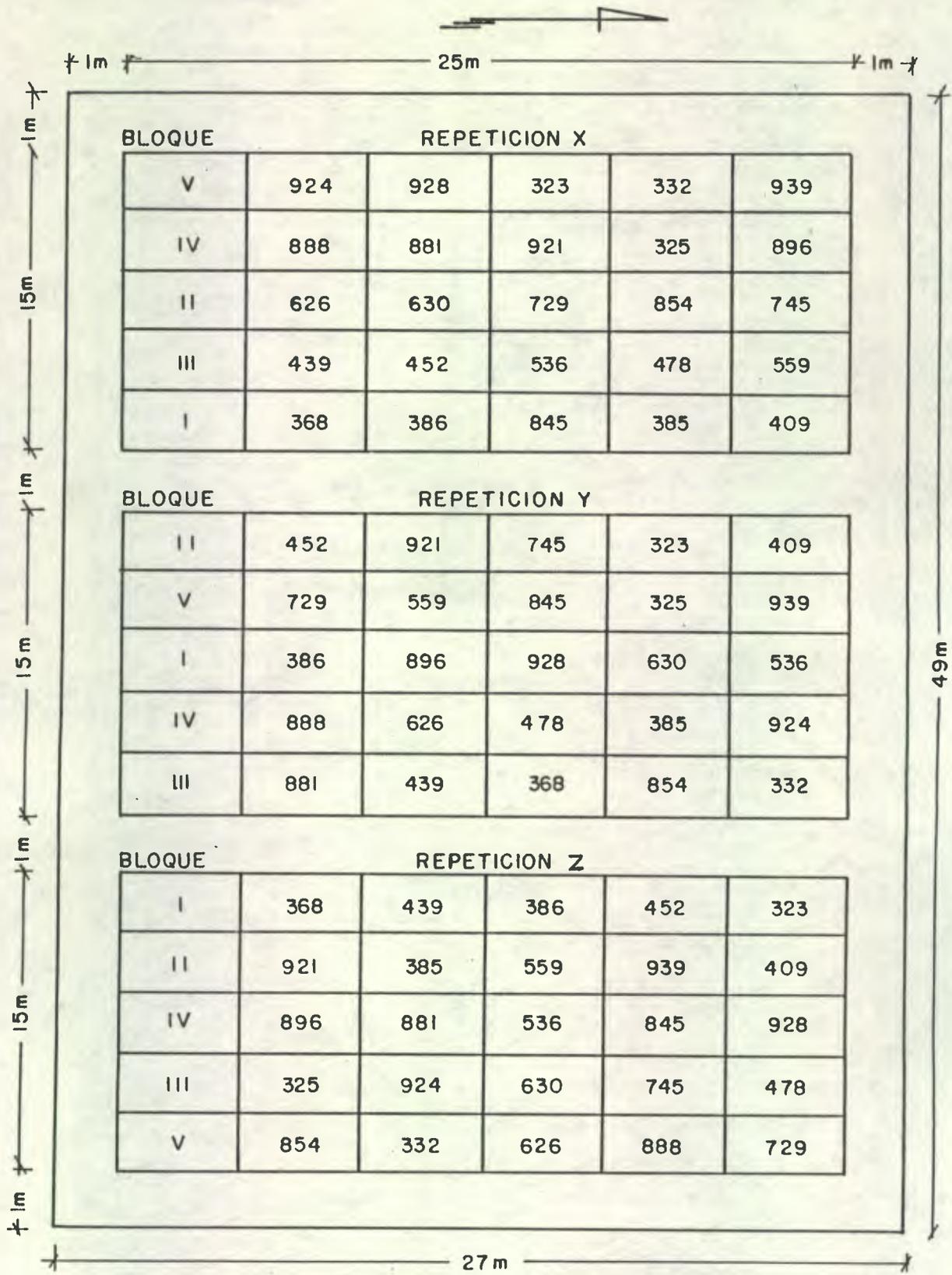


Figura 2. Area ocupada y distribución de campo de los 25 cultivares de yuca *Manihot esculenta* Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

#### 5.4.2 Siembra

Se sembraron estacas de 20 cm de largo, con 4 ó 5 yemas. La distancia de siembra entre surcos fue de 1.50 m. y entre plantas de 1.00 m.

#### 5.4.3 Control de malezas

Se realizaron 4 aplicaciones de herbicida y 5 limpiezas en forma manual durante los primeros 120 días del establecimiento del cultivo, ya que se ha determinado que el período crítico de competencia ocurre en ese lapso de tiempo (4).

#### 5.4.4 Control de plagas y enfermedades

Se trató de dar las condiciones naturales, en lo posible, con el objeto de que cada material expresara su potencial genético. Se realizaron aplicaciones de tamarón 600 SL y thiodan con el propósito de controlar el ataque de mosca del cogollo Silba pendula. No se realizó ningún control para enfermedades por no considerarse necesario.

#### 5.4.5 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cortando la parte aérea de la planta a unos 30 cm del suelo, para luego arrancar las raíces tirando de la planta. Esta actividad se realizó del 20 al 22 de enero de 1988.

#### 5.5 Análisis de la Información

Se tomaron datos que corresponden a caracteres del estado vegetativo del cultivo de 18 plantas por cultivar; los datos se registraron de acuerdo al descriptor para el género Manihot elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos, presentado en el cuadro 28. Caracteres de inflorescencia, fruto y semilla no fue posible incluir en el presente estudio debido a que únicamente 3 cultivares presentaron floración durante el tiempo de duración del mismo, que fue de 10 meses.

La variabilidad expresada en los datos presentados en el cuadro 3 fue sometida a los análisis siguientes: análisis de varianza, prueba de medias Tukey, análisis de correlación y análisis de agrupamiento.

Los resultados del análisis bromatológico fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de medias Tukey, con el propósito de comparar estadísticamente los 25 cultivares caracterizados en relación a contenidos de % de materia seca, % de almidón, % de azúcares solubles, % de fibra cruda, % de cenizas y energía (Kcal/100 gramos), y establecer la variabilidad bromatológica. Los resultados obtenidos son presentados en los cuadros del 20 al 25.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentan los cuadros del 2 al 26 que corresponden a los resultados obtenidos de la caracterización de 25 cultivares de yuca.

En los caracteres observados y registrados de acuerdo al descriptor del CIRF, se observa que algunos se manifestaron en forma constante en los 25 cultivares caracterizados, éstos se describen en el cuadro 2 con su respectivo estado.

Cuadro 2. Variables constantes en yuca Manihot esculenta Crantz manifestados en la caracterización de 25 cultivares en el municipio Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

Variables	Estado
Borde de la estípula	Lanciniado
Hábito de crecimiento del tallo joven	Recto
Forma de la raíz almacena- dora	Cónica-cilíndrica

El resto de variables (cuantitativas y cualitativas) no se manifestaron de manera constante, como puede observarse en el cuadro general de caracterización -3-, discutiéndose a continuación el resultado de la variabilidad existente.

Cuadro 3. Caracterización de 25 cultivares de Yuca Manihot esculenta  
Crotz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1969

Muestra de Colecta		323	325	332	388	385	386	409	429	452	478	536	559	626	638	729	745	845	854	881	898	896	921	924	928	939	
Porcentaje de brotación de las estacas		61	72	100	44	28	78	67	45	89	29	89	67	89	94	78	72	100	72	83	67	83	35	78	17	59	
Vigor inicial	3 bajo																										
	5 mediana																										
	7 vigoroso	X	X	X	X		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Color del meristemo apical	3 verde claro				X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5 verde oscuro	X	X	X			X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7 verde púrpura					X				X																	X
Color de la primera hoja completamente extendida	3 verde clara				X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5 verde oscuro	X	X	X			X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7 púrpura					X				X																	X
Número de lóbulos de la hoja		7	7	7	9	7	9	9	9	9	7	7	9	9	9	7	9	7	7	9	9	9	7	7	7	7	
Forma del lóbulo central	1 oblongo-lanceolado	X	X	X										X			X										
	2 linear																										
	3 elíptica																										
	4 pandurada																									X	X
	5 lanceolado				X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6 combinación																										
Longitud del lóbulo central (cm)		14.7	15.88	16.88	15.67	16.62	15.95	14.82	16.25	14.87	16.17	16.25	17.21	17.58	16.82	17.84	16.12	16.86	16.73	17.47	18.08	17.5	14.32	17.64	15.83	15.79	
Ancho de lóbulo central (cm)		3.82	3.22	3.11	3.9	4.16	4.24	3.88	3.87	3.84	3.67	3.48	3.86	3.33	3.4	4.11	3.32	4.9	4.29	4	4.31	3.77	5.12	3.67	1.5	2.39	
Color de la nervadura de la hoja	3 verde claro													X	X	X											X
	5 verde oscuro	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7 verde púrpura					X												X									X
	9 púrpura																										
Largo del peciolo	8 ausente																										
	3 corto (5-10 cm)																										
	5 mediano (15-20 cm)																	X	X								
Color del peciolo	7 largo (25-30 cm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3 verde claro													X	X												
	5 verde oscura																										
	7 verde púrpura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distribución de las anclanancias en el peciolo	9 púrpura																										X
	8 ausente													X	X												
	1 parte superior	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ancho de inserción del peciolo	2 parte central																										
	3 totalmente pigmentado																										X
	0 no hay peciolo																										
	3 15 - 30 grados																										
Presencia de las hojas jóvenes	5 45 - 60 grados																										
	7 75 - 90 grados	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	0 ausente																										X
	3 poco pubescentes																										
Proeminencia de la cicatriz de la hoja ovidio sobre la cicatriz fresca	5 moderadamente pubesc.	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7 muy pubescentes																										
	3 poco prominente																										X
Largo de la estipula (cm)	5 moderada prominencia	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7 prominente																										
	1 recto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Forma de la estipula	2 zig-zag																										
	1 lanceolado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2 serrado																										
	3 entero																										
Número de crecimiento del tallo joven	4 otro																										
	2 zig-zag																										
Tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra		21.00	19.83	21.00	16.87	16.6	17.00	20.50	19.75	18.50	14.50	20.20	18.62	14.00	14.00	—	14.00	18.00	12.12	19.75	13.29	20.40	—	16.75	19.50	14.40	
Tiempo a la segunda ramificación apical en semanas desde la siembra		—	—	—	21.50	20.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.00	16.00	24.00	12.67	—	—	20.00	—	20.40	



## 6.1 Análisis de Varianza y Prueba de Tukey

Para establecer la diferencia estadística entre los cultivares de yuca se sometieron a análisis de varianza las 12 variables cuantitativas mencionadas en el cuadro 4, en un diseño de látice triple 5 X 5, estableciéndose los grupos iguales y diferentes a través de la prueba de medias Tukey. De las 12 variables analizadas 2 resultaron no significativas en la prueba de F.

