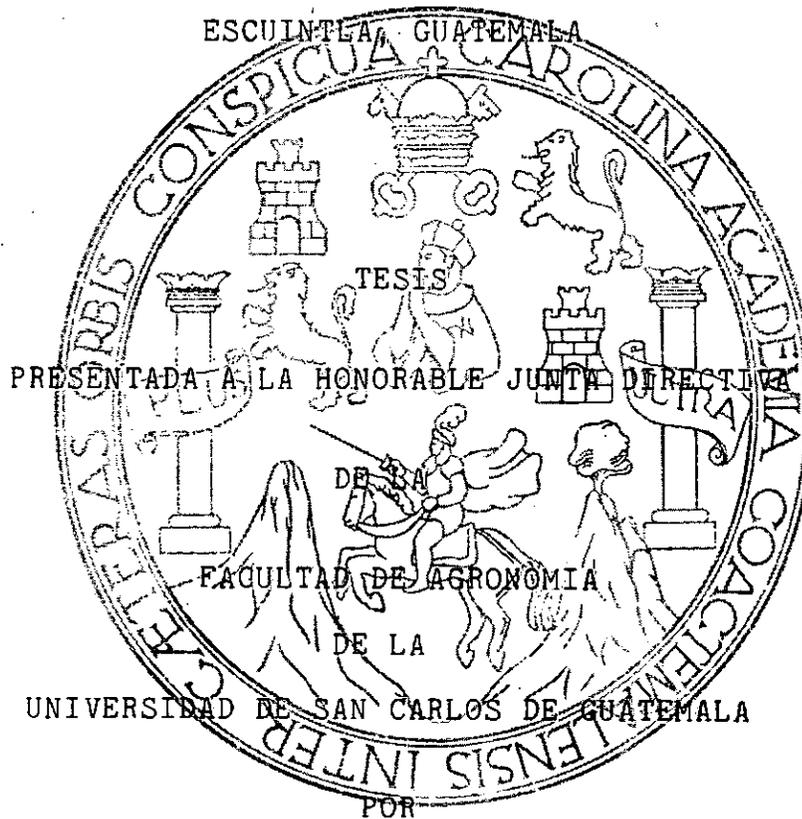


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA
DE 25 CULTIVARES DE YUCA Manihot esculenta Crantz
EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE

ESCUINTLA, GUATEMALA



FELIPE IGNACIO JUAREZ SOTO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

PROPIEDAD DE LA BIBLIOTECA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Guatemala, marzo de 1988

DL
01
+ (1080)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LICENCIADO RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal Martínez .
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval J.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar M.
VOCAL CUARTO:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO:	T. U. Carlos Enrique Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara A.



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1643

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

18 de febrero de 1988

Ingeniero
Aníbal B. Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Tenemos el agrado de informarle que hemos concluido conjuntamente el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis del señor FELIPE IGNACIO JUAREZ SOTO, carnet No. 82-10059, titulado: "Caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz), en la Unidad Docente Productiva Sábana Grande, Escuintla, Guatemala".

Este conocimiento constituye un valioso aporte no solo por el conocimiento de la variabilidad de esta especie; si no también porque nos proporciona la base genética fundamental para trabajos de investigación sobre este cultivo; por lo que solicitamos su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. César A. Azurdia P.
ASESOR


Ing. Agr. Francisco J. Vázquez
ASESOR

CAAP/FJV/tdev.

Guatemala, febrero de 1988

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

Señores:

De conformidad con lo establecido por 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, EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE, ESCUINTLA, GUATEMALA", como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,



Felipe Ignacio Juárez Soto

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS

A: Mis Padres:

Arístides Juárez Noriega (Q.E.P.D.)

María Magdalena Soto Méndez

TESIS QUE DEDICO

A mis hermanos:

Celestino, Hugo Venancio, Lucila,
Marta Julia, María Imelda,
Remigio, Mireya Magdalena

A la familia:

Argueta Natareno

A mis tíos:

Rosa Juárez vda de Méndez
Mercedes Juárez vda de Pérez

A mi tierra natal:

Las Vigas, Chinique, Quiché

A mi familia en general

A todos mis compañeros y amigos

A todos los campesinos del país

AGRADECIMIENTO

A; María Magdalena Soto Méndez

Base fundamental de mis anhelos y esperanzas, quien ha sido el rayo de luz que ha guiado mis pasos, y a quien debo fundamentalmente el logro de la meta propuesta.

A tí madre adorada, te agradezco eternamente el haberme dedicado tantas horas de desvelos, penas y preocupaciones; Dios te recompensará.

A: Rudy Osorio Vásquez, y
Manuel del Valle Cano

Sincero agradecimiento por el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo.

A: Ing. Agr. César Augusto Azurdia Pérez, e
Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez

Quienes aportaron en forma desinteresada sus conocimientos, en la asesoría del presente trabajo.

En general, a todos mis amigos, compañeros y educadores, que en alguna forma colaboraron en el logro de mis metas trazadas.

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
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 Descripción de la Planta de Yuca	7
4.4 Fases de Desarrollo de la Yuca	8
4.4.1 Primer ciclo de vegetación	9
4.4.2 Segundo ciclo de vegetación	10
4.5 Algunas Consideraciones sobre el Follaje de Yuca	10
4.6 Composición Química y Valor Nutritivo de la Yuca	11
4.7 Toxicidad de la Yuca	14
4.8 Utilización de los Productos de Yuca	14
4.8.1 Empleo de la yuca en la alimentación humana	14
4.8.2 El almidón de yuca y sus usos	15
4.8.3 La yuca en los piensos	16
4.8.4 Otros usos	16
4.9 Investigación y Mejoramiento Genético en Yuca	16
4.10 Guatemala, un Centro de Diversidad para la Yuca	17

	Pág.
4.11 Investigación en Yuca en Guatemala	18
4.12 Erosión Genética de la Yuca en Guatemala	19
4.13 Caracterización	19
5. MATERIALES Y METODOS	21
5.1 Descripción del Area	21
5.2 Manejo del Cultivo	21
5.2.1 Preparación del terreno	21
5.2.2 Siembra	22
5.2.3 Control de malezas	22
5.2.4 Control de plagas y enfermedades	22
5.2.5 Riego	22
5.2.6 Cosecha	22
5.3 Material Experimental	23
5.4 Análisis de la Información	23
6. RESULTADOS Y DISCUSION	27
6.1 Discusión de Datos de Caracterización	27
6.2 Correlaciones	34
6.3 Análisis Bromatológico	39
6.3.1 Análisis de la fibra cruda	41
6.3.2 Análisis de cenizas	41
6.3.3 Análisis de materia seca	41
6.3.4 Análisis de azúcares libres	44
6.3.5 Análisis de almidón	44
6.3.6 Análisis de energía	44
6.4 Análisis de Grupos	48
7. CONCLUSIONES	58
8. RECOMENDACIONES	59
9. BIBLIOGRAFIA	60
10. APENDICE	62

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
1	Composición comparativa base húmeda de la raíz y follaje de yuca	12
2	Composición química de yucas amargas y dulces valor de la raíz total, pulpa y corteza, determinándose como porcentaje de materia seca	13
3	Datos de pasaporte más importantes de los 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	24
4	Variables constantes en yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, manifestados en la caracterización de 25 cultivares en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	27
5	Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente <u>Productiva Sabana Grande</u> , Escuintla, Guatemala. 1988	32
6	Listado de variables cuantitativas y cualitativas sometidos al análisis de correlación múltiple, procedentes de los datos de caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz en la Unidad Docente <u>Productiva Sabana Grande</u> , Escuintla, Guatemala. 1988	35
7	Correlaciones significativas entre variables cuantitativas y cualitativas sometidas a correlación múltiple en la caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente <u>Productiva Sabana Grande</u> , Escuintla, Guatemala. 1988	37
	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 <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente <u>Productiva Sabana Grande</u> , Escuintla, Guatemala. 1988	40

CUADRO

Pág.

9	Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de cenizas, expresado en gr por 100 gr de base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	42
10	Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de materia seca, expresado en gr por 100 gr de base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	43
11	Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de azúcares libres, expresado en gr por 100 gr de base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	45
12	Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de almidón, expresados en gr por 100 gr de base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	46
13	Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de energía (Kcal/100 gr) en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala 1988	47
14	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 la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	49

CUADROS EN EL APENDICE

CUADRO		Pág.
15	Resultado del análisis de fertilidad del suelo donde se sembró el ensayo de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala	62
16	Componentes bromatológicos de las raíces almacenadoras de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, caracterizados en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala	63
17	Descriptor para <u>Manihot</u> , elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF)	64

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Mapa de Guatemala que muestra las localidades de recolección de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz de los 25 cultivares caracterizados en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988	25
2	Fenograma de 25 cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz, obtenido a partir del análisis de variables cuantitativas y cualitativas	51

FIGURAS EN EL APENDICE

3	Plano del área cubierta y distribución de los cultivares de yuca <u>Manihot esculenta</u> Crantz caracterizados	76
4	Temperaturas media, máxima, mínima y precipitación en mm, durante los meses de julio a diciembre de 1986 y enero 1987, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala	77
5	Humedad relativa durante los meses de julio a diciembre 1986 y enero 1987, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala	78

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE 25 CULTIVARES
DE YUCA Manihot esculenta Crantz, EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA
SABANA GRANDE, ESCUINTLA, GUATEMALA

*AGROMORPHOLOGICAL AND BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 25
CULTIVARS OF CASSAVA Manihot esculenta Crantz, IN SABANA
GRANDE, ESCUINTLA, GUATEMALA.

RESUMEN

La creciente demanda mundial de alimentos y la baja productividad de los cultivos tradicionales, hacen necesaria la búsqueda y explotación intensiva de nuevos cultivos.

Guatemala, ubicada en el centro mesoamericano de diversidad vegetal es considerada por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos como un centro secundario de diversidad para el género Manihot, existiendo en el país una amplia riqueza genética para este género y así mismo, para la especie Manihot esculenta Crantz, caracterizándose en esta investigación 25 cultivares de Manihot esculenta Crantz, procedentes del centro, sur y suroccidente del país, conduciéndose el ensayo en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala.

Utilizando el descriptor para el género Manihot, elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos, se hizo acopio de la información básica para la caracterización, estableciéndose que en los 25 cultivares caracterizados, existe variabilidad agromorfológica y bromatológica

El análisis de grupo realizado con 45 variables, permitió establecer que en los cultivares existe similitud estableciéndose a través del análisis de correlación múltiple, que los parámetros morfológicos de la hoja están asociados con parámetros de rendimiento en raíces, en los cultivares caracterizados.

Los cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados so
brepasan el mínimo porcentaje de almidón para ser utilizados en pro
gramas de selección y mejoramiento; así también los cultivares tie•
nen de 0.71 a 1.64% de fibra cruda, lo que los hace aceptables para
el consumo humano.

En base a rendimientos y contenidos bromatológicos se consideran
como promisorios a los cultivares 885, 889, 888, 909 y 893.

1. INTRODUCCION

El déficit alimentario a nivel mundial y el aumento continuo de la población, hacen que la investigación en general y agrícola en particular, busquen opciones que permitan aliviar la falta de alimento para la población. Una opción que los investigadores agrícolas han venido desarrollando en los últimos años, es el estudio de los recursos fitogenéticos no explotados o explotados de dicientemente en áreas marginales; en esta último caso se encuentra el cultivo de la yuca Manihot sp, marginado de la investigación científica hasta hace pocos años.

Guatemala es considerada por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF-, como un centro de diversidad secundario para la yuca Manihot esculenta Crantz, lo que hace pensar que existe una gran variabilidad entre sus cultivares, por lo que es necesario conocer esta diversidad para que en el futuro se pueda hacer un mejor uso de este potencial genético.

En esta caracterización se estudiaron 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, los que fueron colectados en departamentos del centro, sur y suroccidente de Guatemala, con el propósito de conocer sus características agromorfológicas y bromatológicas. En la caracterización se utilizó el descriptor del Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF- para el género Manihot, efectuándose con los datos obtenidos, análisis de agrupamiento y análisis de correlación múltiple.

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 libres, 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 de terminar la variabilidad.

El ensayo se realizó en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", aldea El Rodeo, Escuintla, Guatemala, en el período de julio de 1986 a enero de 1987.

2. HIPOTESIS

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

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Realizar la caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, recolectados en el centro, sur y suroccidente del país.

3.2 Objetivos Específicos

Estudiar la variabilidad morfológica y bromatológica de los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz.

Determinar el grado de asociación y determinación de los caracteres entre cultivares.

Determinar el grado de similitud entre cultivares.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1 Aspectos Generales

La yuca, cultivo marginado de la investigación científica hasta años muy recientes, sin el paquete tecnológico que se aplica a los cereales y con utilización mínima de insumos, rinde en promedio 10 ton/ha en el trópico, lo cual corresponde a 3.5 ton/ha en cereales. En países como Brasil donde se han adelantado algunos trabajos sobre todo en relación a variedades, el rendimiento medio por hectárea ya es superior a 15 toneladas.

La yuca es una de las primeras cosechas tropicales americanas que el hombre industrializó.

El interés del nativo por la yuca debió ser estimulado por varias características de esta planta típicamente tropical, entre las cuales se destacan:

- a) Las sequías prolongadas que son típicas de extensas zonas tropicales afectan poco al cultivo.
- b) Tanto las plantas como sus productos, cuando son debidamente procesados, son poco atacados por enfermedades y plagas.
- c) La cosecha puede colectarse desde los 10 meses, hasta los 24, sin la premura característica de los otros cultivos.
- d) Los productos de la yuca tienen una vida útil muy larga, en comparación con otros alimentos, cuando no se aplican métodos de conservación que requieran de una tecnología especial.

Sin embargo, el cultivo de la yuca es criticado porque:

- a) Es baja en proteínas frente a los cereales.
- b) Sus productos serían portadores de aflatoxinas.
- c) Se dice que la yuca amarga procesada contiene principios tóxicos cianogénicos.
- d) Se señala que en Africa, en zonas eminentemente yuqueras, es tán presentes dos importantes enfermedades humanas, la neuropatía atáxica y el bacilo endémico. (12)

Según Grace (6), el término "yuca" se suele aplicar en Europa y en los Estados Unidos de Norte América, para designar las raíces de las plantas de yuca. El término "tapioca" está derivado de tipioca, nombre que dan los indios Tupis a la harina de yuca que se deposita en el líquido exprimido de los tubérculos rayados y convertidos en bolitas llamados "tipiocet"

4.2 Clasificación Botánica

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

La clasificación de la yuca es la siguiente:

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

Standley y Steyemark (15), reportan para Guatemala 7 especies de Manihot a saber: Manihot aesculifolia; M. dulcis; M. glassiovii; M. gualanensis; M. parvicocca; M. esculenta y M. lubidunda. 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 M. esculenta.

4.3 Descripción de la Planta de Yuca

La yuca es una planta perenne que crece bajo cultivo hasta una altura de 2 a 4 metros. Las hojas anchas y palmeadas tienen corrientemente de 5 a 7 lóbulos soportados sobre un pecíolo largo y delgado. Crecen solamente hacia el extremo de las ramas; a medida que la planta va creciendo, el tallo principal se bifurca, generalmente en 3 ramas, que a su vez se dividen de modo análogo. Las raíces las irradia desde el tallo por debajo de la superficie del terreno. Las raíces de alimentación crecen verticalmente desde el tallo y las raíces de almacenamiento que penetran en el suelo hasta una profundidad de 50 a 100 cm y ésta capacidad de la planta de yuca para conseguir nutrientes a una cierta distancia por debajo de la superficie, puede contribuir a explicar su crecimiento en suelos de baja calidad.