### 6.1.1 Análisis de porcentaje de brotación de las estacas

Del análisis estadístico practicado a los datos obtenidos del porcentaje de brotación de las estacas de los 25 cultivares de yuca caracterizados, se obtuvo que existe diferencia altamente significativa entre cultivares.

Como puede observarse en el cuadro 5 el cultivar 385 es diferente a los restantes cultivares caracterizados y es el de menor porcentaje de brotación con 27.67%, en tanto que 21 cultivares son estadísticamente iguales conformando el grupo superior con porcentajes de brotación que oscilan desde 50% para el cultivar 939 a 100% para el cultivar 845.

### 6.1.2 Análisis del ancho del lóbulo central

Mediante el análisis de varianza se estableció que en relación al ancho del lóbulo central, existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados y a través de la prueba de tukey se estableció que los cultivares 921, 845, 888, 854, 386, 385, 729, 559 y 881, son estadísticamente iguales, siendo éstos los que presenten mayor ancho del lóbulo con: 5.09, 4.90, 4.49, 4.29, 4.22, 4.17, 4.17, 4.04 y 4 cm, respectivamente. El último grupo establecido a través de la prueba de medias, lo conforman los cultivares 939 y 928, los cuales tienen el menor ancho del lóbulo central con 2.33 y 1.5 cm, respectivamente, el cuadro 6 presenta los resultados descritos.

**Cuadro 4. Listado de variables cuantitativas sometidas al análisis de varianza y prueba de Tukey, en la caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

---

V-01	Porcentaje de brotación de las estacas
V-02	Ancho del lóbulo central (cm)
V-03	Largo de la estípula (cm)
V-04	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)
V-05	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (Kg)
V-06	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)
V-07	Número de raíces almacenadoras por planta
V-08	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)
V-09	Porcentaje de raíces comerciales por planta
V-10	Índice de cosecha
V-11	Longitud del lóbulo central (cm)
V-12	Largo de la raíz almacenadora (cm)

---

**Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de porcentaje de brotación de las estacas. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**  
**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	31361.478	825.302	3.39**	0.0002
Error	34	8288.767	243.787		
Total	72	39650.246			

Coefficiente de variación: 22.145 %  
 Prueba de Tukey

Colecta No.	promedio	Identificación
845	100.00	A
332	100.00	A
630	94.33	AB
452	89.00	ABC
536	88.67	ABC
626	88.67	ABC
881	83.33	ABC
896	83.33	ABC
729	78.00	ABC
386	77.67	ABCD
924	77.67	ABCD
325	72.33	ABCD
854	72.33	ABCD
745	72.00	ABCD
559	66.67	ABCD
409	66.67	ABCD
888	66.33	ABCD
323	61.00	ABCD
921	55.67	ABCD
928	50.00	ABCD
939	50.00	ABCD
368	44.33	ABCD
439	44.33	BCD
478	39.00	BCD
385	27.67	CD
		D

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del ancho del lóbulo central (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	32.518	0.856	7.42**	0.0001
Error	34	3.920	0.115		
Total	72	36.438			

Coefficiente de variación: 9.019%  
Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
921	5.090	A
845	4.900	AB
888	4.497	ABC
854	4.297	ABCD
386	4.217	ABCDE
385	4.173	ABCDEF
729	4.167	ABCDEF
559	4.040	ABCDEF
881	4.003	ABCDEF
368	3.917	BCDEF
452	3.863	BCDEF
409	3.857	BCDEF
439	3.843	BCDEF
896	3.777	BCDEF
924	3.643	CDEF
478	3.597	CDEF
536	3.467	CDEFG
630	3.407	CDEFG
745	3.347	DEFG
626	3.323	DEFG
325	3.217	DEFG
332	3.107	EFG
323	3.030	FG
939	2.333	GH
928	1.500	H

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

### 6.1.3 Análisis del largo de la estípula

Estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados, permitiendo la prueba de medias, establecer que 19 cultivares son estadísticamente iguales conformando el grupo superior, con el largo de la estípula oscilando desde 1.42 cm, para el cultivar 386 a 0.99 cm, para el cultivar 630.

En el cuadro 7 se observa que el cultivar 939 es diferente a los demás cultivares caracterizados debido a que presenta la estípula más pequeña, con 0.81 cm de largo.

### 6.1.4 Análisis de altura de la planta a la cima de la copa

Entre los cultivares caracterizados existe diferencia altamente significativa en cuanto a la altura de la planta a la cima de la copa. A través de la prueba de Tukey se estableció que los cultivares 888 y 386 son iguales estadísticamente como puede observarse en el cuadro 8 y son los que tienen mayor altura de la planta, con 254.67 cm y 209.00 cm, respectivamente. El cultivar 478 es el que presentó menor altura con 132.33 cm, y estadísticamente es diferente a los otros 24 cultivares caracterizados.

### 6.1.5 Análisis del total de peso fresco del follaje y tallo por planta

De acuerdo al análisis de varianza presentado en el cuadro 9, existe diferencia altamente significativa entre los cultivares caracterizados en cuanto al total de peso fresco del follaje y tallo por planta, y por medio de la prueba de Tukey se llegó a establecer que los cultivares 385, 386, 881, 939, 888, 478, 368 y 921 se consideran estadísticamente iguales y de mayor peso con 5.08, 4.46, 3.35, 3.25, 3.19, 3.14, 3.13 y 2.86 kg, respectivamente.

Los cultivares con menor peso son el 452, 854, 325, 332, 559, 928 y 323 estadísticamente considerados iguales, formando el grupo inferior con 1.98, 1.86, 1.85, 1.77, 1.72, 1.70 y 1.66 kg, respectivamente.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del largo de la estípula (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	1.722	0.045	2.71**	0.002
Error	34	0.569	0.017		
Total	72	2.291			

Coefficiente de variación: 12.237%

**Prueba de Tukey**

Colecta No.	Promedio	Identificación
386	1.423	A
439	1.267	AB
881	1.240	ABC
368	1.220	ABC
888	1.177	ABC
559	1.160	ABC
924	1.120	ABC
845	1.120	ABC
854	1.120	ABC
896	1.097	ABC
325	1.067	ABC
745	1.057	ABC
332	1.030	ABC
323	1.017	ABC
478	1.007	ABC
626	0.997	ABC
536	0.997	ABC
452	0.997	ABC
630	0.997	ABC
928	0.950	BC
385	0.900	BC
729	0.893	BC
921	0.860	BC
409	0.837	BC
939	0.817	C

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 8. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de altura de la planta a la cima de la copa (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	48299.931	1271.050	6.27**	0.0001
Error	34	6890.753	202.669		
Total	72	55190.684			

Coefficiente de variación: 8.316%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
888	254.67	A
386	209.00	AB
881	202.33	BC
924	199.00	BCD
921	186.00	BCD
939	181.00	BCDE
439	181.00	BCDE
896	176.67	BCDEF
325	174.33	BCDEF
928	173.00	BCDEF
845	171.33	BCDEF
559	170.67	BCDEF
745	161.67	BCDEF
536	160.67	CDEF
368	160.67	CDEF
385	159.67	CDEF
630	159.00	CDEF
323	156.00	CDEF
332	155.67	CDEF
452	155.67	CDEF
626	154.67	CDEF
854	154.67	CDEF
409	154.00	DEF
729	137.00	EF
478	132.33	F

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del total de peso fresco del follaje y tallo por planta (Kg). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	55.359	1.459	3.27**	0.0004
Error	34	15.144	0.445		
Total	72	70.503			

Coefficiente de variación: 24.881%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
385	5.083	A
386	4.460	AB
881	3.350	ABC
939	3.250	ABC
888	3.193	ABC
478	3.143	ABC
368	3.133	ABC
921	2.867	ABC
536	2.813	BC
439	2.783	BC
845	2.567	BC
745	2.557	BC
896	2.533	BC
630	2.497	BC
729	2.427	BC
409	2.420	BC
626	2.403	BC
924	2.393	BC
452	1.980	C
854	1.857	C
325	1.847	C
332	1.767	C
559	1.717	C
928	1.700	C
323	1.663	C

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

#### **6.1.6 Análisis del diámetro de la raíz almacenadora**

El análisis de varianza y la prueba de medias Tukey practicados con los datos del diámetro de la raíz almacenadora indican que estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los 25 cultivares de yuca caracterizados, formándose dos grupos, como puede observarse en el cuadro 10.

El primer grupo está formado por 10 cultivares que presentan los mayores valores de diámetro de la raíz y van de 5.61 cm en el cultivar 939 a 4.57 cm en el cultivar 928.

El segundo grupo está formado por 15 cultivares que estadísticamente son iguales y presentan los valores más bajos del diámetro de la raíz que van de 4.51 cm en el cultivar 385 a 3.92 cm en el cultivar 409.

#### **6.1.7 Análisis del número de raíces almacenadoras por planta**

Según el análisis de varianza existe diferencia altamente significativa para el número de raíces almacenadoras por planta y la prueba de Tukey establece que 22 cultivares con estadísticamente iguales con valores que van de 12 raíces almacenadoras para el cultivar 630 a 7 raíces almacenadoras para el cultivar 928.

Los cultivares 332, 325 y 385 forman el grupo inferior con valores de 6.33, 6.00 y 6.00 respectivamente, considerados estadísticamente iguales, estos resultados son presentados en el cuadro 11.

#### **6.1.8 Análisis del total de peso de las raíces almacenadoras por planta**

Los resultados presentados en el cuadro 12 indican que estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los cultivares caracterizados, observándose traslape entre los grupos establecidos por la prueba de medias, no obstante, se determinó que 18 cultivares son estadísticamente iguales, conformando el grupo que presenta mayor peso de las raíces almacenadoras con valores que van de 5.64 kg en el cultivar 939 a 3.11 kg en el cultivar 559. En tanto

**Cuadro 10. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del diámetro de la raíz almacenadora (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	10.143	0.267	2.63 **	0.0026
Error	34	3.451	0.101		
Total	72	13.594			

Coefficiente de variación: 7.109%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
939	5.610	A
745	4.977	AB
896	4.870	AB
924	4.867	AB
845	4.773	AB
559	4.687	AB
630	4.603	AB
888	4.603	AB
881	4.580	AB
928	4.570	AB
385	4.517	B
536	4.490	B
478	4.473	B
626	4.380	B
386	4.367	B
439	4.350	B
368	4.310	B
323	4.307	B
921	4.243	B
729	4.217	B
332	4.197	B
452	4.107	B
325	4.057	B
854	4.033	B
409	3.917	B

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 11 Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del número de raíces almacenadoras por planta. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	205.686	5.412	2.17 **	0.0122
Error	34	84.944	2.498		
Total	72	290.630			

Coefficiente de variación: 17.834%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
630	12.000	A
729	11.000	AB
921	11.000	AB
626	10.333	AB
888	10.333	AB
439	10.000	AB
939	9.667	AB
386	9.667	AB
409	9.333	AB
452	9.333	AB
854	9.333	AB
478	9.333	AB
896	9.000	AB
845	9.000	AB
368	9.000	AB
536	8.667	AB
745	8.333	AB
559	7.667	AB
881	7.333	AB
924	7.333	AB
323	7.333	AB
928	7.000	AB
332	6.333	B
325	6.000	B
385	6.000	B

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 12. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada Pr. F
Tratamiento	38	86.309	2.271	3.80 ** 0.0001
Error	34	20.340	0.598	
Total	72	106.649		

Coefficiente de variación: 21.353%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
939	5.640	A
888	4.847	AB
896	4.717	ABC
745	4.667	ABC
368	4.667	ABC
630	4.377	ABCD
478	4.310	ABCDE
386	4.123	ABCDE
881	4.120	ABCDE
924	4.037	ABCDE
439	4.033	ABCDE
626	3.890	ABCDE
385	3.683	ABCDE
729	3.457	ABCDE
845	3.453	ABCDE
452	3.350	ABCDE
536	3.233	ABCDE
559	3.110	ABCDE
921	2.800	BCDE
323	2.550	BCDE
409	2.477	BCDE
928	2.430	BCDE
854	2.200	CDE
332	1.843	DE
325	1.747	E

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

que el cultivar 325 es el que presenta menor peso de las raíces almacenadoras por planta, con 1.75 Kg, diferenciándose del resto de cultivares caracterizados.

#### **6.1.9 Análisis del porcentaje de raíces comerciales por planta**

Estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados, según el análisis de varianza efectuado para la variable porcentaje de raíces comerciales por planta. La prueba de medias establece que el grupo superior que presenta los mayores porcentajes de raíces comerciales por planta está conformado por 21 cultivares que poseen porcentajes de raíces comerciales desde 86.33% para el cultivar 924 a 63.00% para el cultivar 536. Los cultivares que conforman el grupo inferior son 409 y 854 con 55.00% y 53.67% de raíces comerciales, respectivamente, estos resultados son presentados en el cuadro 13.

#### **6.1.10 Análisis del índice de cosecha**

Entre los cultivares caracterizados existe diferencia altamente significativa en cuanto al índice de cosecha, tal como lo demuestra el análisis estadístico practicado, presentado en el cuadro 14. El cultivar 385 es diferente a los restantes cultivares caracterizados y es el de menor índice de cosecha con un valor de 0.42, en tanto que 22 cultivares son estadísticamente iguales, conformando el grupo superior, con índices que oscilan desde 0.65 para el cultivar 559 a 0.52 para el cultivar 921.

#### **6.1.11 Análisis de longitud del lóbulo central**

El análisis de varianza realizado con los datos de longitud del lóbulo central de los 25 cultivares de yuca caracterizados, reporta que entre los 25 cultivares no existe diferencia estadística, por lo que todos son considerados iguales estadísticamente, los resultados obtenidos son presentados en el cuadro 15. La longitud del lóbulo central varía de 18.08 cm en el cultivar 888 a 14.32 cm en el cultivar 921, que presenta la menor longitud. (cuadro 3)

Cuadro 13. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del porcentaje de raíces comerciales por planta. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	5718.184	150.478	2.43 **	0.005
Error	34	2103.788	61.876		
Total	72	7821.972			

Coefficiente de variación: 11.308%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
924	86.333	A
881	84.000	AB
896	83.333	AB
939	77.000	ABC
745	76.000	ABC
385	74.667	ABC
478	74.333	ABC
845	72.667	ABC
888	71.000	ABC
626	70.333	ABC
729	70.000	ABC
559	69.667	ABC
332	69.667	ABC
630	69.333	ABC
323	68.667	ABC
368	68.333	ABC
928	68.000	ABC
386	66.667	ABC
452	66.667	ABC
439	63.333	ABC
536	63.000	ABC
325	58.667	BC
921	57.667	BC
409	55.000	C
854	53.667	C

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 14. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis del índice de cosecha. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	0.247	0.006	4.02**	0.0001
Error	34	0.055	0.002		
Total	72	0.302			

Coefficiente de variación: 6.901%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
559	0.653	A
896	0.646	AB
939	0.643	AB
630	0.636	AB
452	0.636	AB
924	0.626	ABC
745	0.623	ABC
729	0.620	ABC
626	0.620	ABC
368	0.610	ABC
478	0.600	ABC
536	0.596	ABC
888	0.593	ABC
323	0.590	ABC
845	0.590	ABC
439	0.586	ABC
928	0.580	ABC
854	0.576	ABC
881	0.543	ABCD
332	0.523	ABCD
386	0.520	ABCD
921	0.520	ABCD
325	0.516	BCD
409	0.496	CD
385	0.420	D

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el análisis de longitud del lóbulo central (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción Escuintla, Guatemala. 1989

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	99.250	2.612	1.47	N.S. 0.1279
Error	34	60.323	1.774		
Total	72	159.573			

Coefficiente de variación: 8.135%

Cuadro 16. Análisis de varianza para el análisis del largo de la raíz almacenadora (cm). Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	38	1955.958	51.473	1.18	N.S. 0.3131
Error	34	1482.181	43.593		
Total	72	3438.139			

Coefficiente de variación: 15.573%

### 6.1.12 Análisis de largo de la raíz almacenadora

Según los resultados de no significancia de la prueba de F, del análisis de varianza realizado con los datos del largo de la raíz almacenadora, presentados en el cuadro 16, indican que estadísticamente los 25 cultivares caracterizados son iguales. El largo de la raíz almacenadora varía de 51.23 cm en el cultivar 881 a 36.22 cm en el cultivar 332, que es el que presenta menor largo de la raíz almacenadora. (Cuadro 3)

### 6.2 Correlaciones

El análisis de correlación múltiple se efectuó con 14 variables cuantitativas, enumeradas en el cuadro 17, con el propósito de determinar cual es el grado de asociación que existe entre 2 variables tomando como base el coeficiente de correlación. Se considera que un coeficiente de correlación es alto cuando está cerca de 1 ó -1, y a medida que tiende a 0 la correlación disminuye o es nula.

El cuadro 18 describe las correlaciones con valores de significancia de 0.45 o más. Cada variable se encuentra ordenada de acuerdo a los valores de correlación del mayor al menor.

La variable longitud del lóbulo central correlacionó positivamente con la altura de la primera ramificación y con el porcentaje de raíces comerciales por planta; de acuerdo con el cuadro de caracterización -3- puede observarse que los cultivares 881, 888, 896 y 924 que presentan el lóbulo central de mayor tamaño también presentan mayor altura a la primera ramificación y mayor porcentaje de raíces comerciales por planta, ésto puede indicarnos que la longitud del lóbulo central de la hoja es importante como parámetro fisiológico y tiene influencia en el rendimiento de las plantas.

El tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra correlacionó negativamente con el número de raíces almacenadoras por planta, de acuerdo al cuadro 3, se observa que las plantas que presentan menor tiempo a la primera ramificación apical, poseen un mayor número de raíces almacenadoras por planta.

**Cuadro 17. Listado de variables cuantitativas sometidas al análisis de correlación múltiple, procedentes de los datos de caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

---

V-01	Porcentaje de brotación de las estacas
V-02	Longitud del lóbulo central (cm)
V-03	Ancho del lóbulo central (cm)
V-04	Largo de la estípula (cm)
V-05	Tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra
V-06	Altura de la primera ramificación (cm)
V-07	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)
V-08	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (Kg)
V-09	Largo de la raíz almacenadora (cm)
V-10	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)
V-11	Número de raíces almacenadoras por planta
V-12	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)
V-13	Porcentaje de raíces comerciales por planta
V-14	Indice de cosecha

---

**Cuadro 18** Correlaciones significativas entre variables cuantitativas sometidas a correlación múltiple en la caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

---

V-02	Longitud del lóbulo central (cm)	
V-06	Altura de la primera ramificación (cm)	0.5537
V-13	Porcentaje de raíces comerciales por planta	0.5132
V-05	Tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra	
V-11	Número de raíces almacenadoras por planta	-0.5717
V-06	Altura de la primera ramificación (cm)	
V-07	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)	0.7001
V-08	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (Kg)	
V-12	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)	0.5102
V-14	Índice de cosecha	-0.4738
V-09	Largo de la raíz almacenadora (cm)	
V-12	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)	0.6473
V-10	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)	
V-12	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)	0.6967
V-13	Porcentaje de raíces comerciales por planta	0.6773
V-12	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)	
V-13	Porcentaje de raíces comerciales por planta	0.5898
V-14	Índice de cosecha	0.4570

---

La variable altura de la primera ramificación está íntimamente asociada con la altura de la planta a la cima de la copa, ya que las plantas que presentan mayor altura, también presentan mayor altura de la primera ramificación.

El total de peso fresco del follaje y tallo por planta correlacionó positivamente con el total de peso de las raíces almacenadoras por planta; sin embargo, se dió correlación negativa con el índice de cosecha, lo que es debido a que la yuca se cosechó a los 7 meses y aún no se había producido la suficiente acumulación de materias de reserva en las raíces.

El largo de la raíz almacenadora es una variable asociada con el total de peso de las raíces almacenadoras por planta siendo así que los cultivares que tienen las raíces más largas, también tienen el mayor peso total de raíces almacenadoras por planta, ésto se observa, por ejemplo, en los cultivares 368, 386, 630, 888, 896 y 939.

La variable diámetro de la raíz almacenadora correlacionó significativamente con el total de peso de las raíces almacenadoras por planta y con el porcentaje de raíces comerciales por planta, es así que los cultivares 881, 896, 924 y 939, donde se observan los mayores diámetros, también se observan los mayores valores de peso de las raíces almacenadoras y de porcentajes de raíces comerciales por planta.