Sobre la misma planta se producen flores masculinas y femeninas, dispuestas en penachos sueltos. El fruto es de forma triangular, contiene 3 semillas que son viables y pueden emplearse para la propagación de la planta. El número de raíces tuberosas y sus dimensiones difieren mucho según la variedad de que se trate. Las raíces pueden llegar a alcanzar de 30 a 120 cm de longitud, de 4 a 15 cm de diámetro y un peso de 1 a 8 kilogramos o más.

La raíz posee una piel que está formada por una parte exterior y una interior, constituida la primera por una capa de células suberosas y el felógeno. La capa suberosa es generalmente de color oscuro y puede eliminarse raspándola en agua, que es como se hace en las lavadoras de grandes fábricas. La capa interior de la piel contiene el felodermo y floema que separan aquella del cuerpo de la raíz. (6)

4.4 Fases de Desarrollo de la Yuca

La planta de yuca sigue cuatro fases principales de desarrollo y son: brotación de las estacas, formación del sistema radicular, desarrollo de tallos y hojas, y engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos.

Cours citado por Montaldo (12), estudio estas fases de desarrollo de la yuca para las condiciones de la estación experimental del lago Alaotra de Madagascar, situado a 14°4' S, 770 msnm con una temperatura promedio de 20 °C, y una precipitación anual de 1140 mm de lluvia. La yuca en esta región se cosecha al final del segundo año de vegetación y en ella ocurren las siguientes fases:

4.4.1. Primer ciclo de vegetación

4.4.1.1 Brotación de las estacas

Las primeras raíces se forman al nivel de los nudos de las estacas (5 a 7 días después de la plantación). Poco después se desarrollan los tallos aéreos y a los 10 a 12 días aparecen las hojas. A los 15 días la plántula está constituida y la fase de brotación ha terminado.

4.4.1.2 Formación del sistema radicular

Es la fase de instalación (2.1/2 meses). Las primeras raíces formadas desaparecen casi enteramente; las otras llegan hasta 50 cm de profundidad.

4.4.1.3 Desarrollo de tallos y hojas

Los tallos se ramifican y toman el aspecto típico de la planta, las hojas se desarrollan en gran número sobre los tallos y las ramas (3 meses). Las hojas adquieren su tamaño máximo a los 10 a 12 días y duran 60 a 70 días en las variedades precoces y 85 a 95 días en las tardías.

4.4.1.4 Engrosamiento de las raíces

La migración de las materias de reserva, especialmente de almidón, comienza en la fase precedente. Luego se acelera y las ramas se lignifican; en este período (5 meses) aparecen hojas nuevas, especialmente a comienzos, pero su número disminuye progresivamente en la planta.

4.4.1.5 Reposo

La planta ha perdido la mayor parte de sus hojas, la actividad vegetativa disminuye, aunque el almidón continúa migrando a las raíces (1 mes).

4.4.2 Segundo ciclo de vegetación

4.4.2.1 Formación de nuevos tallos

Doce meses después, la planta comienza un segundo período de actividad que se manifiesta por la formación de nuevos tallos y hojas. Después del décimo sexto mes, la superficie foliar pasa de nuevo por su máximo, siendo en este momento solo 2/3 partes de lo que era en el primer año (duración de la fase 5 meses).

4.4.2.2 Acumulación de materias de reserva

Durante 5 meses se reemprende el engrosamiento de las raíces. En este último período las ramas se lignifican.

4.4.2.3 Reposo

Medio mes después de haber cesado la migración de materias de reserva en las raíces, la planta entra en reposo; todas las hojas caen y la planta queda totalmente desnuda.

4.5 Algunas Consideraciones sobre el Follaje de Yuca

La producción de follaje de la yuca por hectárea, de acuerdo a evaluaciones efectuadas en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, cuando el cultivo se destina exclusivamente a la producción de este material, es de

aproximadamente 150 toneladas por año. El contenido protéico del material es de alrededor del 20%, lo cual indica que es factible obtener 35 toneladas de harina de follaje (hojas y tallos) con 12% de humedad, que contiene a su vez unas 6 toneladas de proteína.

Las hojas de yuca son uno de los vegetales verdes con mayor concentración protéica, siendo su composición proximal promedio la siguiente: 77.6% de agua; 8.2% de proteína cruda; 3.3% de carbohidratos solubles; 1.2% de grasa, y 7.2% de fibra cruda. (6)

Roger citado por Grace (6), afirma que las hojas de yuca de 11 a 12 meses de edad, contienen entre 20.6 y 30.4% de proteína cruda, base seca. Más tarde Roger y Milher citados por Grace, reportan que el contenido protéico de las hojas de yuca en base seca varía entre 17.8 y 32.4% para variedades jamaquinas. (6)

4.6 Composición Química y Valor Nutritivo de la Yuca

Se pueden obtener dos productos del cultivo de la yuca Manihot esculenta Crantz, de mucho valor nutritivo cuando son balanceados con otros componentes de la dieta, como son la raíz y el follaje de la planta. En el cuadro 1, puede observarse la composición química de estos dos productos. Mientras la raíz es fundamentalmente rica en carbohidratos, el follaje es uno de los vegetales verdes con mayor riqueza protéica y contiene además tres veces y media más grasa y el doble de fibra que la anterior. (12)

Cuadro 1. Composición comparativa base húmeda de la raíz y follaje de Yuca

Fracciones	Raíz (%)	Follaje (%)
Humedad	61.0	77.2
Proteína	1.2	6.8
Grasa	0.4	1.4
Carbohidratos	34.9	12.8
Fibra	1.2	2.4
Cenizas	1.3	1.8

FUENTE: Montaldo, A. et al. 1979 (12)

La yuca se clasifica en variedades dulces y amargas, de acuerdo al contenido de ácido cianhídrico (HCN) de las raíces, el que es bajo en las primeras y alto en las segundas. Sin embargo, debe aclararse que la clasificación de la yuca por el contenido de HCN es un concepto muy subjetivo y que además no es posible trazar una línea que basada en este criterio diferencie unas variedades de otras, por el gran número de tipos intermedios existentes. Una serie de factores tales como el ambiente, la sequía, la fertilidad del suelo y la deficiencia de potasio afectan el contenido de HCN, pudiendo encontrarse variedades dulces que en ciertas circunstancias se comportan como amargas y viceversa.

Tal como ocurre con otros alimentos tuberosos, las raíces de yuca son fundamentalmente una fuente de carbohidratos y productos alimenticios imbalanceados cuando se trata aisladamente.

El cuadro 2 muestra la composición química promedio, como porcentaje de materia seca para las yucas amargas y dulces, integrales y peladas, y de las cortezas correspondientes. Aunque en ambas clases de yuca el contenido de materia seca es muy similar, las amargas tienen mayor contenido de proteína cruda, proteína verdadera y fibra cruda, mientras que en las dulces los contenidos de elementos libres de nitrógeno, extracto etéreo y cenizas son ligeramente mayores. En las cortezas se observa un contenido de proteína bruta muy similar, pero el contenido de proteína verdadera es muy superior en la yuca amarga, la cual también tiene mayor contenido de fibra cruda y cenizas. En cambio, la corteza de la yuca dulce tiene una mayor contenido de extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno (ELN). (12)

Cuadro 2. Composición química de yucas amarga y dulce; valor de la raíz total, pulpa y corteza, determinándose como porcentaje de materia seca

	Materia Seca	Proteína % Cruda	Proteína % Verdadera	Extracto Etéreo	Fibra % Cruda	ELN %	Ceniza Total %
Yuca amarga							
Raíz total	31.94	2.71	1.68	0.53	3.09	91.09	2.66
Pulpa	28.50	2.58	2.58	0.46	0.43	94.12	2.41
Corteza	27.94	5.29	4.59	1.18	20.97	66.63	5.93
Yuca dulce							
Raíz total	31.94	2.38	1.30	0.65	1.95	92.13	2.89
Pulpa	28.50	1.66	0.66	0.65	1.60	90.86	5.23
Corteza	27.94	3.61	1.39	1.39	10.31	78.25	4.44

FUENTE: Montaldo, A. et al. 1979 (12)

4.7 Toxicidad de la Yuca

El principio tóxico de la yuca es el ácido prúsico o ácido cianhídrico que se encuentra en las raíces, ramas y hojas de la planta, tanto en forma libre como químicamente combinado. La planta contiene un glucósido denominado faseolunarina que empieza a desdoblarse durante la recolección, dando ácido cianhídrico, acetona y glucosa por la acción de la enzima linaza. La presencia del ácido cianhídrico es fácil de reconocer por su sabor amargo y en el momento de la recolección de las raíces de yuca, la cantidad de ácido que se encuentra en la planta varía desde inocua a letal, o desde unos pocos miligramos a 250 miligramos o más por kilogramo de raíz fresca. Investigaciones realizadas han puesto de manifiesto que el contenido de glucósido en la planta de yuca aumenta notablemente por la sequía y por la deficiencia de potasio.

La hidrólisis del glucósido por la enzima puede acelerarse por el remojo de las raíces en agua, aplastamiento o corte, y por acción del calor. Se ha visto que el contenido de ácido cianhídrico varía poco en los diferentes tubérculos de la planta, pero mucho en los tubérculos procedentes de diferentes lugares. (6)

4.8 Utilización de los Productos de Yuca

4.8.1 Empleo de la yuca en la alimentación humana

Aunque la yuca se clasifica algunas veces como cultivo para países en vías de desarrollo o que se consume solamente por la población rural, el gran volumen de yuca que se cultiva en los países tropicales se consume en todas sus formas por casi todos los niveles de ingresos económicos.

En muchos países tropicales, la yuca es la principal fuente de hidratos de carbono y ocupa en la alimentación una categoría análoga a la de la patata, en ciertas partes de las zonas templadas. Es claro que la mandioca no es un alimento completo, ya que está compuesto principalmente de almidón; no obstante, es la más remuneradora de las plantas de cultivo en los países cálidos que dan quizás un mayor rendimiento de almidón por hectárea que cualquier otro cultivo, con un mínimo de mano de obra.

Como la yuca tiene un menor contenido de proteína y grasa que el arroz y las patatas, se emplean a menudo para equilibrar la alimentación, proteínas de origen animal y otros productos tales como la soja.

4.8.2 El almidón de yuca y sus usos

La harina fina producida a partir de yuca, debido a su bajo contenido de constituyentes no carbohidratados, podría muy bien llamarse almidón, se conoce en el comercio mundial como harina de tapioca. Este almidón se emplea directamente preparado en forma de un grupo de productos cocidos o gelatinizados y se convierte en glucosa dextrina y otros productos.

Aunque el almidón es el constituyente principal de las harinas, el arte de fabricación de pan depende en gran parte de la selección de harinas con las características de gluten apropiadas. El almidón se emplea en la fabricación de galletas para aumentar su propiedad de extenderse y de crujir. El almidón también se utiliza en la fabricación de varios tipos de dulces tales como grageas gelatinosas, denominados "tofees".

4.8.3 La yuca en los piensos

La yuca se emplea mucho en la mayor parte de las zonas tropicales para la alimentación de ganado porcino, lanar y aves de corral. Las pieles secas de las raíces de yuca se dan al ganado ovino y caprino, y las raíces crudas o cocidas se mezclan hasta formar una masa con concentrados protéicos, tales como harinas de maíz, sorgo, maní o almendra de palma de aceite, y sales minerales, para la alimentación del ganado.

La yuca, al igual que los granos para piensos está constituida casi completamente por almidón y es fácil de digerir. Por consiguiente, las raíces son especialmente adecuadas para la alimentación de animales jóvenes y para el engorde de cerdos. Muchos experimentos de alimentación han demostrado que la yuca proporciona un carbohidrato de buena calidad, que puede emplearse en sustitución del maíz o cebada, y que las raciones de yuca son especialmente adecuadas para cerdos, ganado lechero y aves de corral. Sin embargo, la yuca no puede usarse como único pienso, ya que es deficiente en proteínas y vitaminas, pero puede suplementarse con otros piensos ricos en estos elementos.

4.8.4 Otros usos

La yuca recibe una serie de usos además de los alimentarios se utiliza en la fabricación de cartón corrugado, de gomas para rehúmedecimiento, en la fabricación de adhesivos, en la industria papelera, en la textil, y en la fabricación de alcohol. (5)

4.9 Investigación y Mejoramiento Genético en Yuca

Con motivo de la escasés de alimentos energéticos a nivel mundial, Jennings y Martin citados por Montaldo (12), esbozaron

un plan para adquirir y mantener colecciones de germoplasma de yuca, debido a la gran variación que tiene esta especie y las especies afines; además, porque ésta amplia variación debe de preservarse para futuras generaciones de fitogenetistas, cuyos requerimientos serán posiblemente diferentes a los de ahora. De acuerdo a estos autores, se deben de tener en cuenta dos problemas: a) evitar la dispersión de enfermedades causadas por virus; y b) establecer métodos evaluatorios de uso general.

Según Toro y Atle citados por López Zelada (9), 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 (CIAT), mediante un programa especial; dicho programa contempla aspectos sobre: evaluación de germoplasma, evaluación de progenies y selección de híbridos; desarrolla trabajos sobre protección de plantas, fertilización y sobre la utilización de productos que se obtienen de la yuca.

4.10 Guatemala, un Centro de Diversidad para la Yuca

La yuca Manihot esculenta Crantz, es originaria de los trópicos de América Latina. La diversidad más amplia se encuentra en Brasil (área de diversidad primaria para el CIRF) y en las regiones sur occidental de México y noroeste de Guatemala (área de diversidad secundaria para el CIRF).

Para el caso de Guatemala, la variabilidad genética más alta se ha observado en el municipio de Sansare, El Progreso, en

la localidad de Santa Cruz; existe menor variabilidad en Izabal, Petén, Baja Verapaz y Costa Sur, respectivamente. (5)

4.11 Investigación en Yuca en Guatemala

De la investigación que en Guatemala se ha realizado en el cultivo de yuca, Herrera (7), realizó una evaluación de densidades de siembra para la producción de materia seca y proteína; González Galdames (4), realizó un diagnóstico de la producción e industrialización de la yuca en Sansare, El Progreso.

Zapeta Pérez, M. (16), realizó la caracterización preliminar de 25 materiales de yuca Manihot esculenta Crantz, colectados en los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Izabal, Jutiapa y Zacapa; haciendo énfasis la investigación en la determinación de la variabilidad morfológica, similitud entre caracteres y asociación de variables cuantitativas.

Zapeta Pérez, M. (16), estableció que en los 25 cultivares de yuca caracterizados existe variabilidad genética, determinó que el grado de asociación entre variables se da sólo entre variables de un mismo órgano, por ejemplo, la asociación que existe entre el número de anillos con el largo de las raíces; así como el peso de la raíz tuberosa.

Del análisis de grupo realizado estableció que los materiales caracterizados se distribuyeron en 5 grupos, concluyendo que el posible centro de variabilidad y dispersión de los materiales caracterizados es el municipio de Sansare, El Progreso.

López Zelada, F.R. (9), realizó la 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, estableciendo que existe variabilidad genética entre los cultivares, observada tanto a nivel inter como intra cultivares; de acuerdo con el análisis bromatológico, el 95 por ciento de los cultivares observados, sobrepasan el requerimiento mínimo de almidón como parámetro para la selección o mejoramiento, no encontró valores altos de asociación entre los caracteres medidos y de acuerdo a los objetivos y parámetros de un programa de mejoramiento, los cinco cultivares más promisorios de los 25 sometidos a caracterización fueron: 405, 409, 449 634 y 478.

Las dos investigaciones últimas referidas confirman que en Guatemala existe una amplia diversidad y riqueza genética para la especie Manihot esculenta Crantz, variabilidad que debe ser conocida y evaluada para que futuras generaciones puedan hacer un uso racional y productivo de este recurso que se posee.

4.12 Erosión Genética de la Yuca en Guatemala

La cuantificación en la yuca es difícil de estimar, sin embargo, se puede anotar que por existir en su mayoría en los huertos familiares y en forma perenne, la erosión genética es nula o mínima. Gulick et al, citados por Azurdia (2), no consideran a Guatemala con peligro de erosión. El problema de erosión genética puede verse agravado si se introducen cultivares mejorados para consumo humano o animal. Las especies silvestres de Manihot sí están en peligro de extinguirse, ya que forman parte de la vegetación primaria, la cual conforme pasa el tiempo disminuye el área que cubre en el país.

4.13 Caracterización

De acuerdo con el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos citado por Arce (1), "La caracterización consiste en

en registrar aquellas características que son altamente heredables, que son fácilmente observables y que son expresadas en todos los ambientes"; con la caracterización se determina el grado de variabilidad existente en una población específica de plantas, dicha información alcanza su mayor utilidad en programas de mejoramiento genético, que parten de la clasificación de individuos con características relevantes.

La evaluación de la descripción de un conjunto de individuos puede hacerse mediante el uso de técnicas numéricas, entendiéndose por técnica numérica según Gricci y Armengol citados por Morera y Monge (13), a la "rama de la taxonomía numérica que mediante operaciones matemáticas calcula afinidad entre unidades taxonómicas a base del estado de sus caracteres".

El Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), en su primer trabajo de grupo, por medio de un grupo de expertos en el cultivo de la yuca, realizó un esquema de descriptores; este esquema fue discutido y finalizado por un segundo grupo de trabajo, esta lista de descriptores siguió líneas de trabajo primario realizados por el CATIE y el Centro Internacional de Recursos Genéticos (CENARGEK-Brasil). Estos descriptores diseñados por el CIRF son utilizados en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la caracterización de cultivares de yuca.(7)

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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la aldea El Rodeo, Escuintla, Guatemala. Se localiza entre los $90^{\circ}49'$ longitud oeste y los $14^{\circ}23'$ latitud norte, a una altura promedio de 770 msnm.

La finca Sabana Grande corresponde a la zona de vida Bosque subtropical muy húmedo. La temperatura absoluta promedio anual máxima es de 33.5°C y mínima de 11.96°C , con una precipitación anual de 3228.05 mm y un promedio de 167.14 días de lluvia, registrándose una evaporación a la sombra promedio anual de 1480.63 mm y humedad relativa media de 78.36%.

5.2 Manejo del Cultivo

El estudio de caracterización de los 25 cultivares de yuca se realizó en un período de 10 meses (julio 1986 a marzo 1987). En la etapa de campo, la siembra se realizó el 10 de julio de 1986 y la cosecha el 20 de enero de 1987. La secuencia desarrollada fue la siguiente:

5.2.1 Preparación del terreno

Se realizó un paso de arado y dos de rastra, finalmente se efectuó el surqueado a una distancia entre surcos de un metro.

5.2.2 Siembra

Se sembraron 20 estacas de 20 a 25 cm de largo por cada cultivar, en un solo surco; quedando a una distancia de 1.5 m entre plantas y 1 m entre surcos. El área total cubierta por el ensayo fue de 945 m². (Fig. 3)

5.2.3 Control de malezas

Se realizaron 4 limpieas, a cada 30 días en los primeros 4 meses del cultivo; estas limpieas se realizaron en forma manual mediante la utilización de azadón.

5.2.4 Control de plagas y enfermedades

Se realizaron 3 aplicaciones de tamaron 600 SL con el propó sito de controlar el ataque de mosca del cogollo Silba pendula y 3 aplicaciones de oxiclóruo de cobre al 80%, con el fin de controlar un ataque de bacteriosis a la plantación.

5.2.5 Riego

Se realizaron 3 aplicaciones de riego por gravedad, en períodos críticos de sequía.

5.2.6 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 el 20 de enero de 1987.

5.3 Material Experimental

Los 25 cultivares caracterizados proceden 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", la cual se encuentra en la finca Bulbuxya de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El cuadro 3 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 los cultivares caracterizados.

5.4 Análisis de la Información

La toma de datos se realizó de 15 plantas tomadas al azar por cultivar; los datos se registraron de acuerdo al descriptor para el género Manihot elaborado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF). (Cuadro 15)

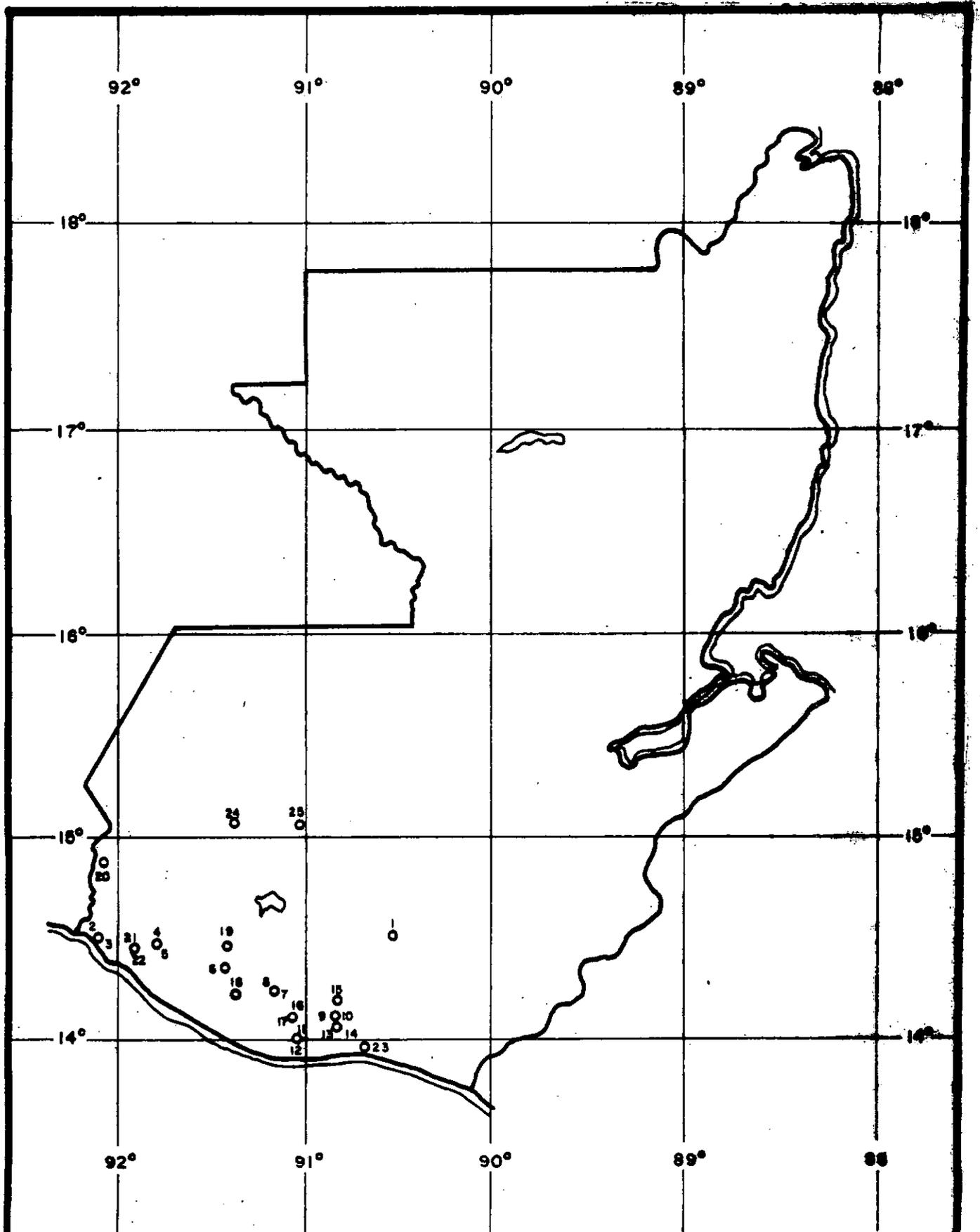
La variabilidad expresada en los datos presentados en el cuadro 5 fue sometido a los siguientes análisis: media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación y rango para las variables cuantitativas; las variables cualitativas se les enumeró de acuerdo a la moda.

Para la determinación del grado de asociación se seleccionaron a priori del cuadro de caracterización las variables cuantitativas y cualitativas que interesan con fines agronómicos y se correlacionaron entre sí por cada cultivar. (Cuadro 6)

Cuadro 3. Datos de pasaporte más importantes de los 25 cultivos de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande Escuintla, Guatemala. 1988

No.	Número Colecta	Sitio de Recolección	Coordenadas		Altitud (msnm)
			N	W	
1.	651	Sta Catarina Barahona Sacatepéquez	14°32'	90°47'	1500
2.	840	Madronales, La Blanca Ocós, San Marcos	14°36'	92°09'	10
3.	845	Madronales, La Blanca Ocós, San Marcos	14°36'	92°09'	10
4.	853	Pampa Seca, Caballo Blanco Retalhuleu	14°30'	91°50'	30
5.	854	Pampa Seca, Caballo Blanco Retalhuleu	14°30'	91°50'	30
6.	860	La Máquina, Centro 1 Suchitepéquez	14°23'	90°35'	35
7.	867	Palo Blanco, Nueva Concepción, Escuintla	14°11'	91°18'	60
8.	868	Palo Blanco, Nueva Concepción, Escuintla	14°11'	91°18'	60
9.	874	Cuyuta, Masagua, Escuintla	14°05'	90°51'	40
10.	877	Cuyuta, Masagua Escuintla	14°05'	90°51'	40
11.	884	Los Chatos, La Gomera Escuintla	14°00'	91°05'	20
12.	885	Los Chatos, La Gomera Escuintla	14°00'	91°05'	20
13.	888	Cuyuta, Escuintla	14°05'	90°51'	20
14.	889	Cuyuta, Escuintla	14°05'	90°51'	25
15.	891	Fca San Rafael, Masagua Escuintla	14°15'	90°51'	100
16.	893	Poza Verde, Nva Concepción Escuintla	14°11'	91°18'	35
17.	896	Palo Blanco, Nva Concepción Escuintla	14°11'	91°18'	60
18.	897	Sn Rafael, Mazatenango	14°15'	91°31'	290
19.	898	Nvo Sn Carlos, Retalhuleu	14°35'	91°32'	600
20.	901	Nicá, Malacatán, Sn Marcos	14°50'	91°08'	200
21.	907	Caballo Blanco, Retalhuleu	14°30'	91°50'	80
22.	909	Caballo Blanco, Retalhuleu	14°30'	91°50'	80
23.	1020	La Barrita, Sn José Esc.	13°02'	90°57'	15
24.	1076	Sicapaca, San Marcos	15°13'	91°38'	1650
25.	1163	Sn Bartolomé, Jocotenango Sacatepéquez	15°12'	91°03'	1754

FUENTE: Archivo del Programa de Recursos Fitogenéticos de Guatemala.



Mapa de Guatemala, que muestra las localidades de recolección de los 25 cultivares de Yuca Manihot esculenta Crants, Caracterizados en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala 1988.

FIGURA 1

Los resultados del análisis bromatológico fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey, con el propósito de comparar estadísticamente los 25 cultivares caracterizados en relación a contenidos de % materia seca, % de almidón, % de azúcares libres, % de fibra cruda, % de cenizas y energía (Kcal/100 gramos), y establecer la variabilidad bromatológica. (Cuadros del 8 al 13)

En la determinación de la similitud entre cultivares se sometieron a análisis 45 variables a través del análisis de grupos. (Cuadro 14)

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentan los cuadros del 4 al 14 que corresponden a los resultados obtenidos de la caracterización de 25 cultivares de yuca.

6.1 Discusión de Datos de Caracterización

En los caracteres observados y registrados de acuerdo al descriptor del Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), se observa que algunos se manifestaron en forma constante en los 25 cultivares caracterizados, estos se describen en el cuadro 4 con su respectivo estado.

Cuadro 4. Variables constantes en yuca Manihot esculenta Crantz manifestadas en la caracterización de 25 cultivares en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988

Variables	Estado
Angulo de inserción del pecíolo	75 - 90°
Color del tallo	Verde plateado
Constricciones de la raíz	Ausentes
Color de la pulpa de la raíz	Blanco o Crema

El resto de variables (cuantitativas y cualitativas) no se comportaron de manera constante, discutiéndose a continuación algunas de ellas. (Cuadro 5)

-Porcentaje de brotación

En términos generales, los cultivares mostraron buena capacidad de brotación, así: 11 cultivares tuvieron un 100% de brotación el cultivar 651 fue el de menor porcentaje de brotación, con sólo un 60%.

-Color del meristemo apical

De los cuatro estados del descriptor, cuatro cultivares presentan el color verde oscuro, siete color verde claro, siendo el color predominante el color verde púrpura, el cual lo presentan 14 cultivares, mientras que el color púrpura no se observó en ninguno de los cultivares caracterizados.

-Color de la primera hoja completamente extendida

Este es un caracter que de alguna manera permite observar diferencias entre algunos cultivares. El color predominante es el verde oscuro, manifestándose en 11 cultivares, 9 cultivares presentaron el color verde claro y solamente 5 cultivares manifestaron el color verde púrpura; mientras que el color púrpura no se observó en ninguno de los cultivares objeto de estudio.

-Número de lóbulos de la hoja

Los cultivares que tienen de 3 a 7 lóbulos predominan en los 25 cultivares caracterizados, así: 10 cultivares mostraron este caracter; los cultivares con 3 a 9 lóbulos en sus hojas se presentan en menor número, encontrándose solo 6 cultivares, y 9 cultivares presentan hojas con 3 a 5 lóbulos.

-Longitud del lóbulo central

El cultivar 651 es el que presentó mayor variación en cuanto a longitud del lóbulo central de sus hojas; así se encontraron plantas con lóbulos de 11.0 cm de longitud hasta lóbulos de 18 cm obteniéndose una media de 14.50 cm. El cultivar que menor variación presentó en relación a éste caracter fue el 1076 con 12 cm de longitud en los lóbulos más cortos y 15.7 cm en los más largos, con media para el cultivar de 13.8 cm.

El cultivar 889 presentó los lóbulos centrales más largos, con promedio de 19.67 cm; el cultivar 845 en segundo lugar con media de 19.27 cm, y los cultivares que presentaron lóbulos más cortos son el 898 con media de 11.06 cm y el 891 con media de 12.96 cm de longitud del lóbulo central de sus hojas.