El total de peso de las raíces almacenadoras por planta está asociado con el porcentaje de raíces comerciales por planta y con el índice de cosecha, como puede observarse en los cultivares 896, 924 y 939.

### **6.3 Análisis Bromatológico**

En el cuadro 19 se presentan los resultados del análisis bromatológico; realizado con el fin de estudiar la variabilidad bromatológica existente en los cultivares de yuca caracterizados y efectuado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-.

**Cuadro 19. Componentes bromatológicos de las raíces almacenadoras de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

<b>Cultivar No.</b>	<b>% Materia Seca</b>	<b>% Almidones</b>	<b>% Azucares Solubles</b>	<b>% Fibra Cruda</b>	<b>% Cenizas</b>	<b>Kcal/ 100gr</b>
323	17.00	21.04	14.35	3.00	3.23	339.0
325	26.20	28.29	10.21	2.86	2.87	317.9
332	23.10	22.42	12.42	3.45	2.78	350.0
368	25.80	35.88	10.76	2.27	3.01	365.9
385	29.90	20.70	17.94	3.63	3.86	358.8
386	32.90	33.12	9.38	3.22	3.63	331.5
409	25.50	25.53	14.35	1.80	2.82	311.5
439	30.30	22.52	5.52	1.77	3.50	295.8
452	26.50	28.90	10.21	2.10	2.96	356.3
478	29.50	42.78	5.97	1.90	2.92	324.9
536	21.50	24.84	13.25	2.96	3.62	384.8
559	16.50	38.64	12.42	2.84	2.84	359.3
626	30.70	31.05	5.80	1.43	3.10	371.4
630	31.10	20.70	5.98	1.87	3.14	376.6
729	36.30	32.42	6.35	2.16	3.24	313.8
745	22.50	41.40	11.32	2.89	2.90	363.2
845	19.60	30.36	15.46	3.74	2.96	365.9
854	22.40	21.39	18.74	3.00	2.74	325.6
881	19.00	26.22	13.25	2.99	3.67	371.0
888	24.30	25.53	6.90	2.41	3.40	352.2
896	24.60	23.80	9.94	2.18	3.00	366.1
921	21.50	27.94	5.52	2.40	3.28	358.5
924	16.60	28.29	13.52	3.04	3.71	327.7
928	17.70	29.67	15.18	3.04	3.88	364.1
939	27.60	21.39	11.56	2.81	3.70	331.7

La diferencia estadística de los componentes bromatológicos entre los cultivares de yuca se estableció por medio del análisis de varianza para un diseño completamente al azar, con 25 tratamientos y dos repeticiones, estableciéndose los grupos iguales y diferentes a través de la prueba de medias de Tukey.

### 6.3.1 Análisis de materia seca

Mediante el análisis de varianza se estableció que en relación al contenido de materia seca, existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados. En el cuadro 20 se observa que a través de la prueba de Tukey se estableció que los cultivares 729, 386, 630, 626, 439, 385, 478 y 939, son estadísticamente iguales y tienen el mayor contenido de materia seca con 36.30, 32.90, 31.10, 30.70, 30.30, 29.90, 29.50 y 27.60 por ciento, respectivamente. El último grupo establecido a través de la prueba de medias, lo conforman los cultivares 409, 896, 888, 332, 745, 854, 536, 921, 845, 881, 928, 323, 924 y 559, los cuales tienen el menor contenido de materia seca con 25.50, 24.60, 24.30, 23.10, 22.50, 22.40, 21.50, 21.50, 19.60, 19.00, 17.70, 17.00, 16.60 y 16.50 por ciento, respectivamente.

### 6.3.2 Análisis de almidón

Estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados, permitiendo la prueba de Tukey establecer que los cultivares 478, 745 y 559 son iguales y los que mayor contenido de almidón poseen, con porcentajes de 42.78, 41.40 y 38.64, respectivamente. En el cuadro 21 se observa que los cultivares con menor acumulación de almidón son: 881, 409, 888, 536, 896, 439, 332, 939, 854, 323, 630 y 385, y estadísticamente son iguales con 26.22, 25.53, 25.53, 24.84, 23.80, 22.52, 22.42, 21.39, 21.39, 21.04, 20.70 y 20.70 por ciento respectivamente.

### 6.3.3 Análisis de azúcares solubles

Como se presentan los resultados en el cuadro 22 los cultivares 854, 385, 845, 928, 323 y 409 son estadísticamente iguales siendo los

**Cuadro 20.** Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de materia seca, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	24	1417.763	69.073	11.81**	0.0001
Error	25	125.010	5.000		
Total	49	1542.773			

Coefficiente de variación: 9.037%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
729	36.30	A
386	32.90	AB
630	31.10	ABC
626	30.70	ABC
439	30.30	ABCD
385	29.90	ABCD
478	29.50	ABCD
939	27.60	ABCDE
452	26.50	BCDEF
325	26.20	BCDEF
368	25.80	BCDEFG
409	25.50	BCDEFGH
896	24.60	BCDEFGH
888	24.30	BCDEFGH
332	23.10	CDEFGH
745	22.50	CDEFGH
854	22.40	CDEFGH
536	21.50	DEFGH
921	21.50	DEFGH
845	19.60	EFGH
881	19.00	EFGH
928	17.70	FGH
323	17.00	GH
924	16.60	H
559	16.50	H

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 21. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de almidón, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	24	1966.928	81.955	29.40**	0.0001
Error	25	69.680	2.787		
Total	49	2036.608			

Coefficiente de variación: 5.921%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
478	42.78	A
745	41.40	AB
559	38.64	ABC
368	35.88	BCD
386	33.12	CDE
729	32.42	CDEF
626	31.05	DEFG
845	30.36	DEFGH
928	29.67	DEFGH
452	28.98	EFGHI
924	28.29	EFGHI
325	28.29	EFGHI
921	27.94	EFGHIJ
881	26.22	FGHIJK
409	25.53	GHIJK
888	25.53	GHIJK
536	24.84	GHIJK
986	23.80	HIJK
439	22.52	IJK
332	22.42	IJK
939	21.39	JK
854	21.39	JK
323	21.04	K
630	20.70	K
385	20.70	K

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 22. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de azúcares solubles expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Pr. F
Tratamiento	24	739.650	30.818	22.11**	0.0001
Error	25	34.850	1.394		
Total	49	774.500			

Coefficiente de variación: 10.682%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
854	18.74	A
385	17.94	AB
845	15.46	ABC
928	15.18	ABC
323	14.35	ABCD
409	14.35	ABCD
924	13.52	BCDE
881	13.25	BCDE
536	13.25	BCDE
559	12.42	CDE
332	12.42	CDE
939	11.56	CDEF
745	11.32	CDEF
368	10.76	CDEFG
325	10.21	DEFGH
452	10.21	DEFGH
896	9.94	DEFGH
386	9.38	EFGH
888	6.90	FGH
729	6.35	GH
630	5.98	GH
478	5.97	GH
626	5.80	H
921	5.52	H
439	5.52	H

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

cultivares superiores en cuanto al contenido de azúcares solubles, reportándose que poseen a los siete meses de plantados 18.74, 17.94, 15.46, 15.18, 14.35, y 14.35 por ciento de azúcares solubles, respectivamente. En tanto que los cultivares con menor contenido de azúcares solubles son 325, 452, 896, 386, 888, 729, 630, 478, 626, 921 y 439, estadísticamente iguales y con 10.21, 10.21, 9.94, 9.38, 6.90, 6.35, 5.98, 5.97, 5.80, 5.52 y 5.52 por ciento, respectivamente.

#### 6.3.4 Análisis de fibra cruda

Entre los cultivares caracterizados existe diferencia altamente significativa en cuanto al contenido de fibra cruda. A través de la prueba de medias se estableció que los cultivares 845 y 385 son iguales estadísticamente y son los que tienen mayor contenido de fibra cruda, con 3.74 y 3.63 por ciento, respectivamente. El cultivar 626 con 1.43 por ciento de fibra cruda, es el que menor contenido tiene de los 25 cultivares caracterizados y estadísticamente es diferente a los restantes 24 cultivares, resultados que son presentados en el cuadro 23.

#### 6.3.5 Análisis de cenizas

En el cuadro 24 se presentan los resultados de los análisis realizados con los datos de % de cenizas de los 25 cultivares de yuca caracterizados, reportando el análisis de varianza que entre los 25 cultivares existe diferencia estadística altamente significativa y la prueba de medias de Tukey establece que los cultivares 845, 928 y 385 son los que presentan los valores más altos de cenizas, siendo estadísticamente iguales, con 3.96, 3.88, 3.86 por ciento, respectivamente. El último grupo establecido lo conforman los cultivares 478, 745, 325, 559, 409, 332, 854, 939, presentando los valores más bajos de contenido de cenizas con 2.91, 2.90, 2.87, 2.84, 2.82, 2.78, 2.74 y 2.70 por ciento, respectivamente.

#### 6.3.6 Análisis de energía

El análisis de varianza practicado a los datos obtenidos del análisis de energía (Kcal/100 gr de yuca), demuestra que existe diferencia

**Cuadro 23. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de fibra cruda, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	24	18.383	0.766	203.39**	0.0001
Error	25	0.094	0.003		
Total	49				

Coefficiente de variación: 2.331%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
845	3.74	A
385	3.63	AB
332	3.44	BC
386	3.22	CD
924	3.04	DE
928	3.04	DE
323	3.00	DE
854	3.00	DE
881	2.98	DE
536	2.96	E
745	2.89	E
325	2.86	E
559	2.83	E
939	2.81	E
888	2.44	F
921	2.40	FG
368	2.27	FGH
896	2.18	GH
729	2.16	GH
452	2.10	HI
478	1.90	IJ
630	1.87	IJ
409	1.80	J
439	1.77	J
626	1.43	K

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 24. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de cenizas, expresado en gr por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

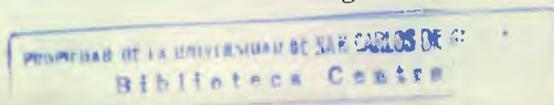
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	24	7.571	0.315	113.32**	0.0001
Error	25	0.069	0.002		
Total	49	7.640			

Coefficiente de variación: 1.633%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
845	3.965	A
928	3.885	AB
385	3.860	AB
924	3.710	BC
881	3.670	BC
386	3.630	C
536	3.625	C
439	3.495	CD
888	3.395	DE
921	3.280	DEF
729	3.245	EF
323	3.230	EF
630	3.145	FG
626	3.105	FGH
368	3.010	GHI
896	2.995	GHIJ
452	2.955	GHIJK
478	2.915	HIJKL
745	2.900	HIJKL
325	2.870	IJKL
559	2.840	IJKL
409	2.825	IJKL
332	2.780	JKL
854	2.740	KL
939	2.700	L

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.



**Cuadro 25. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de energía (Kcal/100 gr) en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

**Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr. F
Tratamiento	24	26759.386	1114.974	8.98**	0.0001
Error	25	3104.435	124.177		
Total	49	29863.821			

Coeficiente de variación: 3.208%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
536	384.80	A
630	376.65	AB
626	371.35	ABC
881	371.05	ABCD
896	366.15	ABCDE
368	365.90	ABCDE
845	365.85	ABCDE
928	364.10	ABCDE
745	363.20	ABCDEF
559	359.30	ABCDEFG
385	358.80	ABCDEFG
921	358.50	ABCDEFG
452	356.25	ABCDEFGH
888	352.20	ABCDEFGH
332	350.00	ABCDEFGH
323	336.90	BCDEFGHI
939	331.75	BCDEFGHI
386	331.50	BCDEFGHI
924	327.65	CDEFGHI
854	325.65	DEFGHI
478	324.90	EFGHI
325	317.85	FGHI
729	313.80	GHI
409	311.55	HI
439	295.80	I

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

altamente significativa entre los 25 cultivares caracterizados y la prueba de medias, presentada en el cuadro 25, permite diferenciar 15 cultivares estadísticamente iguales conformando el grupo superior, con contenidos que oscilan desde 384.80 Kcal/100 gr para el cultivar 536 a 350.00 Kcal/100 gr para el cultivar 332, en tanto que el grupo con menor contenido de kilocalorías por 100 gr de yuca, presenta valores que van desde 336.90 Kcal/100 gr para el cultivar 323 a 295.80 Kcal/100 gr para el cultivar 439.

#### 6.4 Análisis de Grupos

Para determinar el grado de similitud entre los 25 cultivares de yuca caracterizados, se realizó el análisis de grupos con las 43 variables mencionadas en el cuadro 26, eligiéndose aquellas que presentaron mayor variabilidad para determinar en mejor forma los grupos existentes.

En la figura 3 se puede observar el fenograma o mapeo de grupos que resume los resultados obtenidos del análisis de grupos realizado a los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, objeto de caracterización.

En el fenograma se tiene en el lado izquierdo un promedio del ligamento normalizado (coeficiente de distancia) que comprende valores de 0 a infinito y nos indica que a medida que aumenta existe una menor distancia de unión entre cultivares por el menor número de caracteres similares entre los mismos.

El subgrupo 1.1 está integrado por los cultivares 386, 559, 745, 881, 896 y 924, que se unen en el coeficiente de distancia 0.49, mostrando similitud en las variables siguientes: porcentaje de brotación de las estacas de 67 a 83%, color de la primera hoja extendida verde oscuro, hojas con 7 a 9 lóbulos, longitud del lóbulo central de 15.95 a 17.64 cm, color de la nervadura de la hoja verde oscuro, color del pecíolo verde púrpura y con antocianinas en la parte superior, prominente cicatriz de la hoja, largo de la estípula de 1.05 a 1.31 cm, tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra de 16.75 a 20.4 semanas, ángulo entre el plano vertical y

**Cuadro 26. Listado de variables cuantitativas y cualitativas sometidas al análisis de grupos, en la caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Grantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989**

---

V-01	Porcentaje de brotación de las estacas
V-02	Vigor inicial
V-03	color del meristemo apical
V-04	Color de la primera hoja completamente extendida
V-05	Número de lóbulos de la hoja
V-06	Forma del lóbulo central
V-07	Longitud del lóbulo central (cm)
V-08	Ancho del lóbulo central (cm)
V-09	Color de la nervadura de la hoja
V-10	largo del pecíolo (cm)
V-11	Angulo de inserción del pecíolo
V-12	Color del pecíolo
V-13	Distribución de las antocianinas en el pecíolo
V-14	Pubescencia de las hojas jóvenes
V-15	Prominencia de la cicatriz de la hoja, medida sobre la cicatriz fresca
V-16	Largo de la estípula (cm)
V-17	Borde de la estípula
V-18	Hábito de crecimiento del tallo joven
V-19	Tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra.
V-20	Altura a la primera ramificación (cm)
V-21	Angulo de ramificación
V-22	Número de niveles de ramificación
V-23	Color del tallo
V-24	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)
V-25	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (Kg)
V-26	Forma de la planta
V-27	Posición de la raíz almacenadora
V-28	Pedúnculo de la raíz almacenadora

---

Cont. C. 26

---

- V-29 Forma de la raíz almacenadora
  - V-30 constricciones de la raíz almacenadora
  - V-31 Largo de la raíz almacenadora (cm)
  - V-32 Diámetro de la raíz almacenadora (cm)
  - V-33 Número de raíces almacenadoras por planta
  - V-34 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (Kg)
  - V-35 Porcentaje de raíces comerciales por planta
  - V-36 Textura de la superficie de la raíz almacenadora
  - V-37 Color de la superficie de la raíz almacenadora
  - V-38 Facilidad de remover la peridermis
  - V-39 Color de la superficie exterior de la corteza de la raíz Almacenadora
  - V-40 Facilidad de remover la corteza
  - V-41 Color de la pulpa de la raíz almacenadora
  - V-42 Aceptabilidad por consumidores
  - V-43 Índice de cosecha
-

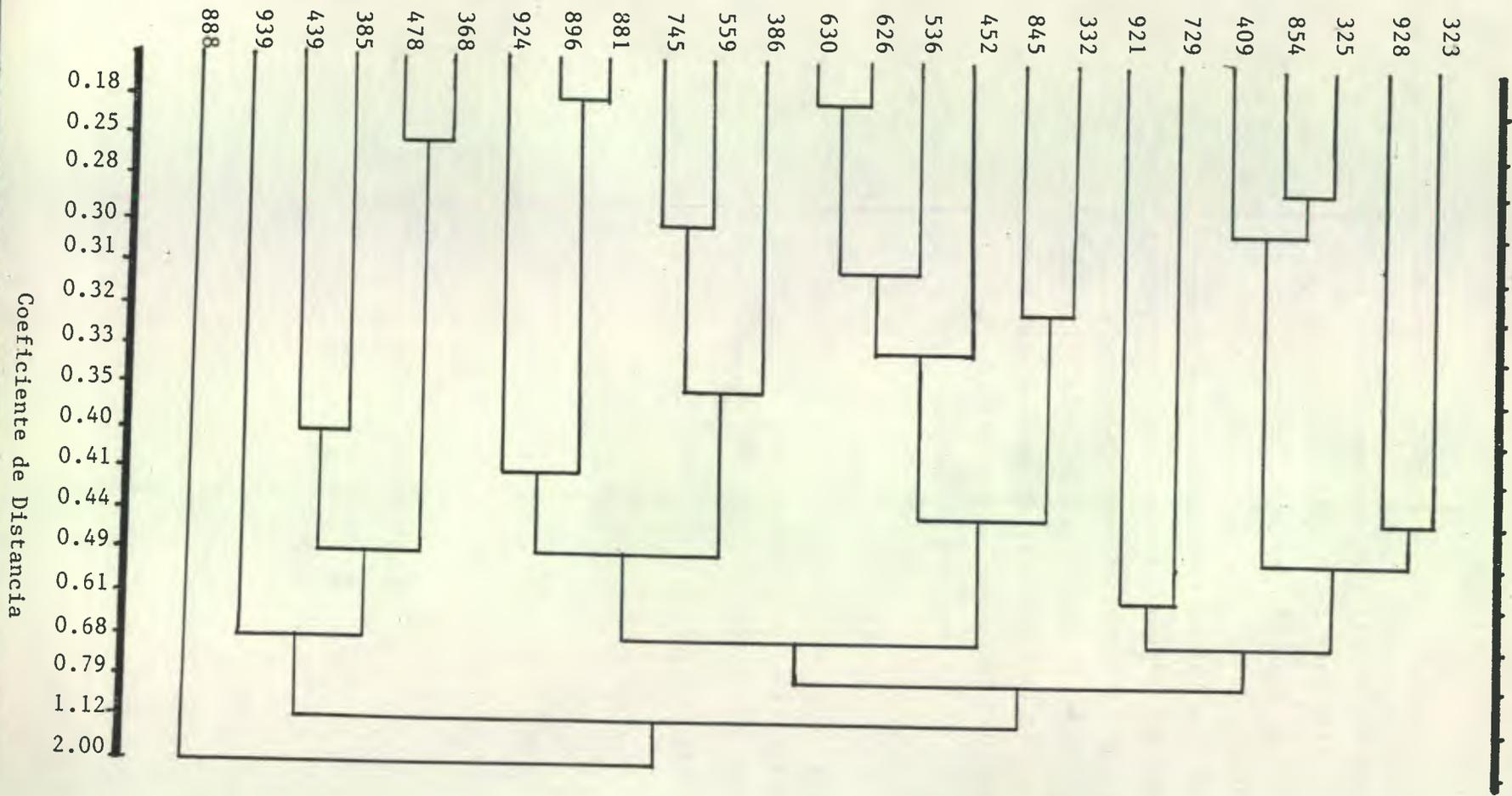


Figura 3. Fenograma de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

la primera ramificación de 45 a 60 grados, raíz almacenadora con crecimiento horizontal, de forma cónica-cilíndrica, con constricciones, y diámetro de 4.37 a 4.99 cm, raíces almacenadoras por planta de 7.3 a 9.6, color de la superficie de la raíz almacenadora café claro, fácil remoción de la peridermis, color de la superficie exterior del cortex blanco o crema al igual que la pulpa.

El subgrupo 1.2 está formado por los cultivares 332, 452, 536, 626, 630 y 845, con un coeficiente de distancia de 0.44, prevaleciendo en su similitud las variables siguientes: porcentaje de brotación de las estacas de 89 a 100%, hojas con 7 a 9 lóbulos, ángulo de inserción del pecíolo de 75° a 90°, largo de la estípula de 0.99 a 1.12 cm, altura a la primera ramificación de 22.15 a 34.67 cm, dos niveles de ramificación, altura de la planta de 155 a 171 cm, raíz almacenadora con crecimiento horizontal y de forma cónica-cilíndrica, con diámetro de 4.11 a 4.7 cm, porcentaje de raíces comerciales por planta de 63.1 a 72.9%, la superficie exterior de la corteza de la raíz almacenadora de color blanco o crema, del mismo color la pulpa y mediana aceptabilidad por el consumidor.