-Ancho del lóbulo central

Los cultivares que mostraron el lóbulo central más ancho fueron el 874 y el 893 con 6.50 cm y 5.93 cm, respectivamente; mientras que los cultivares 885 y 891 presentaron el menor ancho de lóbulo central con 3.79 y 3.85 cm, respectivamente.

-Color de la nervadura de la hoja

De los 4 estados que presenta el descriptor, solamente se observó el color verde claro en 5 cultivares y en los 20 restantes el verde oscuro.

-Largo del pecíolo

El pecíolo de tamaño mediano (15-25 cm) predominó, observándose en 17 cultivares y los 8 cultivares restantes presentaron

pecíolo largo (25-30 cm).

-Altura a la primera ramificación y altura de la planta a cima de la copa

Considerando en forma simultánea estos caracteres registrados, los datos obtenidos muestran que los cultivares que ramifican a una menor altura son los que crecen menor y viceversa, así se observa que los cultivares 840 y 854 presentan la primera ramificación a una altura de 29.2 y 29.5 cm, respectivamente, y únicamente alcanzaron alturas de planta a la cima de la copa de 93.9 y 73.3 cm, respectivamente; en tanto que los cultivares que ramifican a una mayor altura como el 889 y 897 que presentan la primera ramificación a una altura de 117.3 y 92.8 cm, alcanzaron altura de planta a la cima de la copa más grandes, con 217.3 y 177 cm respectivamente.

-Forma de la planta

El descriptor presenta 5 estados para este carácter y en la población caracterizada se presentaron los 5 estados, la forma recta se presentó en el cultivar 868, la forma compacta se observó en los cultivares 840 y 884, la forma cilíndrica en los cultivares 874 y 877, y la forma predominante fue la parasol, la cual se observó en 12 cultivares, en tanto que la forma abierta se observó en 8 cultivares.

-Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)

Comparando altura de planta y total de peso fresco por planta se observa de los resultados obtenidos, que no necesariamente las plantas de menor altura reportan el menor peso fresco por planta; así se observa que el cultivar 651 que reporta una media

de altura de 159.5 cm únicamente dió un total de peso fresco de 0.53 kg por planta. El cultivar que dió el menor total de peso fresco por planta fue el 885 con 0.2 kg y los cultivares que dieron el mayor peso fresco por planta fueron el 849 y 889 con 1.95 y 1.90 kg, respectivamente.

-Posición de la raíz almacenadora

La posición de la raíz almacenadora predominante en los cultivares caracterizados es la horizontal, observándose en 15 cultivares; 6 cultivares presentaron la posición vertical y únicamente en 3 cultivares se reporta la posición de la raíz almacenadora en forma irregular.

-Largo de la raíz (cm)

Las raíces almacenadoras más largas se encontraron en los cultivares 888 y 885 con media de 61.0 y 57.8 cm, respectivamente mientras que los cultivares 898 y 884 dieron las raíces más cortas con 29.3 y 31.8 cm, respectivamente.

-Diámetro de la raíz almacenadora (cm)

Los cultivares que reportan las raíces más gruesas son el 909, 893 y 867 con diámetros de 4.8, 4.6 y 4.4 cm, respectivamente; en tanto que los cultivares 898 y 1163 reportan las raíces con menor diámetro, así 2.7 y 2.9 cm, respectivamente.

-Color de la superficie exterior de la corteza de la raíz

El color blanco o crema predominó, presentándose en 21 cultivares; los cultivares 887 y 884 presentaron corteza exterior color amarillo y los cultivares 888 y 889 color rosado.

Cuadro 5. Caracterización de 25 Cultivares de yuca (anihot esculenta Crantz, en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1988

Número de Colecta	651	840	845	853	854	860	867	868	874	877	884	885	888	889	891	893	896	897	898	901	907	909	1020	1076	1163	
Por ciento de brotación por estacas	60	100	95	100	80	100	100	85	90	70	70	100	85	100	80	100	95	100	95	85	100	90	85	100	100	
Vigor inicial	1 bajo	x		x	x		x		x		x															
	5 mediano					x	x		x		x				x		x	x	x	x	x	x		x	x	
	7 vigoroso		x	x									x	x		x						x	x			
Color del Meristemo Apical	1 verde claro	x	x	x		x			x																	
	5 verde oscuro						x																			
	7 verde púrpura				x		x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Color de la primera Hoja completamente extendida	1 verde claro		x	x		x			x		x		x	x	x											
	5 verde oscuro				x		x					x														
	7 verde púrpura	x					x			x																
Número de lóbulos de la hoja	3-9	3-7	3-5	3-7	3-5	3-7	3-7	3-7	3-5	3-9	3-5	3-7	3-5	3-9	3-5	3-7	3-7	3-7	3-9	3-5	3-7	3-7	3-7	3-5	3-9	
	Forma del lóbulo central	1 oblongo-lanceolado				x		x	x				x	x	x			x	x	x		x	x	x		x
		2 linear																								
		3 elíptico	x		x		x			x	x					x	x					x				x
		4 pandurado																								
		5 lanceolado			x																					
6 combinación																										
Longitud del lóbulo central (cm)	1449	135	1927	1733	1675	1769	1694	1682	154	1702	1738	1411	183	1967	1296	1684	1606	1519	1604	174	182	158	153	138	173	
Ancho del lóbulo central (cm)	426	502	583	554	420	570	479	495	65	497	436	379	498	593	385	471	525	427	397	52	56	45	39	42	55	
Color de la Nervadura de la hoja	1 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	
	7 verde púrpura																									
Largo del Pecíolo	0 ausente																									
	5 corto (5-10 cm)																									
	7 mediano (15-25 cm)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		
	9 largo (25-30 cm)		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
Color del Pecíolo	1 verde claro	x																								
	5 verde oscuro																									
	7 verde púrpura				x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Distribución de las Antocianinas en el pecíolo	0 ausente	x																								
	1 parte superior					x																				
	2 parte central																									
Angulo de inserción del pecíolo	3 15-30°																									
	5 45-60°																									
	7 75-90°	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pubescencia de las hojas jóvenes	0 ausente		x																							
	3 poco pubescente	x				x		x		x																
	5 moderada pubescencia			x	x		x		x																	
Prominencia de la cicatriz de la hoja	3 poco prominente																									
	5 moderada prominencia	x			x	x		x	x	x																
	7 muy prominente		x	x			x																			
Largo de la estípula	3 corto																									
	5 mediano	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 largo																									
Borde la estípula	1 laciniado		x		x	x	x	x																		
	2 serrado									x																
	3 entero	x																								
Crecimiento del tallo joven	1 recto					x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		
	2 zig zag	x	x	x	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x			
Tiempo a la primera ramificación (s)	150	153	140	130	130	111	110	150	140	143	148	120	137	137	140	127	120	120	90	150	100	141	140	120	120	
Tiempo a la segunda ramificación (s)	184	210	180	160	168	159	153	-	180	181	130	183	176	179	170	165	158	161	130	186	138	186	180	161	159	
Angulo de ramificación	0 no ramificada																									
	3 15-30°	x				x			x	x																
	5 45-60°		x	x	x		x	x																		
	7 75-90°																									
Altura a la primera ramificación (cm)	610	272	471	953	295	758	627	700	502	928	250	60	651	1330	604	628	764	593	227	536	567	800	593	380	563	
Niveles de ramificación	20	190	250	180	228	219	17	18	110	210	14	170	230	23	26	22	25	17	28	25	19	29	14	15	29	
Color del tallo	1 verde plateado	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 café o naranja																									
	3 café oscuro																									
Altura de la planta (cm)	1595	139	152	154	733	167	123	162	810	175	823	1053	1339	211	128	136	171	805	820	1137	368	129	897	766	1693	

-Contenido de cianuro de la raíz

En base al análisis cualitativo realizado, se determinó que 13 cultivares tienen un contenido medio de cianuro, 7 cultivares con contenido alto y los cultivares 885, 889, 891 y 1163 con bajo contenido de cianuro.

6.2 Correlaciones

El análisis de correlación múltiple se efectuó con 31 variables (cuantitativas y cualitativas)(cuadro 6), con el propósito de determinar el grado de asociación de éstas. Las variables cualitativas se codificaron con valores de 0 a 1, de acuerdo al valor existente, así se le asignaron valores de 1 a los estados más avanzados y valores de 0 (cero) a los más primitivos.

El cuadro 7 describe las correlaciones con valores de significancia de 0.5 a más, cada variable se encuentra ordenada de acuerdo a los valores de correlación del mayor al menor.

La variable porcentaje de brotación correlacionó negativamente con el ángulo de ramificación, lo que de acuerdo al cuadro 5, se observa que las plantas que poseen un menor porcentaje de brotación, presentan un menor ángulo de ramificación.

La variable color del meristemo apical correlacionó positivamente con el color de la primera hoja completamente extendida, de manera que el carácter color del meristemo apical está asociado con el color de la hoja inicial de la planta.

El número de lóbulos de la hoja de yuca está asociado con el largo del pecíolo y altura a la primera ramificación.

Cuadro 6. Listado de variables cuantitativas y cualitativas sometidas al análisis de correlación múltiple, procedentes de los datos de caracterización de 25 cultivos de yuca Manihot esculenta Crantz, en la Unidad, Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988

-
- V-01 Porcentaje de brotación de las estacas
 - V-02 Color del meristemo apical
 - V-03 Color de la primera hoja completamente extendida
 - V-04 Número de lóbulos de la hoja
 - V-05 Longitud del lóbulo central (cm)
 - V-06 Ancho del lóbulo central (cm)
 - V-07 Color de la nervadura de la hoja
 - V-08 Largo del pecíolo (cm)
 - V-09 Color del pecíolo
 - V-10 Distribución de antocianinas en el pecíolo
 - V-11 Tiempo a la primera ramificación apical asociado a la floración en semanas desde la siembra
 - V-12 Tiempo a la segunda ramificación en semanas desde la siembra
 - V-13 Angulo de ramificación (si ramifica); ángulo entre el plano vertical y la ramificación
 - V-14 Altura a la primera ramificación (cm)
 - V-15 Altura de la planta a la cima de la compa (cm)
 - V-16 Forma de la planta
 - V-17 Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)
 - V-18 Largo de la raíz almacenadora (cm)
 - V-19 Diámetro de la raíz almacenadora (cm)
 - V-20 Número de raíces almacenadoras por planta
 - V-21 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)
 - V-22 Estimación del contenido de cianuro de la raíz almacenadora
 - V-23 Índice de cosecha
 - V-24 Color del disco
 - V-25 Color del ovario
 - V-26 Color de la antera
 - V-27 Ancho del sépalo en su punto más ancho (mm)
 - V-28 Flores
 - V-29 Diámetro de la cápsula del fruto (mm)
 - V-30 Largo de la semilla del fruto (mm)
 - V-31 Diámetro de la semilla (mm)
-

La variable longitud del lóbulo central de la hoja es muy importante como parámetro fisiológico y está asociado con el total de peso de raíces almacenadoras por planta, peso fresco del follaje y tallo por planta, largo de la raíz almacenadora y ancho del lóbulo central, de manera que en la caracterización se determinó que los cultivares que presentan un largo de lóbulo central grande, en general son los que producen mayor cantidad de materia orgánica por planta y en sí de raíces, así el cultivar 889 que presentó los lóbulos de mayor longitud es el que produce mayor cantidad de follaje y tallo, un mayor número de raíces y mayor peso de raíces por planta.

La variable ancho del lóbulo central, de manera similar que el largo del lóbulo central, correlacionó con variables de rendimiento como son el total de peso de las raíces almacenadoras por planta y total de peso fresco del follaje y tallo por planta.

El largo del pecíolo de las hojas de yuca correlacionó positivamente con el total de peso de las raíces almacenadoras por planta, largo de la raíz almacenadora, altura a la primera ramificación, total de peso fresco del follaje y tallo por planta; de acuerdo con el cuadro de caracterización se observa que el cultivar 889 que presentó mayor peso de raíces y producción de follaje y tallo por planta, en tanto que el cultivar 651 que es uno de los de menor producción de materia orgánica, posee pecíolos de tamaño mediano.

La variable color del pecíolo está íntimamente asociado con el contenido de antocianinas.

La variable distribución de antocianinas en el pecíolo correlacionó positivamente con el diámetro de la raíz almacenadora, largo de la raíz almacenadora e índice de cosecha, esto puede

Cuadro 7. Correlaciones significativas entre variables cuantitativas y cualitativas sometidas a correlación múltiple en la caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. 1988

V-01	Porcentaje de brotación de las estacas	
	V-13 Angulo de ramificación (si ramifica); ángulo el plano vertical y la primera ramificación	-0.5830
V-02	Color del meristemo apical	
	V-03 Color de la primera hoja completamente extendida	0.5695
V-03	Color de la primera hoja completamente extendida	
	V-15 Altura de la planta a la cima de la copa	0.5300
V-04	Número de lóbulos de la hoja	
	V-14 Altura a la primera ramificación (cm)	0.5237
	V-08 Largo del pecíolo (cm)	0.5032
V-05	Longitud del lóbulo central	
	V-08 Largo del pecíolo	0.9038
	V-21 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.7376
	V-17 Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)	0.7116
	V-18 Largo de la raíz almacenadora (cm)	0.6740
	V-06 Ancho del lóbulo central (cm)	0.6704
	V-26 Color de la antera	-0.5250
V-06	Largo del lóbulo central	
	V-08 Largo del pecíolo (cm)	0.7521
	V-21 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.6348
	V-17 Total de peso fresco de follaje y tallo por planta (kg)	0.5994
V-07	Color de la nervadura de la hoja	
	V-27 Ancho del sépalo en su punto más ancho (mm)	0.6036
V-08	Largo del pecíolo (cm)	
	V-21 Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.6720
	V-18 Largo de la raíz almacenadora (cm)	0.6252
	V-14 Altura a la primera ramificación (cm)	0.8183
	V-17 Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)	0.5742

Cont. C.7

V-15	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)	0.5519
V-26	Color de la antera	-0.5330
V-09	Color del pecíolo	
V-10	Distribución de antocianinas en el pecíolo	0.8575
V-18	Largo de la raíz almacenadora (cm)	0.5126
V-10	Distribución de antocianinas en el pecíolo	
V-19	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)	0.5282
V-18	Largo de la raíz almacenadora (cm)	0.5224
V-23	Índice de cosecha	0.5109
V-11	Tiempo a la primera ramificación apical asociado a la floración en semanas desde la siembra	
V-22	Estimación del contenido de cianuro de la raíz almacenadora	0.5505
V-12	Tiempo a la segunda ramificación en semanas desde la siembra	
V-16	Forma de la planta	0.5935
V-14	Altura a la primera ramificación (cm)	
V-15	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)	0.7789
V-19	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)	0.5104
V-15	Altura de la planta a la cima de la copa (cm)	
V-17	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)	0.7677
V-29	Diámetro de la cápsula del fruto (mm)	0.5904
V-21	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.5522
V-31	Diámetro de la semilla (mm)	-0.5500
V-17	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)	
V-21	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.7677
V-20	Número de raíces almacenadoras por planta	0.7183
V-23	Índice de cosecha	-0.6430
V-18	Largo de la raíz almacenadora (cm)	
V-19	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)	0.6730
V-21	Total de peso de las raíces almacenadoras por planta (kg)	0.6040
V-20	Número de raíces almacenadoras por planta	
V-23	Índice de cosecha	-0.5750

comprobarse observando los resultados del cuadro 5 (caracterización), por ejemplo, el cultivar 889 que tiene el pecíolo completamente pigmentado presenta mayor cantidad de peso de raíces por planta.