El Subgrupo 2.1 integrado por los cultivares 729 y 921 con un coeficiente de distancia de 0.61, presenta similitud en las variables siguientes: hojas con 7 lóbulos, lóbulo central lanceolado, pecíolo de 25 a 30 cm, de color verde púrpura y con un ángulo de inserción de 75° a 90°, prominente cicatriz de la hoja, altura de la primera ramificación de 24.73 a 25.67 cm, raíz almacenadora con 41 cm de largo y 4.25 cm de diámetro, 11 raíces almacenadoras por planta, con la superficie de textura intermedia, peridermis de difícil remoción, con el cortex de color blanco o crema al igual que la pulpa y mediana aceptabilidad por consumidores.

El subgrupo 2.2 con un coeficiente de distancia de 0.49, está formado por los cultivares 323, 325, 409, 854 y 928 prevaleciendo en su similitud las variables siguientes: hojas con 7 lóbulos, nervadura de la hoja verde oscuro, pecíolo de 25 a 30 cm de largo, de color verde-púrpura, con antocianinas en la parte superior y ángulo de in-

serción de 75 a 90 grados, hojas jóvenes con pubescencia moderada, dos niveles de ramificación, altura de la planta a la cima de la copa de 154 a 174 cm, plantas de forma abierta, raíz almacenadora con presencia de constricciones, con un largo de 37.75 cm, con la superficie de color café claro y de textura intermedia, el cortex de color blanco o crema y difícil de remover, la pulpa de color blanco o crema.

Los subgrupos 1.1 y 1.2 forman el grupo 1, a un coeficiente de distancia de 0.68 el cual cuenta con los siguientes cultivares 332, 386, 452, 536, 559, 626, 630, 745, 845, 881, 896 y 924. Estos cultivares de acuerdo al análisis realizado mostraron similitud en las variables siguientes: ángulo de inserción del pecíolo de 75° a 90°, raíz almacenadora con el cortex de color blanco o crema igual que la pulpa, longitud del lóbulo central de 16.08 a 17.64 cm y 3.11 a 3.86 cm de ancho, pecíolo de 25-30 cm, ángulo de ramificación entre 45° y 60°, crecimiento horizontal de la raíz almacenadora, con diámetros de 4.47 a 4.99 cm, peso total de las raíces almacenadoras por planta de 3.11 a 4.7 Kg y con índices de cosecha de 0.59 a 0.65.

En el coeficiente de distancia 0.68 también se unen los subgrupos 2.1 y 2.2, integrados por los cultivares 729, 921, 323, 325, 409, 854 y 928, formando así el grupo 2. A este nivel, en este grupo los cultivares muestran similitud en las siguientes variables: pecíolo color verde-púrpura, hojas con 7 lóbulos, pecíolo de 25 a 30 cm y con ángulo de inserción de 75° a 90°, altura a la primera ramificación de 19 a 25 cm, la raíz almacenadora presenta las siguientes características; textura de la superficie intermedia, de color blanco o crema el cortex y la pulpa, la superficie de color café claro, cortex difícil de remover y el largo de 37.46 a 41.75 cm.

El subnúcleo 1, lo conforman los cultivares 368, 385, 439, 478 y 939 al unirse en el coeficiente de distancia 0.68, compartiendo similitud en las siguientes variables: porcentaje de brotación de las estacas menos del 50%, lóbulo central lanceolado, ángulo de ramificación de 45 a 60 grados, pecíolo verde púrpura con antocianinas en la parte superior, longitud de 25 a 30 cm, y ángulo de inserción de 75° a 90°, dos niveles de ramificación, plantas de forma abierta, raíz almacena-

dora con las siguientes características: crecimiento horizontal, largo de 41.89 a 46.56 cm, textura de la superficie intermedia y de color café claro, peridermis de difícil remoción y un porcentaje de raíces comerciales por planta de 63.3 a 75.6%.

Los cultivares 332, 386, 452, 536, 559, 626, 630, 745, 881, 845, 896 y 924, del grupo 1 y los cultivares 323, 325, 409, 729, 854, 921 y 928, del grupo 2, integran el subnúcleo 2, a un coeficiente de distancia de 0.79, mostrando similitud en las variables siguientes: pecíolo de color verde púrpura, de 25 a 30 cm de largo y con ángulo de inserción de 75° a 90°, peso fresco del follaje y tallo por planta de 1.7 a 2.99 Kg, peso de las raíces almacenadoras por planta de 1.72 a 4.12 Kg, el cortex de la raíz almacenadora y la pulpa de color blanco o crema.

En el coeficiente de distancia 1.12 se unen los cultivares 368, 385, 439, 478 y 939, integrantes del subnúcleo 1, y los cultivares 323, 325, 332, 386, 409, 452, 536, 559, 626, 630, 729, 745, 845, 854, 881, 896, 921, 924 y 928, integrantes del subnúcleo 2, para formar el núcleo 2, compartiendo similitud en las variables siguientes: ángulo de inserción del pecíolo de 75° a 90°, altura a la primera ramificación de 10 a 45.8 cm, altura de la planta a la cima de la copa de 139 a 209 cm, raíz almacenadora con la pulpa y el cortex de color blanco o crema.

Finalmente, el núcleo 1 formado tan sólo por el cultivar 888 se une al núcleo 2 en el coeficiente de distancia 2.00, constituyéndose a este nivel los cultivares con menor similitud entre ellos, siendo el cultivar 888 el menos similar a los otros 24 cultivares caracterizados, compartiendo únicamente tres variables similares con el resto de los cultivares, siendo éstas el borde de la estípula lanciniado, tallo joven con crecimiento recto y raíz almacenadora cónica-cilíndrica.

## 7. CONCLUSIONES

1. Los análisis estadísticos efectuados y los resultados obtenidos, así como el cuadro general de caracterización -3- establecen que existe variabilidad genética tanto entre, como dentro de los cultivares caracterizados. La variabilidad existente puede servir de base para futuros trabajos de mejoramiento y obtener variedades con características deseadas de acuerdo al uso que se les quiera dar.
2. En el análisis de correlaciones se pone de manifiesto la influencia que tienen variables de la parte aérea como la longitud del lóbulo central, tiempo a la ramificación apical y peso fresco del follaje y tallo por planta en variables de la parte subterránea como el peso de las raíces almacenadoras, el porcentaje de raíces comerciales y el largo y diámetro de las raíces almacenadoras.
3. De los caracteres estudiados únicamente 3 se manifestaron en forma constante, lo que determina la variabilidad agromorfológica y bromatológica existente, y a la vez determina que existe cierto grado de similitud entre cultivares lo que permite la formación de grupos de acuerdo a los caracteres que comparten, observándose que la procedencia de los cultivares y la altitud a que fueron colectados tiene influencia en la formación de los grupos. En cuanto al grado de asociación se estableció que existe entre variables de la parte aérea y variables de la parte subterránea, así también existe asociación entre variables del mismo órgano.
4. El análisis bromatológico practicado a los 25 cultivares de yuca establece que el 100% sobrepasa el 20% de contenido de almidón, mínimo requerido como parámetro de mejoramiento y selección. En cuanto al contenido de fibra cruda éste oscila entre 1.43 y 3.74% lo que los hace medianamente aceptables para el consumo humano.

5. En programas de mejoramiento genético, considerando variables de rendimiento y el análisis bromatológico, se catalogan como promisorios los cultivares 939, 896, 745, 881, 924, 368 y 888.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis bromatológico de la parte aérea, ya que algunos cultivares producen gran cantidad de material vegetativo que puede ser utilizado en la alimentación de ganado, por su alto contenido de nutrientes.
2. Efectuar ensayos de rendimiento y evaluación de las características más sobresalientes, con los cultivares más promisorios, y de esta manera completar la información básica generada en la presente caracterización.
3. Realizar estudios que permitan determinar específicamente características de inflorescencia, fruto y semillas, la susceptibilidad al stress por: bajas y altas temperaturas, sequía, humedad del suelo, salinidad, pH, contenido de fósforo, así como la susceptibilidad a plagas y enfermedades, también podrían incluirse aspectos sobre contenido de celulosa en tallos y contenido de aceite en semillas por su calidad y propiedades biocidas.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA PEREZ, C.A.; GONZALEZ SALAN M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 1-119.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. (COL). --- 1979. El programa de yuca en el INIA. Colombia. --- CIAT. Boletín Informativo no. 7. p. 13-14.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. --- Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 25 p.
4. CURIEL, F.; VELASQUEZ, E.F. 1977. Técnicas para la producción de yuca. Caracas, Venezuela, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 38 p.
5. ESCOBAR, R. 1973. Monografía del parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
6. GONZALEZ, J. 1981. Diagnóstico de la producción e industrialización de yuca (Manihot sp.) en San Juan Sanarate, El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
7. GRACE, M.R. 1977. Elaboración de la yuca. FAO. Producción y Protección Vegetal no. 3. 162 p.
8. HERRERA FRANCO, R. 1983. Efectos de tres distancias de siembra y tres alturas de corte en yuca (Manihot esculenta Crantz) para la producción de materia seca y proteína. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 22.
9. JUAREZ SOTO, F. 1988. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz), en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 78 p.
10. LOPEZ ZELADA, F. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz) del norte y nororiente de Guatemala, en el valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.

11. LOZANO, J.; BOOTH, R. 1974. Enfermedades de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Cali, Col., CIAT. Folleto Técnico no. 5. 47 p.
12. MONTALDO, A. et al. 1979. La yuca o mandioca. San José, C.R., IICA. 386 p.
13. REUNION SOBRE RECURSOS FITOGENETICOS DE GUATEMALA (1., -- 1984, Guatemala). 1985. Memorias. Guatemala, Editorial Universitaria. 78 p.
14. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.M. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 297-328.
15. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1985. Los recursos genéticos de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala. 16 p.
16. ZAPETA PEREZ, M. 1987. Caracterización preliminar de 25 cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz) colectados en los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Izabal, Jutiapa y Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 105 p.