La variable total de peso fresco del follaje y tallo por planta, presentó correlación significativa con el total de peso de las raíces almacenadoras por planta y número de 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 en un período temprano (7 meses de edad) y aún no se había dado la suficiente acumulación de materias de reserva en las raíces.

El largo de la raíz almacenadora es una variable asociada con el diámetro de la raíz almacenadora y el total de peso de las raíces almacenadoras por planta, es así que en los cultivares que tienen las raíces más largas, también tienen el mayor diámetro y el mayor peso total de raíces almacenadoras por planta, esto se observa en los cultivares 888, 889 y 845.

6.3 Análisis Bromatológico

En el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- se realizó el análisis bromatológico con el fin de estudiar la variabilidad bromatológica existente en los cultivares de yuca caracterizados.

La diferencia estadística 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.

Cuadro 8. 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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala. 1988

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	F Tabulada 1%
Tratamiento	24	2.405	0.100	1.68 N.S.	1.99	2.66
Error	24	1.434	0.060			
Total	49	3.996				

Coefficiente de variación: 23.088%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
1163	1.640	A
897	1.435	A
1076	1.320	A
891	1.230	A
854	1.200	A
893	1.180	A
840	1.155	A
868	1.150	A
889	1.110	A
867	1.100	A
1020	1.095	A
909	1.090	A
877	1.075	A
853	1.055	A
901	1.045	A
884	0.990	A
874	0.990	A
896	0.975	A
885	0.940	A
898	0.935	A
860	0.895	A
907	0.785	A
888	0.765	A
651	0.710	A
845	0.600	A

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

6.3.1 Análisis de fibra cruda

El análisis de varianza realizado con los datos de contenido de fibra cruda (%) de los 25 cultivares de yuca caracterizados, reporta que entre los 25 cultivares no existe diferencia estadística, por lo que todos son iguales estadísticamente. El contenido de fibra cruda varía de 1.64% en el cultivar 1163 a 0.60% en el cultivar 845, con menor contenido. (Cuadro 8)

6.3.2 Análisis de cenizas

Mediante el análisis de varianza se estableció que en relación al contenido de cenizas, existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados. A través de la prueba de Tukey se estableció que los cultivares 909, 896, 889, 901 y 860, son estadísticamente iguales y los cuales tienen el mayor contenido de cenizas con: 1.52, 1.40, 1.30, 1.26 y 1.24 por ciento, respectivamente. El último grupo establecido a través de la prueba de medias, lo conforman los cultivares 1076, 867, 898, 877, 907, 884, 888, 868, 885, 840, 845, 1020, 854 y 1163, los cuales tienen el menor contenido de cenizas con: 1.04, 1.03, 1.02, 1.00, 1.00, 0.98, 0.98, 0.97, 0.96, 0.95, 0.94, 0.92, 0.86 y 0.76 por ciento, respectivamente. (Cuadro 9)

6.3.3 Análisis de materia seca

Entre los cultivares caracterizados existe diferencia altamente significativa en cuanto al contenido de materia seca. A través de la prueba de Tukey se estableció que los cultivares 854, 1163, 1076 y 877 son iguales estadísticamente (Cuadro 10) y son los que tienen mayor contenido de materia seca, con: 43.66, 43.10, 42.25 y 42.01 por ciento, respectivamente. El cultivar 909 con 29.25 por ciento de materia seca, es el que menor contenido tiene de los 25 cultivares caracterizados y estadísticamente es diferente a los restantes 24 cultivares.

Cuadro 9. 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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala. 1988

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	F Tabulada 1%
Tratamiento	24	1.396	0.058	11.60++	1.98	1.66
Error	24	0.128	0.005			
Total	48	1.526				

Coefficiente de variación: 0.860

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
909	1.525	A
896	1.400	AB
889	1.295	ABC
901	1.260	ABCD
860	1.245	ABCDE
893	1.175	BCDEF
891	1.115	BCDEFG
897	1.105	CDEFG
651	1.075	CDEFG
853	1.055	CDEFG
1076	1.045	CDEFGH
867	1.030	CDEFGH
898	1.025	CDEFGH
877	1.005	DEFGH
874	1.005	DEFGH
907	1.000	DEFGH
884	0.985	DEFGH
888	0.975	DEFGH
868	0.970	EFGH
885	0.955	FGH
840	0.950	FGH
845	0.940	FGH
1020	0.915	FGH
854	0.865	GH
1163	0.760	H

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 10. 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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala. 1988

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	1%
Tratamiento	24	589.617	24.367	3.02++	1.98	2.66
Error	24	0.195	8.138			
Total	49	589.805				

Coefficiente de variación: 0.234%

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
854	43.665	A
1163	43.100	AB
1076	42.250	ABC
877	42.010	ABC
840	41.615	BC
845	41.495	BCD
884	40.495	CDE
651	40.495	CDE
889	39.735	DE
885	39.550	E
888	39.490	E
1020	39.485	E
853	39.485	E
898	39.135	E
891	38.865	EF
868	38.765	EFG
874	37.180	FGH
907	37.040	GH
867	36.850	HI
901	36.430	HI
897	35.650	HI
860	35.075	I
893	32.815	J
896	32.270	J
909	29.250	K

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

6.3.4 Análisis de azúcares libres

Estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los cultivares de yuca caracterizados, permitiendo la prueba de medias establecer que los cultivares 840, 897 y 885 son iguales y los que mayor contenido de azúcares libres posee, con porcentajes de 3.78, 3.54 y 3.40, respectivamente. (Cuadro 11) Los cultivares con menor contenido de azúcares libres son: 853, 868, 888, 889, 651, 877 y 884 y, estadísticamente son iguales con 1.68, 1.38, 1.24, 1.18, 1.08, 1.06 y 1.03 por ciento, respectivamente.

6.3.5 Análisis de almidón

Los cultivares 901 y 897 son estadísticamente iguales, siendo los cultivares superiores en cuanto al contenido de almidón, reportándose que tienen a los siete meses de plantados 29.96 y 28.01 por ciento de almidón, respectivamente. En tanto que los cultivares con menor acumulación de almidón son: 651, 877, 885, 889, 860, 896, 884 y 898, iguales estadísticamente y con 20.35, 20.34, 20.27, 19.51, 19.41, 19.38, 19.31 y 18.32 por ciento, respectivamente. (Cuadro 12)

6.3.6 Análisis de energía

Del análisis estadístico practicado a los datos obtenidos del análisis de energía (Kcal/100 gr de yuca), de los 25 cultivares de yuca caracterizados se obtuvo que existe diferencia altamente significativa entre cultivares. (Cuadro 13)

El cultivar 1020 es diferente a los restantes cultivares caracterizados y es el de menor contenido de kilocalorías con 157.16 por 100 gramos de yuca, en tanto que 20 cultivares son

Cuadro 11. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de % de azúcares libres expresado en gr, por 100 gr en base húmeda. Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala. 1988

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	F Tabulada 1%
Tratamiento	24	30.085	1.254	66.00++	1.98	2.66
Error	24	0.499	0.019			
Total	49	30.630				

Coefficiente de variación: 6.297

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
840	3.775	A
897	3.540	AB
885	3.400	AB
874	3.018	BC
901	3.000	BC
909	2.670	CD
860	2.595	CDE
898	2.530	CDE
854	2.480	CDEF
896	2.395	DEFG
893	2.350	DEFG
1020	2.295	DEFGH
1076	2.195	DEFGHI
907	2.055	EFGHI
891	1.955	FGHIJ
867	1.905	GHIJK
845	1.785	HIJKL
1163	1.715	IJKL
853	1.680	IJKLM
868	1.385	JKLM
888	1.235	KLM
889	1.175	LM
651	1.080	M
877	1.065	M
884	1.030	M

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 12. 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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande" Escuintla, Guatemala. 1988

Análisis de Varianza.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	1%
Tratamiento	24	358.830	14.951	4.19++	1.99	2.66
Error	24	85.670	3.570			
Total	49	446.027				

Coefficiente de variación: 8.555

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
901	29.965	A
897	28.010	A
1020	25.175	B
867	24.255	BC
840	23.932	BCD
888	23.932	BCDE
909	23.300	BCDE
1076	23.060	BCDEF
891	22.780	CDEFG
907	22.620	CDEFGH
1163	22.315	CDEFGHI
874	21.945	DEFGHI
893	21.385	EFGHIJ
868	20.965	FGHIJ
853	20.920	FGHIJ
854	20.665	GHIJ
845	20.585	HIJ
651	20.350	IJK
877	20.345	JK
885	20.270	JK
889	19.510	JK
860	19.410	JK
896	19.375	JK
884	19.310	JK
898	18.320	K

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 13. 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 la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1998

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada 5%	F Tabulada 1%
Tratamiento	24	2168.250	90.344	4.86++	1.98	2.66
Error	24	446.375	18.599			
Total	49	2629.625				

Prueba de Tukey

Colecta No.	Promedio	Identificación
853	191.745	A
840	186.870	AB
1163	185.760	ABC
874	185.320	ABC
1076	184.870	ABC
845	183.540	ABC
854	182.660	ABC
651	181.995	ABC
897	181.770	ABC
877	181.105	ABC
893	180.885	ABC
884	180.665	ABC
907	180.440	ABC
888	180.440	ABC
867	179.995	ABC
860	179.160	ABC
898	178.000	ABC
868	177.115	ABC
891	176.450	ABC
909	176.230	ABC
901	174.010	BC
889	174.010	BC
896	172.900	BC
885	169.355	C
1020	157.165	D

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

estadísticamente iguales conformando el grupo superior y que esta dísticamente son iguales, con contenidos que oscilan desde 191.74 Kcal/100 gr para el cultivar 853 a 176.23 Kcal/100 gr para el cul tivar 909.

6.4 Análisis de Grupos

Para determinar el grado de similitud entre los 25 cultiva res de yuca caracterizados, se realizó el análisis de grupos; el análisis se efectuó con 45 variables (cuadro 14), eligiéndose a aquellas que mostraron mayor variabilidad para poder establecer en mejor forma los grupos existentes. De las variables sometidas a análisis, veintisiete corresponden al período vegetativo, doce se refieren al período de floración y fructificación, y seis se refieren a parámetros de calidad (% de materia seca, % de fibra cruda, % de almidón, % de cenizas, % de azúcares libres y energía -Kcal/100 gr-).

El fenograma (Fig. 2) resume los resultados obtenidos del análisis de grupos realizado a los 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, objeto de caracterización.

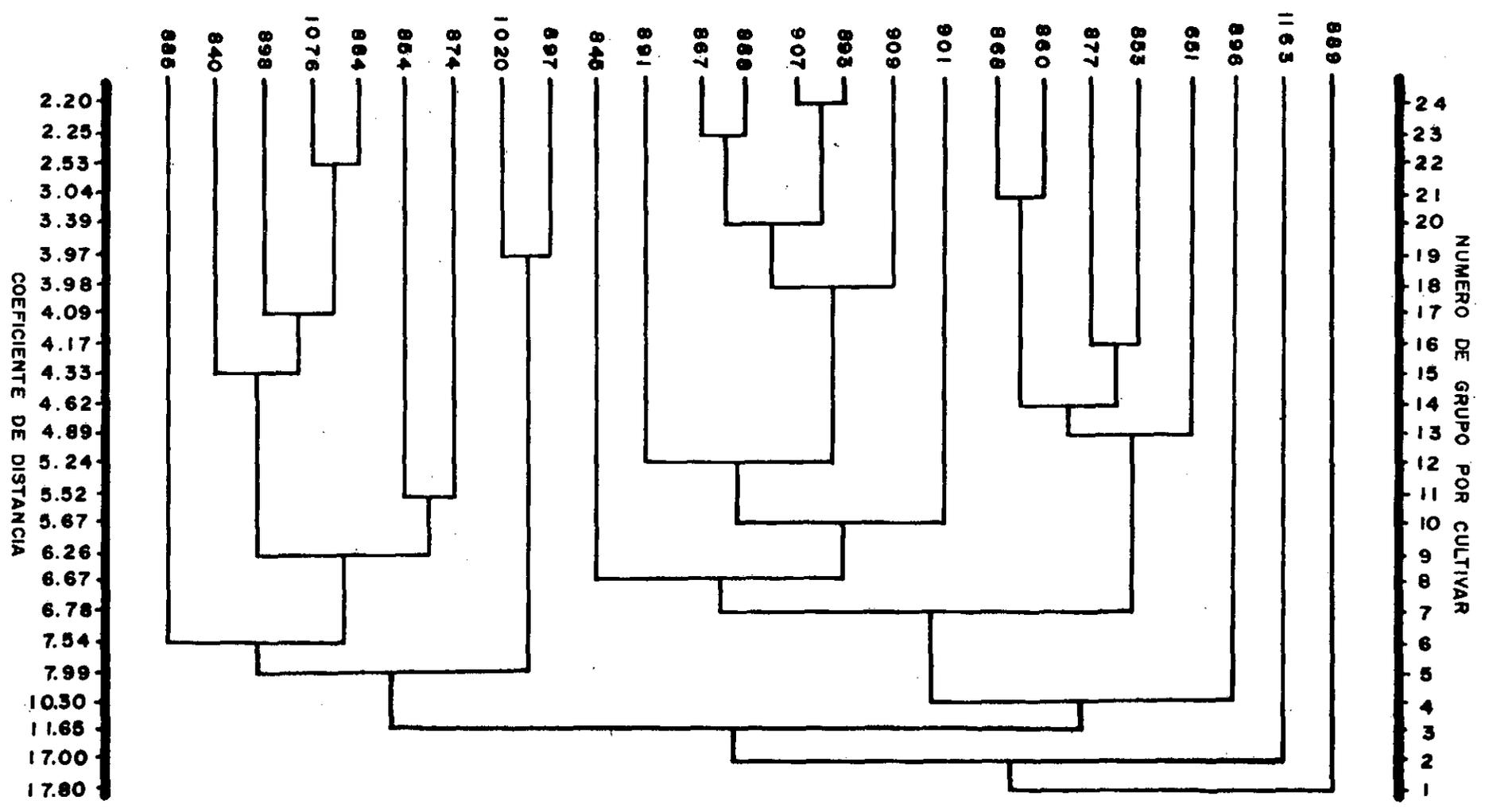
El grupo 24^o está formado por los cultivares 893 y 907, los cuales además constituyen el primer núcleo, es el que más se apro xima al patrón teórico de la especie, con un coeficiente de distan cia de 2.20, prevaleciendo en su similitud las variables siguien tes: porcentaje de brotación de las estacas del 100%, meristemo apical color verde púrpura, primera hoja completamente extendida color verde oscuro, pecíolo mediano de color púrpura y todo pigmentado, ángulo de inserción del pecíolo de 45° a 60°, altura a la primera ramificación de 56.7 a 62.4 cm, con dos niveles de ra mificación, plantas de forma abierta a parasol, 94% de raíces co merciales por planta, con 0.66 a 0.69 de índice de cosecha, pre sencia de flores, sépalos de color verde claro, disco de la flor