10. Bo.

*Patrualla*



10. APENDICE

Cuadro 27. Resultados del análisis de fertilidad del suelo donde se sembró el ensayo de caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. 1989

pH	<u>Microgramos/ml</u>		<u>Meq/100 ml del suelo</u>	
	P	K	Ca	Mg
6.5	9.72	178	11.51	1.10

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-

Cuadro 28. Descriptor para Manihot, elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF-

1. Estado-Vegetativo

1.1 Porcentaje de brotación de las estacas

1.2 Vigor inicial

3 bajo

5 mediano

7 vigoroso

1.3 Color del meristemo apical

3 verde claro

5 verde oscuro

7 verde púrpura

9 púrpura

1.4 Color de la primera hoja completamente extendida

3 verde claro

5 verde oscuro

7 púrpura

1.5 Número de lóbulos de la hoja

1.6 Forma del lóbulo central

1 oblongo-lanceolada

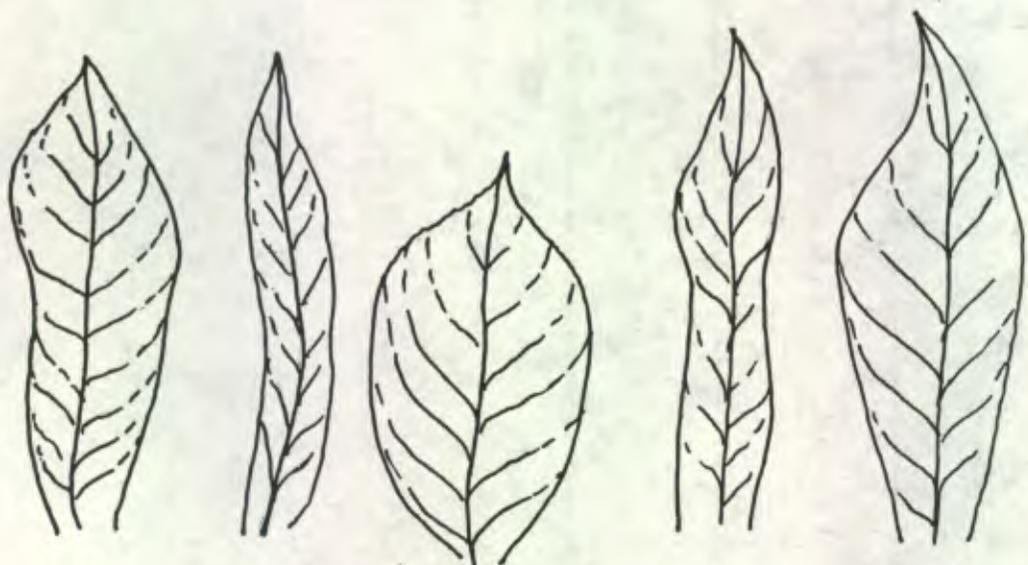
2 linear

3 elíptica

4 pandurada

5 lanceolada

6 combinación de las anteriores



Oblongo-lanceolada    Linear    Elíptica    Pandurada    Lanceolada

Figura 1. Variantes de la forma del lóbulo central en Manihot.

Cont. C. 28

---

- 1.7 Longitud del lóbulo central (cm)
- 1.8 Ancho del lóbulo central (cm)
- 1.9 Color de la nervadura de la hoja
  - 3 verde claro
  - 5 verde oscuro
  - 7 verde púrpura
  - 9 púrpura
- 1.10 Largo del pecíolo
  - 0 ausente
  - 3 corto (5-10 cm)
  - 5 mediano (15-20 cm)
  - 7 largo (25-30 cm)
- 1.11 Color del pecíolo
  - 3 verde claro
  - 5 verde oscuro
  - 7 verde púrpura
  - 9 púrpura
- 1.12 Distribución de las antocianinas en el pecíolo
  - 0 ausente
  - 1 parte superior
  - 2 parte central
  - 3 totalmente pigmentado
- 1.13 Angulo de inserción del pecíolo
  - 0 no hay pecíolo
  - 3 15° - 30°
  - 5 45° - 60°
  - 7 75° - 90°
- 1.14 Pubescencia de las hojas jóvenes
  - 0 ausente
  - 3 poco pubescentes
  - 5 moderadamente pubescentes
  - 7 muy pubescentes
- 1.15 Prominencia de la cicatriz de la hoja medida sobre la cicatriz fresca (fig. 2)
  - 3 poco prominente
  - 5 moderada prominencia
  - 7 prominente

Cont. C. 28



Poco prominente

Moderada prominencia

Prominente

Figura 2. Tipos de prominencia de la cicatriz de la hoja en Manihot.

1.16 largo de la estípula (cm)

1.17 Borde de la estípula

- 1 lanciniado
- 2 aserrado
- 3 entero
- 4 otro

1.18 Hábito de crecimiento del tallo joven

- 1 recto
- 2 zig-zag

1.19 Tiempo a la primera ramificación apical en semanas desde la siembra

1.20 Tiempo a la segunda ramificación apical en semanas desde la siembra

1.21 Angulo de ramificación (si ramifica). Angulo entre el plano vertical y la primera ramificación

- 0 no ramifica
- 3 15 - 30°
- 5 45 - 60°
- 7 75 - 90°

1.22 Altura a la primera ramificación (fig. 3)

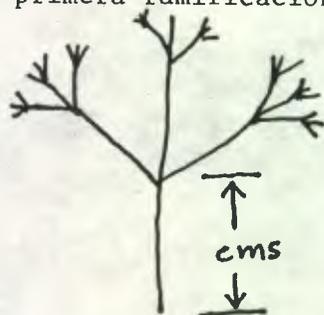


Figura 3. Altura a la primera ramificación en Manihot.

Cont. C. 28

1.23 Número de niveles de ramificación (fig. 4)

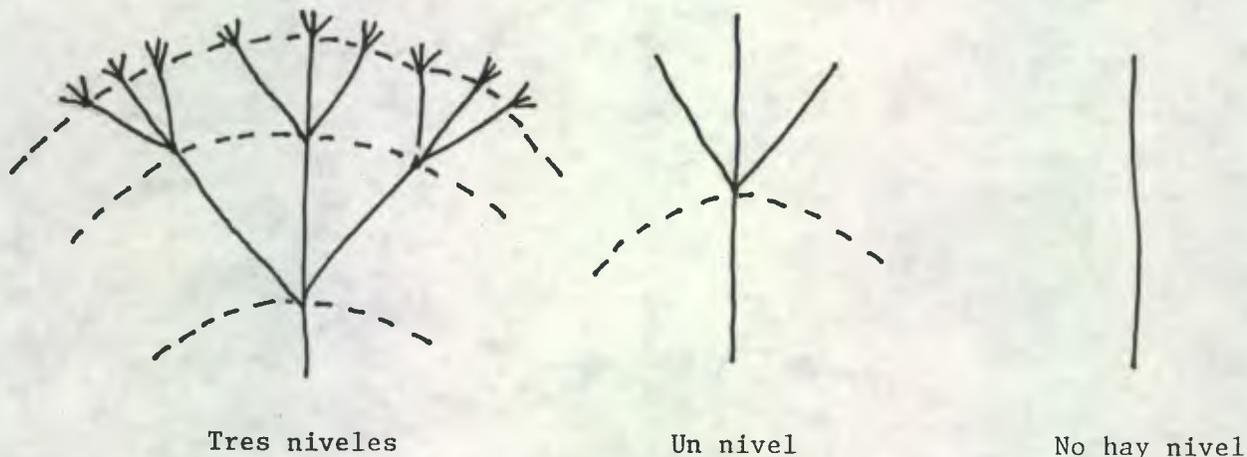


Figura 4. Número de niveles de ramificación en Manihot.

1.24 Color del tallo

- 1 verde plateado
- 2 café claro o naranja
- 3 café oscuro

1.25 Altura de la planta a la cima de la copa (cm)

1.26 Forma de la planta

- 1 compacta
- 2 abierta
- 3 parasol
- 4 cilíndrica
- 5 erecta

1.27 Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (medio en kilogramos)

1.28 Posición de la raíz almacenadora (fig. 5)

- 1 crecimiento vertical
- 2 crecimiento horizontal
- 3 crecimiento irregular



Figura 5. Posición de la raíz almacenadora en Manihot.

Cont. C. 28

1.29 Pedúnculo de la raíz almacenadora

- 0 ausente
- 3 corto
- 5 mediano
- 7 largo

1.30 Forma de la raíz almacenadora (fig. 6)

- 1 cónica
- 2 cónica-cilíndrica
- 3 cilíndrica
- 4 fusiforme
- 5 combinación de las anteriores



Cónica                      Cónica-cilíndrica                      Cilíndrica                      Fusiforme  
Figura 6. Posibilidad en cuanto a forma de la raíz almacenadora en Manihot.

1.31 Constricciones de la raíz almacenadora (fig. 7)

- 1 ausente (no se distingue)
- 3 presente (se observa claramente)

1.32 Largo de la raíz almacenadora (cm)

1.33 Diámetro de la raíz almacenadora (cm)

1.34 Número de raíces almacenadoras por planta

1.35 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kilogramos)

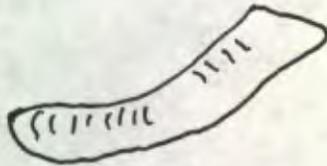
1.36 Cantidad total de raíces almacenadoras podridas por planta

- 3 bajo (-3%)
- 7 alto (+3%)

Cont. C. 28

---

1.37 Porcentaje de raíces comerciales por planta



Ausente



Presente

Figura 7. Constricciones de la raíz almacenadora en Manihot.