Cuadro 14. Listado de variables cuantitativas y cualitativas sometidas al análisis de grupos, en la Caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1988

V-01	Porcentaje de brotación de las estacas
V-02	Color del meristemo apical
V-03	Color de la primera hoja completamente extendida
V-04	Número de lóbulos de la hoja
V-05	Longitud del lóbulo central (cm)
V-06	Ancho del lóbulo central (cm)
V-07	Color de la nervadura de la hoja
V-08	Largo del pecíolo (cm)
V-09	Color del pecíolo
V-10	Distribución de antocianinas en el pecíolo
V-11	Pubescencia de las hojas jóvenes
V-12	Hábito de crecimiento del tallo joven
V-13	Tiempo a la primera ramificación apical asociado a la inflorescencia en semanas desde la siembra
V-14	Tiempo a la segunda ramificación apical en semanas desde la siembra
V-15	Angulo de ramificación (si ramifica); ángulo entre el plano vertical y la primera ramificación
V-16	Altura a la primera ramificación (cm)
V-17	Número de niveles de ramificación
V-18	Altura de la planta a la cima de la copa
V-19	Forma de la planta
V-20	Total de peso fresco del follaje y tallo por planta (kg)
V-21	Largo de la raíz almacenadora (cm)
V-22	Diámetro de la raíz almacenadora (cm)
V-23	Número de raíces almacenadoras por planta
V-24	Total de peso de raíces almacenadoras por planta (kg)
V-25	Porcentaje de raíces comerciales por planta
V-26	Estimación de contenido de cianuro de la raíz almacenadora
V-27	Índice de cosecha
V-28	Flores
V-29	Color del sépalo
V-30	Color del disco
V-31	Color del ovario
V-32	Color de la antera
V-33	Longitud del sépalo (mm)
V-34	Ancho del sépalo en su parte más ancha (mm)
V-35	Formación del fruto
V-36	Largo de la cápsula del fruto (mm)
V-37	Diámetro de la cápsula del fruto (mm)
V-38	Largo de la semilla (mm)
V-39	Diámetro de la semilla (mm)

Cont. C. 14

V-40 % de materia seca
V-41 % de fibra cruda
V-42 % de almidón
V-43 % de azúcares libres
V-44 % de cenizas
V-45 Kilocalorías/100 gr de yuca (energía)



Fenograma de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz
 Caracterizados en la Unidad Docente Productiva
 "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1988.

Figura 2

color naranja, ovario color verde, anteras de color amarillo, sépalos de 6.0 a 6.2 mm de ancho, cápsula de 16 a 17 mm de diámetro, semilla de 12.1 a 12.6 mm de largo, con 1.98 a 2.29% de azúcares libres y 180 Kcal/100 gr en las raíces de yuca.

El 23º grupo corresponde al segundo núcleo en el fenograma y está integrado por los cultivares 867 y 888, los que se unen en el coeficiente de distancia 2.25, de acuerdo a la similitud mostrada en las variables; porcentaje de brotación de las estacas del 85%, meristemo apical color verde oscuro, hojas con 3 a 9 lóbulos pecíolo de la hoja todo pigmentado, ángulo de ramificación de 45° a 60°, con dos niveles de ramificación, planta de forma parasol, de 83 a 88% de raíces comerciales por planta, contenido medio de cianuro en las raíces, presencia de flores, sépalos de color verde disco de color naranja, ovario de color verde, anteras amarillas, sépalos de 11.3 mm de longitud, frutos presentes, cápsulas del fruto de 16.4 a 16.9 mm de diámetro y raíces con 174 a 176 Kcal/100 gr de yuca.

El tercer núcleo, en el coeficiente de distancia de 2.53 lo forman los cultivares 1076 y 884 que a la vez forman el 22º grupo. Estos cultivares de acuerdo al análisis realizado mostraron similitud en las variables siguientes: color verde claro de la primera hoja completamente extendida, hábito de crecimiento del tallo joven recto, 3.2 cm de diámetro de las raíces almacenadoras, 81.3 a 81.4 % de raíces comerciales por planta, flores presentes, disco de la flor color púrpura, ovario púrpura, anteras amarillas, presencia de frutos, semillas de 13.3 a 13.7 mm de largo y 3.9 a 4.0 mm de diámetro.

El grupo 21º lo forman los cultivares 860 y 868, estos cultivares integran el cuarto núcleo en el fenograma, uniéndose en el coeficiente de distancia 3.04; de acuerdo con el análisis realizado, estos cultivares muestran similitud en las variables

siguientes: meristemo apical color verde púrpura, primera hoja completamente extendida color verde oscuro, hojas con 3 a 7 lóbulos, nervadura de la hoja color verde oscuro, pecíolo verde púrpura y todo pigmentado, hojas jóvenes moderadamente pubescentes, hábito de crecimiento del tallo joven en zig zag, plantas de 157.0 a 162.0 cm de altura, raíces almacenadoras de 4.0 cm de diámetro, contenido de cianuro en la raíz medio a alto, índice de cosecha de 0.60 a 0.68, flores presentes, sépalos de color verde, disco de color naranja, ovario de color verde, anteras de color amarillo, sépalos de 11.3 a 11.8 mm de largo, frutos presentes, semillas de 12.6 a 12.8 mm de largo y 3.2 a 3.4 mm de diámetro, con 177 Kcal/100 gr de yuca.

En el coeficiente de distancia 3.39 se unen los núcleos uno y dos formados por los cultivares 907, 893, 867 y 888, formando el 20º grupo. A este nivel, estos cultivares presentan similitud a través de las variables: meristemo apical color verde púrpura y verde oscuro, pecíolo de la hoja todo pigmentado, ángulo de ramificación de 45° a 60°, altura de planta a la primera ramificación de 56.7 a 65.4 cm, dos niveles de ramificación, contenido de cianuro medio en las raíces, flores presentes, disco de la flor color naranja, ovario de color verde, anteras de color amarillo, sépalos de 11.7 a 12.8 mm de longitud, frutos presentes, cápsula del fruto de 20.1 a 20.8 mm de largo y diámetro de 16.0 a 17.0 mm y con aporte de 174 a 180 kcal/100 gr de yuca.

El 19º grupo lo integran los cultivares 1020 y 897; ellos integran el 5º núcleo en el fenograma y se unen en el coeficiente de distancia de 3.97, presentando similitud en las variables siguientes: meristemo apical color verde oscuro, primera hoja completamente extendida color verde oscuro, con 3 a 7 lóbulos en las hojas, lóbulo central de 15.3 a 15.8 cm de longitud, nervadura de la hoja color verde oscuro, pecíolo color púrpura y todo

pigmentado, hábito de crecimiento del tallo joven recto, ángulo de ramificación de 45° a 60° , altura de la planta a la primera ramificación de 59.3 a 59.8 cm y altura de planta de 80.5 a 90.0 cm plantas de forma abierta y parasol, 0.36 a 0.37 kg del total de peso fresco de follaje y tallo de la planta, flores presentes, disco de la flor color naranja, ovario color verde, anteras amarillas sépalos de 6.6 a 6.7 mm de ancho, frutos presentes y cápsulas de 12.0 a 13.0 mm de largo.

El 18º grupo lo conforman al unirse el cultivar 909 a los cultivares 867, 888, 907 y 893 en el coeficiente de distancia de 3.98, mostrando similitud en las variables siguientes: V-2, V-15, V-28, V-29, V-30, V-31, V-36 y V-45. (Cuadro 14).

En el coeficiente de distancia 4.09, el cultivar 898 se une al tercer núcleo del fenograma, integrado por los cultivares 1076 y 884 para conformar el 17º grupo. A este nivel de similitud, estos cultivares se agrupan de acuerdo a las variables siguientes V-02, V-03, V-04, V-09, V-11, V-12, V-15, V-17, V-22, V-24, V-26, V-31, V-32, V-35, V-36, V-37, V-38, V-39, V-42 y V-45. (Cuadro 14)

El 16º grupo lo integran los cultivares 877 y 853 y conforman el núcleo seis; estos cultivares se unen en el coeficiente de distancia 4.17 de acuerdo a las variables siguientes: meristemo apical color verde púrpura, 3 a 7 y 3 a 9 lóbulos de la hoja, lóbulo central de 17.0 a 17.3 cm de longitud y 25.0 a 30.0 cm de longitud del pecíolo, pecíolo todo pigmentado, altura a la primera ramificación de 91.0 y 95.0 cm, dos niveles de ramificación, diámetro de la raíz almacenadora de 3.3 a 3.9 cm, contenido alto de cianuro en la raíz, disco color naranja, ovario verde, anteras amarillas, frutos presentes, semillas de 12.6 a 12.8 mm de largo y 3.3 a 3.5 mm de diámetro, 1.06 a 1.08 % de fibra cruda y 1.0 a 1.07 % de cenizas.

El cultivar 840 se une a los cultivares 898, 1076 y 884, formando el grupo 15^o en el coeficiente de distancia 4.33. A este nivel los cultivares muestran similitud en las variables siguientes: color del meristemo apical, color de la primera hoja completamente extendida, número de lóbulos de la hoja, color del pecíolo, pubescencia de las hojas jóvenes, hábito de crecimiento del tallo joven, ángulo de ramificación, número de niveles de ramificación, diámetro de la raíz almacenadora, total de peso de las raíces almacenadoras por planta, contenido de cianuro de la raíz almacenadora, formación del fruto, largo de la cápsula del fruto, diámetro de la cápsula, largo de la semilla, % de almidón y Kcal/100 gr de yuca.

El 14^o grupo lo conforman los cultivares 868 y 860 que se unen en el coeficiente de distancia 4.62 a los cultivares 877 y 853, teniendo similitud en las variables siguientes: color del meristemo apical, número de lóbulos de la hoja, distribución de antocianinas en el pecíolo, diámetro de la raíz almacenadora, contenido de cianuro en la raíz almacenadora, flores, color del disco, color del ovario, formación del fruto, largo de la semilla y diámetro de las semillas.

En el coeficiente de distancia 4.89, el cultivar 651 se une a los cultivares 853, 877, 860 y 868 para conformar el 13^o grupo. A este nivel en este grupo los cultivares muestran similitud en las variables: hábito de crecimiento del tallo joven, flores, color del ovario, formación del fruto, largo de la semilla y diámetro de la semilla.

El 12^o grupo se forma al unirse en el coeficiente de distancia 5.24 el cultivar 891 a los cultivares 867, 888, 907, 893 y 909.

Los cultivares 854 y 874 integran el núcleo siete del fenograma; estos cultivares se unen en el coeficiente de distancia 5.52 para conformar el 11º grupo; muestran similitud en las variables siguientes: meristemo apical color verde claro, primera hoja completamente extendida color verde claro, 3 a 5 lóbulos de la hoja, pecíolo color verde púrpura, hojas jóvenes poco pubescentes, hábito de crecimiento del tallo joven recto, ángulo de ramificación de 15° a 30°, uno y dos niveles de ramificación, 3.3 a 3.4 cm de diámetro de la raíz almacenadora, peso fresco de raíces almacenadoras por planta de 0.73 a 0.75 kg, contenido medio de cianuro de la raíz almacenadora, ovario color verde, anteras amarillas, frutos ausentes, 24.38 a 22.96 % de almidón y 182.66 a 174.00 Kcal/100 gr de yuca.

El 10º grupo se integra al unirse el cultivar 901 a los cultivares 891, 867, 888, 907, 893 y 909 en el coeficiente de distancia 5.67.

El 9º grupo se conforma al unirse en el coeficiente de distancia 6.26 el núcleo siete, formado por los cultivares 854 y 874 a los cultivares 884, 1076, 898 y 840.

El 8º grupo lo conforman los cultivares del 10º grupo al unírseles el cultivar 845 en el coeficiente de distancia 6.67, mostrando similitud en las variables: ángulo de ramificación, flores y color del ovario.

El 7º grupo se forma al unirse en el coeficiente de distancia 6.78, los cultivares de los grupos 13º y 8º, integrados por los cultivares 651, 853, 877, 860, 868, 901, 909, 893, 907, 888, 867, 891 y 845.

El cultivar 885 se une en el coeficiente de distancia 7.54 al grupo 9º para formar el 6º grupo; y en el coeficiente de

distancia 7.99 se unen los cultivares 897 y 1020 a los cultivares 874, 854, 884, 1076, 898, 840 y 885 para formar el 5º grupo.

El 4º grupo se forma al unirse el cultivar 896 a los cultivares 651, 853, 877, 860, 868, 901, 909, 893, 907, 888, 867, 891, y 845 en el coeficiente de distancia 10.30, mostrando similitud en las variables: hábito de crecimiento del tallo joven, flores y color del ovario.

En el coeficiente de distancia 11.65 se unen los cultivares 885, 840, 898, 1076, 884, 874, 1020 y 897 con los cultivares 845, 891, 867, 888, 907, 893, 909, 901, 868, 860, 877, 853, 651 y 896, para conformar el 3º grupo.

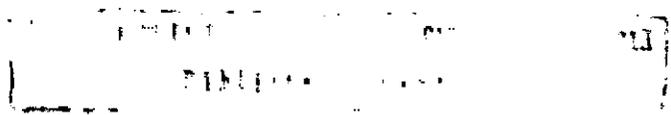
El 2º grupo se conforma al unirse el cultivar 1163 a los cultivares que conforman el 3º grupo en el coeficiente de distancia 17.00, y finalmente, el grupo 1º se forma al unirse el cultivar 889 al grupo 2º en el coeficiente de distancia 17.80, constituyéndose a este nivel los cultivares con menor similitud entre ellos, constituyendo el cultivar 889 el cultivar menos similar a los 24 cultivares caracterizados, con características tales como: vigor inicial del 100%, lóbulo central de 19.07 cm de largo, altura a la primera ramificación de 117.3 , altura de planta de 217.7 cm color de la superficie exterior de la corteza de la raíz rosado, contenido bajo de cianuro en la raíz, índice de cosecha de 0.54 y sépalos de color naranja.

7. CONCLUSIONES

1. Los resultados del cuadro de caracterización demuestran que en los 25 cultivares caracterizados, existe variabilidad agromorfológica y bromatológica, constituyendo el país una región de gran riqueza genética para el cultivo de yuca Manihot esculenta Crantz.
2. El análisis de correlación permite observar que existe asociación entre los parámetros de rendimiento y caracteres foliares en los cultivares de yuca, así los cultivares con lóbulos más largos y más anchos son de mayor rendimiento de raíces, entre los caracteres más importantes.
3. Considerando el análisis bromatológico realizado a los 25 cultivares de yuca, el 100% sobrepasa el mínimo requerido de almidón (20%), como parámetro de selección y mejoramiento. El contenido de fibra cruda oscila entre 0.71 a 1.64% lo que los hace aceptables para el consumo humano.
4. Del fenograma se observa que en todos los cultivares caracterizados existe similitud; no importando su procedencia comparten similitudes y diferencias entre ellos.
5. En programas de mejoramiento genético, considerando variables de rendimiento y bromatológico, se catalogan como promisorios los cultivares: 885, 889, 897, 888, 909 y 893.