1.38 Textura de la superficie de la raíz almacenadora en Manihot.

- 3 liso
- 5 intermedio
- 7 áspero

1.39 Color de la superficie de la raíz almacenadora

- 1 blanco o crema
- 2 café claro
- 3 café oscuro

1.40 Facilidad de remover la peridermis (cáscara-exterior)

- 3 fácil
- 7 difícil

1.41 Color de la superficie exterior de la corteza (cortex) de la raíz almacenadora

- 1 blanco o crema
- 2 amarillo
- 3 rosado
- 4 púrpura

1.42 Facilidad de remover la corteza (cortex)

- 3 fácil
- 7 difícil

1.43 Color de la pulpa de la raíz almacenadora

- 1 blanco o crema
- 2 amarillo
- 3 rosado

1.44 Estimación del contenido de cianuro de la raíz almacenadora, por el método del ácido picrico después de remover el cortex

- 3 bajo
- 5 medio
- 7 alto

Cont. C. 28

---

- 1.45 Porcentaje de materia seca de la raíz almacenadora a los seis y diez meses después de la siembra
  - 1.46 Porcentaje de fibra de la raíz almacenadora
  - 1.47 Deterioro post-cosecha, evaluación cuantitativa (puede usarse el método descrito en el CIAT, informe anual 1979)
  - 1.48 Aceptabilidad por el consumidor
    - 3 baja
    - 5 mediana
    - 7 alta
  - 1.49 Índice de cosecha  
Peso fresco de la raíz (1.35), sobre el peso total de la planta (1.27 + 1.35)
  - 1.50 Precosidad y calidad  
Porcentaje de la materia seca a los seis meses comparado con la materia seca a los diez meses
2. Inflorescencia y fruto
- 2.1 Flores
    - 0 ausente
    - + presente
  - 2.2 Color del sépalo
    - 1 blanco o crema
    - 2 naranja
    - 3 verde
    - 4 rojo
    - 5 púrpura
  - 2.3 Color del disco
    - 1 blanco o crema
    - 2 naranja
    - 3 verde
    - 4 rojo
    - 5 púrpura
  - 2.4 Color del estigma
    - 1 blanco o crema
    - 2 naranja
    - 3 verde
    - 4 rojo
    - 5 púrpura

Cont. C. 28

---

- 2.5 Color del ovario
  - 1 blanco o crema
  - 2 naranja
  - 3 verde
  - 4 rojo
  - 5 púrpura
- 2.6 Color de la antera
  - 1 crema
  - 2 amarillo
  - 3 otro
- 2.7 Longitud del sépalo (mm)
- 2.8 Ancho del sépalo en su punto más ancho (mm)
- 2.9 Estaminodios en flores femeninas
  - 0 ausente
  - + presente
- 2.10 Polen
  - 0 ausente
  - + presente
- 2.11 Formación del fruto
  - 0 ausente
  - + presente
- 2.12 Largo de la cápsula del fruto (mm)
- 2.13 Diámetro de la cápsula del fruto (mm)
- 2.14 Exocarpo del fruto
  - 3 liso
  - 7 áspero
- 3. Semilla
  - 3.1 Largo de la semilla (mm)
  - 3.2 Diámetro de la semilla (mm)
  - 3.3 Color principal de la semilla
    - 1 café
    - 2 gris
  - 3.4 Color secundario de la semilla
  - 3.5 Color de la carúncula
    - 1 blanco
    - 2 rosado o rojo
    - 3 púrpura

Cont. C. 28

---

4. Susceptibilidad al stress expresado en una escala de 1-7, donde
  - 3 baja susceptibilidad
  - 5 moderadamente susceptible
  - 7 alta susceptibilidad
  - 4.1 Bajas temperaturas
  - 4.2 Altas temperaturas
  - 4.3 Sequía
  - 4.4 Alta humedad en el suelo
  - 4.5 Baja humedad relativa
  - 4.6 Salinidad
  - 4.7 Bajo pH
  - 4.8 Bajo contenido de fósforo
  
5. Susceptibilidad a plagas y enfermedades expresado en una escala de 1-7, donde
  - 3 baja susceptibilidad
  - 5 moderadamente susceptible
  - 7 alta susceptibilidad
  - 5.1 Plagas
  - 5.2 Hongos
  - 5.3 Bacterias
  - 5.4 Virus
  
6. Componentes bromatológicos
  - 6.1 Porcentaje de materia seca
  - 6.2 Porcentaje de fibra cruda
  - 6.3 Porcentaje de almidón
  - 6.4 Porcentaje de azúcares
  - 6.5 Porcentaje de cenizas
  - 6.6 Energía (Kcal/100 gr)

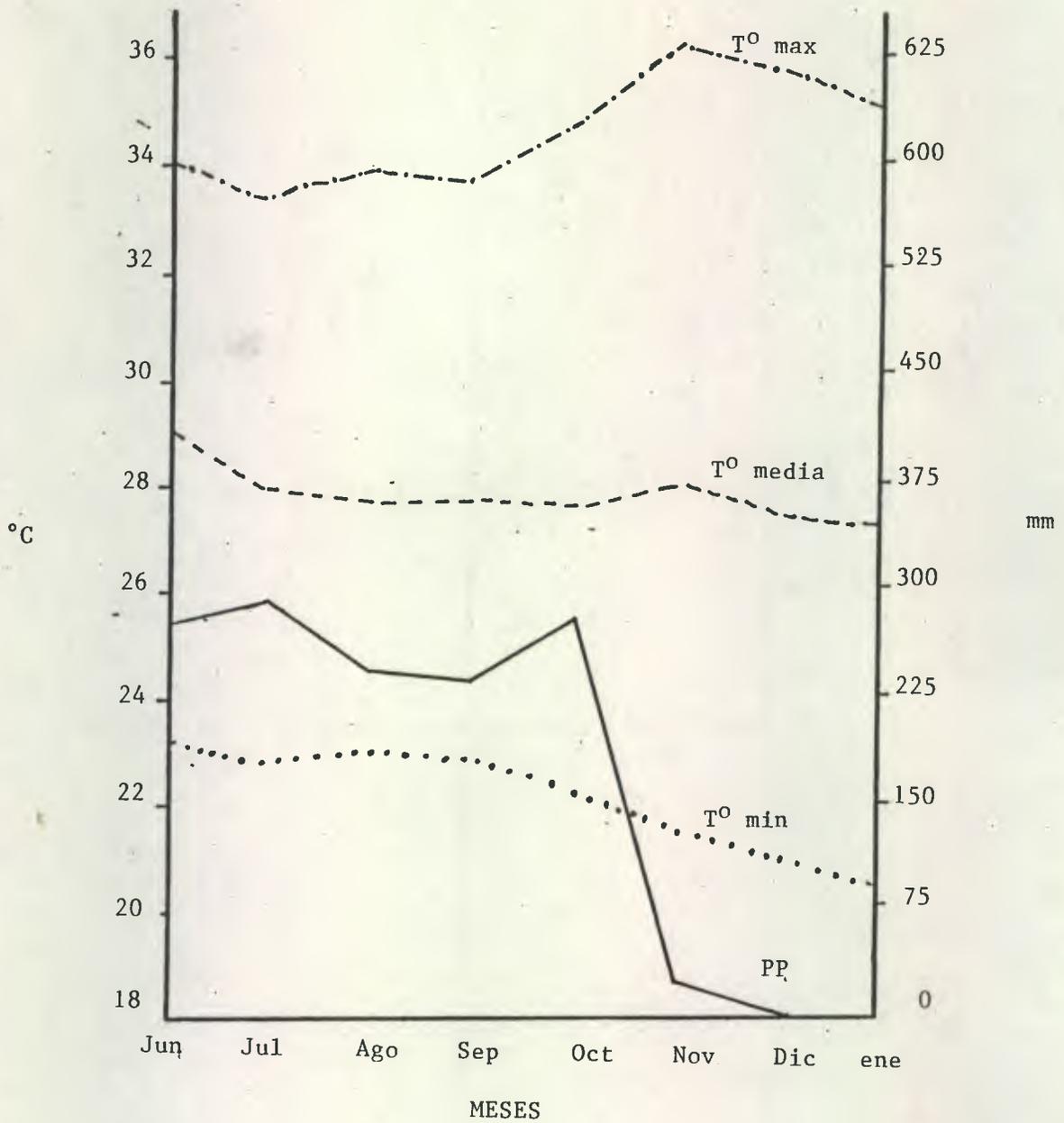


Figura 4. Temperaturas media, máxima, mínima y precipitación en mm durante los meses de junio a diciembre de 1987 y enero de 1988, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

FUENTE: INSIVUMEH

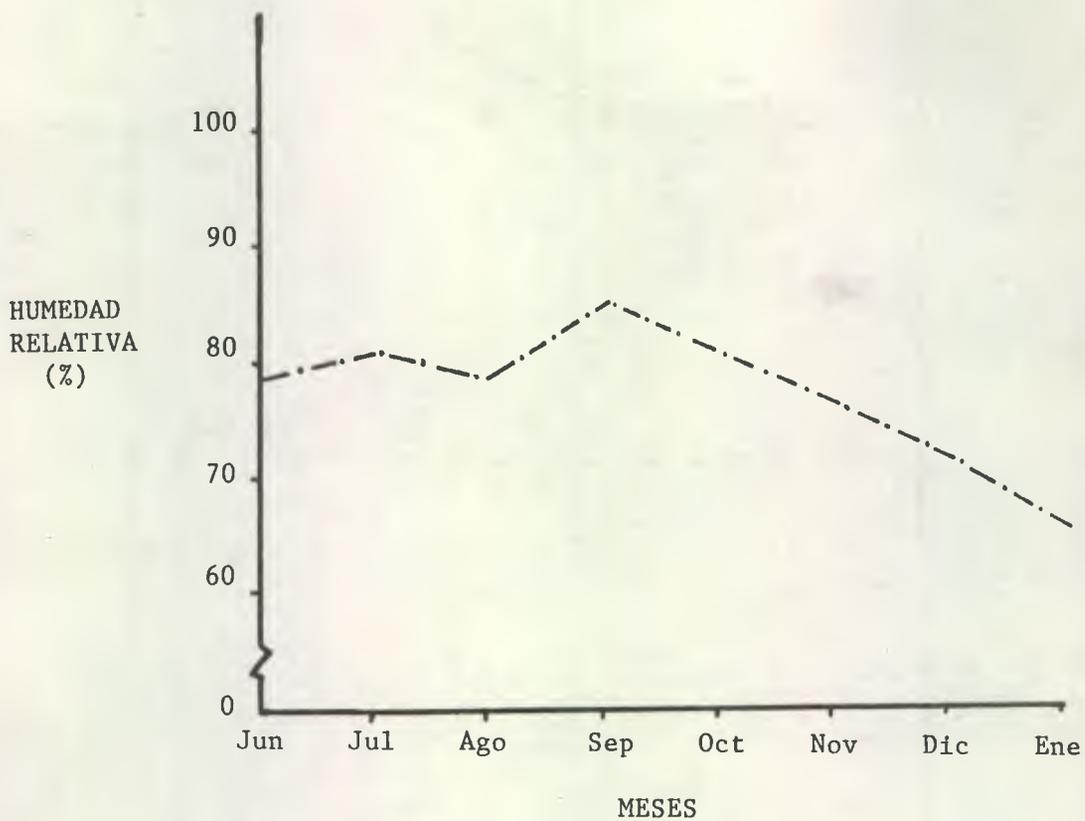


Figura 5. Humedad relativa media durante los meses de junio a diciembre de 1987 y enero de 1988, en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.



Referencia .....
Asunto .....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

6/febrero/1990

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

"IMPRIMASE"



ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Bibliotecario - 1990