8. RECOMENDACIONES

1. Es necesario considerar la utilización de diseño experimental en futuras caracterizaciones, debido a que el medio ambiente influye considerablemente en los caracteres cuantitativos.
2. Dar seguimiento al programa de evaluación, ya que se ha generado información básica importante en ésta y en investigaciones anteriores.
3. La yuca produce gran cantidad de material vegetativo con alto contenido de nutrientes, por lo que se recomienda considerar en futuras caracterizaciones, el análisis bromatológico del material vegetativo.



9. BIBLIOGRAFIA

1. ARCE, J.A. 1984. Caracterización de 8 plantas de achiote (Bixa orellana L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estacas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE. p. 10-17.
2. AZURDIA PEREZ, C.A.; GONZALEZ SALAM, M. 1985. Los recursos genéticos de algunos cultivos nativos de Guatemala. Tikalia (Gua). 4(1-2): 28-45.
3. BAUTISTA GOMEZ, E.A. 1981. Diagnóstico integral de los agrosistemas de la finca Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 101 p.
4. GONZALEZ GALDAMES, J.A. 1981. Diagnóstico de la producción e industrialización de la yuca (Manihot sp. L), Sansare, El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
5. GONZALEZ SALAM, M.; AZURDIA PEREZ, C.A. 1981. Situación actual y planes futuros en recursos fitogenéticos en Guatemala. Turrialba, C.R., CATIE. p. 120-133.
6. GRACE, M.R. 1977. Elaboración de la yuca. FAO. Producción y Protección Vegetal, no. 3. 162 p.
7. HERRERA FRANCO, R. 1983. Efectos de tres distancias y tres alturas de corte en yuca (Manihot esculenta Crantz) para producción de materia seca y proteína. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía. p. 22.
8. INTERNACIONAL BOAR FOR PLANT GENETIC RESOURSSSES. 1983. Genetic resourssses of cassava and will relative. Roma. p. 56.
9. LOPEZ ZELADA, F.R. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 25 cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz) del norte y nororiente de Guatemala, en le valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.

10. MARTINEZ, A.; AZURDJA PEREZ, C.A. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. *Tikalía (Gua.)* 2(2): 6-16.
11. MENDEZ MERIDA, W.A. 1984. Diagnóstico de la unidad docente productiva "Sabana Grande", El Rodeo, Escuintla. Informe EPSA Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 20 p.
12. MONTALDO, A. et al. 1979. La yuca o mandioca. San José, C.R., IICA. 386 p.
13. MORERA MONGE, J.A. 1981. Descripción sistemática de la colección Panamá de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. p. 5-12.
14. PAREDES HERRERA, F.F. 1985. Caracterización del agrosistema yuca (*Manihot esculenta* C.) en condiciones de la aldea Los Cerritos, Sansare, El Progreso, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 155 p.
15. STANDLEY, P.C.: STEYERMARK, J.A. 1956. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History, Fieldiana Botany. v. 24 pt. 6. p. 133-138.
16. ZAPETA PEREZ, M. 1987. Caracterización preliminar de 25 cultivares de yuca 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.

U.S. No.
Petrucci



10. APENDICE

Cuadro 15. Resultado del análisis de fertilidad del suelo donde se sembró el ensayo de caracterización de 25 cultivares de yuca Manihot esculenta Crantz, en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1988

Laboratorio	pH	Microgramos/ml		Meq/100 ml de suelo		Recomendación
		P	K	Ca	Mg	
653	6.6	1.67	52	8.34	1.86	

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

Cuadro 16. Componentes bromatológicos de las raíces almacenadas de yuca Manihot esculenta Crantz, caracterizados en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala. 1988

Cultivar No.	% Materia Seca	% Almidones	% Azúcares Libres	% Fibra Cruda	% Cenizas	Kcal/100gr
651	40.50	20.35	1.06	0.71	1.08	182.00
840	41.62	23.93	3.78	1.16	0.95	186.87
845	41.50	20.58	1.78	0.60	0.94	183.54
853	39.48	20.92	1.68	1.06	1.06	191.74
854	43.66	20.66	2.48	1.20	0.86	182.66
860	35.08	19.41	2.53	0.90	1.24	179.16
867	36.85	24.26	1.78	1.10	1.03	180.00
868	38.76	20.96	1.38	1.15	0.97	177.12
874	37.18	21.94	3.02	0.99	1.00	185.32
877	42.01	20.34	1.06	1.08	1.00	181.10
884	40.50	19.31	1.03	0.99	0.98	180.66
885	39.55	20.27	3.40	0.94	0.96	169.36
888	39.49	23.34	1.24	0.76	0.98	180.44
889	39.74	19.51	1.18	1.11	1.30	174.01
891	38.86	22.78	1.96	1.23	1.12	176.45
893	32.82	21.38	2.35	1.18	1.18	180.88
896	32.27	19.38	2.40	0.98	1.40	172.90
897	35.65	28.01	3.54	1.44	1.10	181.77
898	39.14	18.32	2.53	0.94	1.02	178.00
901	36.43	29.96	3.00	1.04	1.26	174.01
907	37.04	22.62	2.06	0.78	1.00	180.44
909	29.25	23.30	2.60	1.09	1.52	176.23
1020	39.48	25.18	2.30	1.10	0.92	157.16
1076	42.25	23.06	2.20	1.32	1.04	184.87
1163	43.10	22.32	1.72	1.64	0.76	185.76

Cuadro 17. 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 obscuro
 - 7 Verde púrpura
 - 9 Púrpura
- 1.4 Color de la primera hoja completamente extendida
 - 3 Verde claro
 - 5 Verde obscuro
 - 7 Verde púrpura
 - 9 Púrpura
- 1.5 Número de lóbulos de la hoja
- 1.6 Forma del lóbulo central (fig 1)
 - 1 Oblongo lanceolado
 - 2 Linear
 - 3 Elíptica
 - 4 Pandurado
 - 5 Lanceolado
 - 6 Combinación de los anteriores
- 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 obscuro
 - 7 Verde púrpura
 - 9 Púrpura
- 1.10 Largo del pecíolo
 - 0 Ausente
 - 3 Corto (5-10 cm)
 - 5 Mediano (15-20 cm)

Cont. C. 17

1.11 Color del peciolo

- 3 Verde claro
- 5 Verde oscuro
- 7 Verde púrpura
- 9 Púrpura

1.12 Distribución de las antocianinas en el peciolo

- 0 Ausente
- 1 Parte superior
- 2 Parte central
- 3 Totalmente pigmentado

1.13 Angulo de inserción del peciolo

- 0 No hay peciolo
- 3 15-30°
- 5 45-60°
- 7 75-90°

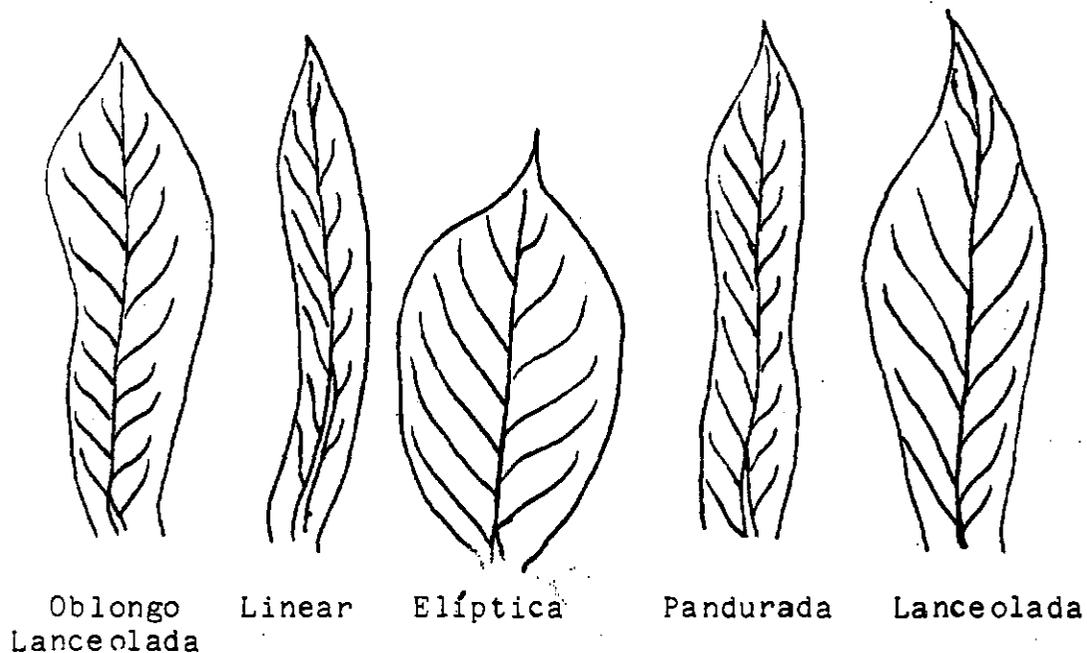


Figura 1. Variantes de la forma del lóbulo central en Manihot.

Cont. C.17

1.14 Pubescencia de las hojas jóvenes

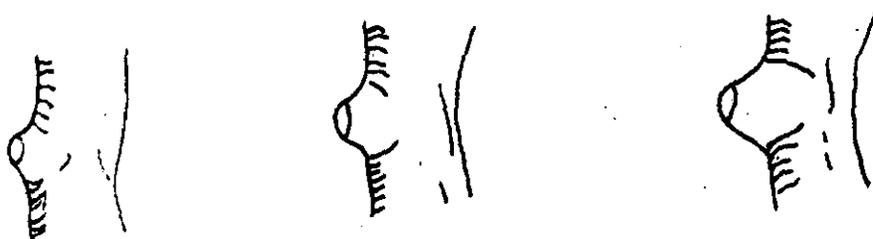
- 0 Ausente
- 3 Poco pubescente
- 5 Moderadamente pubescente
- 7 Muy pubescente

1.15 Prominencia de la cicatriz de la hoja, medido sobre la cicatriz fresca (fig 2)

- 3 Poco prominente
- 5 Moderadamente prominente
- 7 Prominente

1.16 Largo de la estípula (cm)

- 3 Corto
- 5 Mediano
- 7 Largo



Poco prominente Moderada prominencia Muy prominente

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

Cont. C. 17

-
- 1.17 Borde de la estípula
- 1 Laciniado
 - 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 asociado a la inflorescencia en semanas desde la siembra
- 1.20 Tiempo a la segunda ramificación 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)

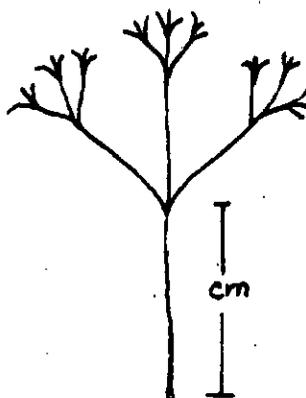


Figura 3. Altura a la primera ramificación en Manihot.

- 1.23 Número de niveles de ramificación (fig 4)
- 1.24 Color del tallo
- 1 Verde planteado
 - 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 del peso fresco del follaje y tallo por planta (medido en kilogramos)

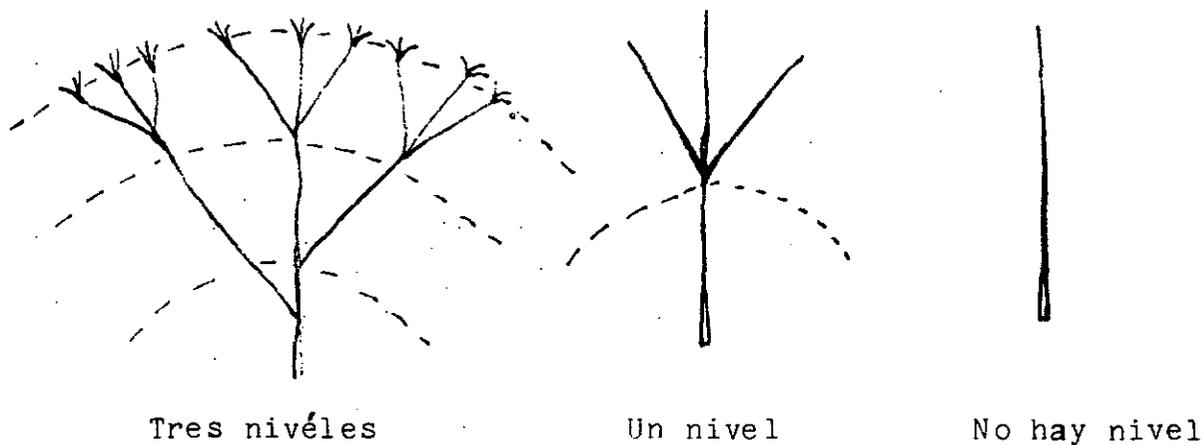


Figura 4. Número de niveles de ramificación en Manihot.

Cont. C. 17

1.28 Posición de la raíz almacenadora (fig 5)

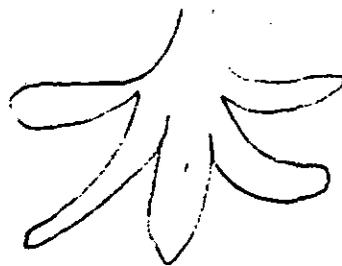
- 1 Crecimiento vertical
- 2 Crecimiento horizontal
- 3 Crecimiento irregular

1.29 Pedúnculo de la raíz almacenadora

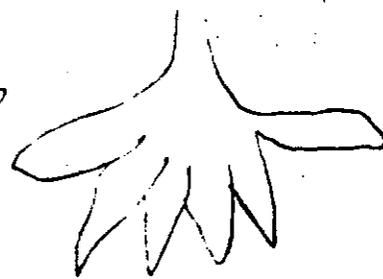
- 0 Ausente
- 3 Corto
- 5 Mediano
- 7 Largo



Crecimiento
Vertical



Crecimiento
Horizontal



Crecimiento
Irregular

IMPRESO EN CARLOS DE LA
Biblioteca Central

Figura 5. Posición de la raíz almacenadora en Manihot.

Cont. C. 17

1.30 Forma de la raíz almacenadora (fig 6)

- 1 Cónica
- 2 Cónica-cilíndrica
- 3 Cilíndrica
- 4 Fusiforme
- 6 Combinación de las anteriores

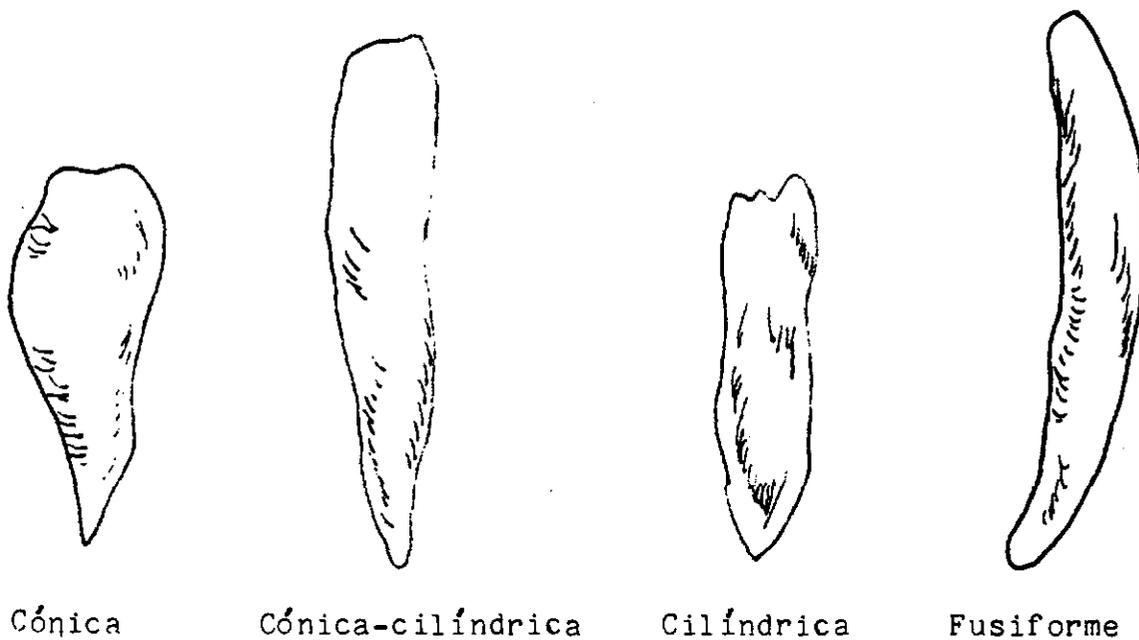
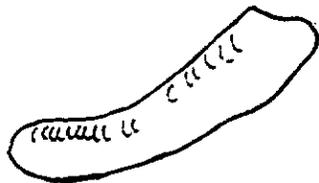


Figura 6. Posibilidad en cuanto a la raíz almacenadora en Manihot.

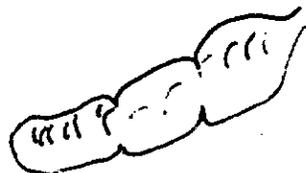
Cont. C. 17

1.31 Constricciones de la raíz almacenadora (fig 7)

- 0 Ausente (no se distingue)
 + Presente (se observa claramente)



Ausente



Presente

Figura 7. Constricciones de la raíz almacenadora en Manihot.

- 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 del peso fresco de las raíces almacenadoras por planta (kilogramos)
 1.36 Cantidad total de raíces almacenadoras producidas por planta
 3 Bajo
 7 Alto

Cont. C.17

-
- 1.37 Porcentaje de raíces comerciales por planta
- 1.38 Textura de la superficie de la raíz almacenadora
- 3 Liso
 - 5 Intermedio
 - 7 Aspero
- 1.39 Color de la superficie de la raíz almacenadora
- 1 Blanco o crema
 - 2 Café claro
 - 3 Café obscuro
- 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 Rosada
- 1.44 Estimación del contenido de cianuro de la raíz almacenadora. Por el método del ácido pícrico después de remover el cortex.
- 3 Bajo
 - 5 Medio
 - 7 Alto
- 1.45 Porcentaje de materia seca de la raíz almacenadora a los 6 y 10 meses después de la siembra
- 1.46 Contenido de fibra de la raíz almacenadora, expresado en porciento
- 1.47 Deterioro post cosecha
- Evaluación cuantitativa (puede usarse el método descrito en el CIAT, informe anual 1979)

Cont. C. 17

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 10 meses

2. Inflorescencia y fruto

2.1 Flores

- 0 Ausentes
- + Presentes

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

2.5 Color del ovario

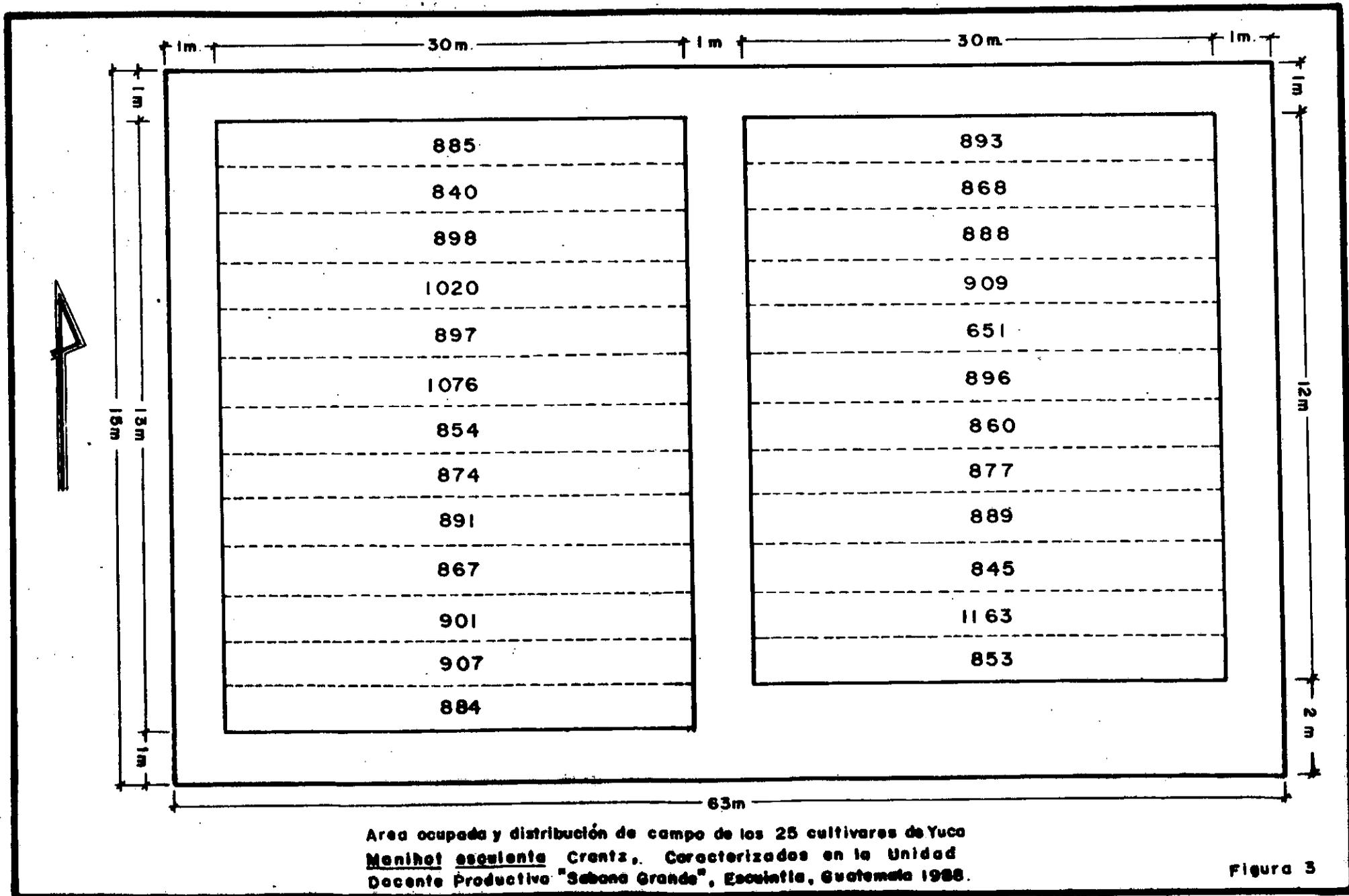
- 1 Blanco o crema
- 2 Naranja
- 3 Verde
- 4 Rojo
- 5 Púrpura

Cont. C. 17

- 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 Estaminoideos 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 Aspero
- 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 o crema
 - 2 Rosado o rojo
 - 3 Púrpura

Cont. C. 17

4. Suceptibilidad al estrés
 - Expresado en una escala de 1 a 9, donde
 - 3 Baja
 - 5 Moderada
 - 7 Alta
 - 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. Suceptibilidad a plagas y enfermedades
 - Expresado en una escala de 1 a 9, donde
 - 3 baja
 - 5 moderada
 - 7 alta
 - 5.1 Plagas
 - 5.2 Hongos
 - 5.3 Bacterias
 - 5.4 Virus



Area ocupada y distribución de campo de los 25 cultivares de Yuca Manihot esculenta Crantz, Caracterizados en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla, Guatemala 1988.

Figura 3

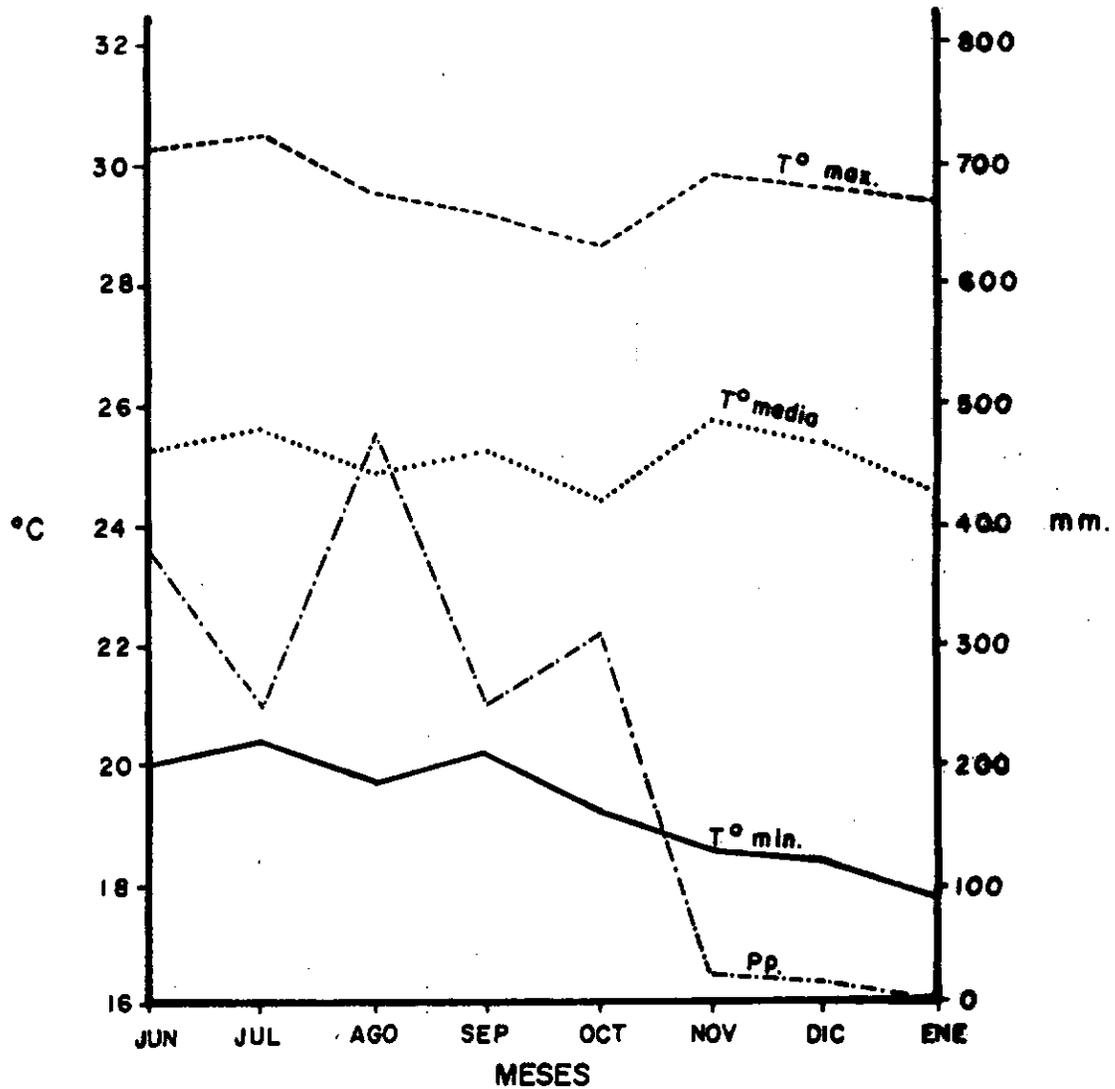


Figura 4

Temperaturas media, máxima, mínima y Precipitación en mm. durante los meses de julio a diciembre de 1986 y enero de 1987, en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla.

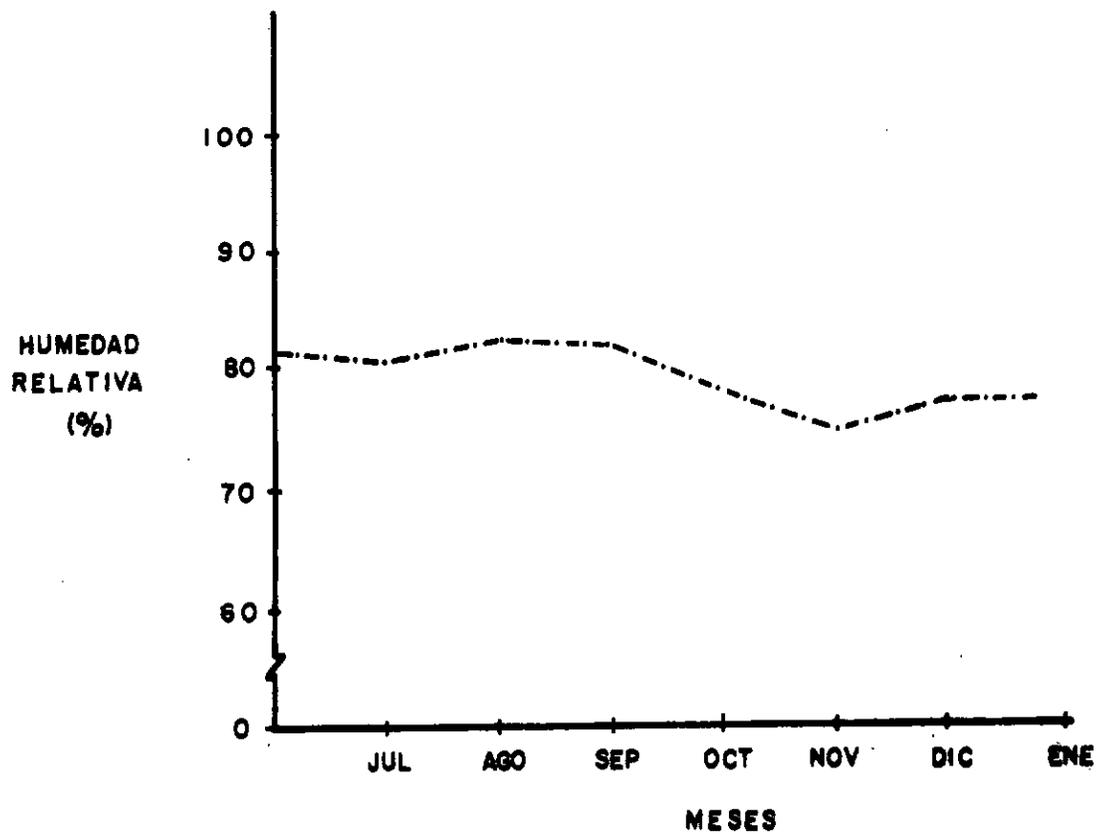


Figura 5

Humedad Relativa durante los meses de julio a diciembre de 1986 y enero de 1987, en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Escuintla..

La presente investigación se realizó bajo el auspicio del Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR en inglés), del Grupo Consultivo de Investigación Internacional (CGIAR en inglés) como parte del programa "Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales de Guatemala", ejecutado conjuntamente por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

I M P R I M A S E


Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
D E C A N O



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central