



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
FACULTAD DE AGRONOMÍA
TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Caracterización morfológica y
organoléptica de 18 genotipos de yuca
(*Manihot esculenta* Crantz), de la RACCS,
Nicaragua, 2016-2017**

Autor

Br. Gema Milagros Gutiérrez Escalante

Asesores

Dr. Carlos Henry Loaisiga Caballero
Ing. Samuel Flores López

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
FACULTAD DE AGRONOMÍA
TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Caracterización morfológica y
organoléptica de 18 genotipos de yuca
(*Manihot esculenta* Crantz), de la RACCS,
Nicaragua, 2016-2017**

Autor

Br. Gema Milagros Gutiérrez Escalante

Trabajo presentado a la consideración
del Honorable Tribunal Examinador
como requisito para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2018

CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fechas del estudio	4
3.1.1. Localización del experimento	4
3.1.2. Material biológico	5
3.2. Diseño experimental	5
3.3. Manejo del ensayo	6
3.4.1. Variables cuantitativas	7
3.4.2. Variables cualitativas	9
3.4.3. Variables organolépticas	10
3.1.8. Análisis estadístico	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1 Variables cuantitativas de características morfológicas	11
4.1.1 Altura de la planta (ALPL4)	11
4.1.2 Diámetro del tallo (DTAL4)	12
4.1.3 Altura en la primera ramificación (ALPR)	13
4.1.4 Longitud entre nudo (LEN)	14
4.1.5 Longitud del lóbulo central (LLC)	14
4.1.6 Longitud del pecíolo (LOPE)	16
4.1.7 Grosor de la medula central del tallo (GMCT)	16
4.1.8 Grosor del leño del tallo (GTL)	16

4.1.9	Peso total de la parte terrestre de la planta (PTPT).....	18
4.1.10	Peso de la parte aérea de la planta (PPAP).....	18
4.1.11	Peso de toda la planta (PTP)	18
4.1.12	Longitud media de la raíz, cm (LMR)	19
4.1.13	Diámetro medio de la raíz (DMR).....	20
4.1.14	Número de la raíz por planta (NRPL).....	22
4.1.15	Peso de raíz por planta	24
4.1.16	Rendimiento (Rendi).....	26
4.1.17	Análisis de conglomerados para caracteres morfológicos cuantitativos	27
4.2	Variables cualitativas de características morfológicas	28
4.2.1	Análisis de Conglomerados para caracteres morfológicos cualitativos	30
4.3	Caracterización organoléptica	31
4.3.1	Análisis de conglomerados para caracteres organolépticos	31
V.	CONCLUSIONES	34
VI.	RECOMENDACIONES.....	35
VII.	LITERATURA CITADA	36
VIII.	ANEXOS	38

DEDICATORIA

Principalmente a Dios nuestro creador por estar presente en todos los momentos de mi vida guiándome por el camino correcto y siempre dándome las fuerzas necesarias para enfrentar cada una de las adversidades que se me presentaron durante el trayecto para culminar mi profesión.

A mi hija **Lindsay Samari Cuadra Gutiérrez**, por ser ese motor de inspiración, la que me motivo a luchar cada día para lograr culminar mí meta como profesional.

A mi madre **Gladys María Escalante Polanco** y abuela **Erminia de Jesús Polanco**, por sus consejos brindados en cada momento de mi vida, por mantenerme en un camino de bien y por todo el apoyo que con muchas dificultades lograron darme.

Br Gema Milagros Gutiérrez Escalante

AGRADECIMIENTOS

A los asesores Dr. Carlos Henry Loaisiga Caballero e Ing. Samuel Flores López, por su ayuda, por su paciencia y disposición en la elaboración del trabajo de graduación.

A Ruth Aguilera Martínez y todas las personas que pusieron de una u otra forma un pequeño granito de arena para el inicio y culminación del presente estudio.

A la Universidad Nacional Agraria por haber brindado la oportunidad de formar parte de esta comunidad Universitaria y por todo el apoyo que brindaron los docentes durante mi formación.

Br. Gema Milagros Gutiérrez Escalante

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Genotipos de yuca colectadas y ajustados de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, Nicaragua, 2016-2017.	5
2	Comportamiento de las variables altura de la primera ramificación, longitud entre nudo, longitud del lóbulo central de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	15
3	Comportamiento de las variables longitud del peciolo, grosor de la medula central del tallo, grosor del tallo leñoso de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	17
4	Comportamiento de las variables peso total de la parte terrestre de la planta, peso de la parte aérea de la planta, peso total de la planta de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	19
5	Comportamiento de las variables longitud media de raíz, diámetro medio de raíz de los 18 genotipos de yuca, establecido en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	21
6	Comportamiento de la variable número de raíz por planta en raíz total, raíz comercial y no comercial de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	23
7	Comportamiento de la variable peso de la raíz en peso total, peso de raíz comercial y no comercial de los genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	25
8	Rendimiento de los 18 genotipos de yuca recolectados en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017	26
9	Valores cualitativos para los caracteres de planta y raíz de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016 - 2017.	29
10	Características organolépticas de las variables sabor, color y textura de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitación y humedad relativa acumulada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur en el periodo 2016 y 2017.	4
2	Altura de planta de 18 genotipos de yuca a los 4, 6, 8 y 12 meses, establecidos en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	12
3	Grosor del tallo de 18 genotipos de yuca a los 4, 6, 8 y 12 meses, establecidos en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	13
4	Análisis de conglomerados de variables cuantitativas evaluadas en los genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	27
5	Análisis de conglomerados de variables cualitativas evaluadas en los 18 genotipos de yuca, Caribe Sur, Nicaragua, 2016-2017.	30
6	Análisis de conglomerado de las variables organolépticas de 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Lugares de colecta de los 18 genotipos de yuca, Caribe Sur, Nicaragua, 2016 – 2017.	38
2	Parcela experimental	39
3	Guía de descriptores del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz). Abril 2016, UNA-MEGE	41

RESUMEN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad alimentaria de muchos países del mundo, es fuente económica de calorías, especialmente para las personas de pocos recursos económicos. En Nicaragua se estima un área de 31,389.75 hectáreas cultivadas, de las cuales, casi la mitad se ubica en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur. Este cultivo es rico en hidratos de carbono, de vitamina B y vitamina C, aunque sus raíces tienen un bajo contenido de proteínas y grasa. El objetivo fue identificar y seleccionar genotipos prominentes con excelentes características morfológicas y organolépticas. El trabajo se realizó en el municipio Kukra Hill, en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, en el periodo de siembra primera 2016 obteniendo la cosecha en el mes de junio del 2017. El trabajo contempló un componente de caracterización morfológica y otro organoléptico. El morfológico incluyó 12 caracteres cualitativos y 15 cuantitativos. En el organoléptico se consideraron 7 características. Los datos morfológicos se analizaron empleando los programas estadísticos INFOSTAT, INFOGEN y *GenAIEx6.5*. El análisis de conglomerados agrupa los genotipos según el comportamiento similar con otros genotipos. Con base a los resultados se concluye que los genotipos 1, 12 y 17 lograron obtener los valores más altos en cuanto a variables cuantitativas (DMR, LLC, GMCT, PTPT, PPAP, PTP, NRPL, PRPL). Se seleccionaron 12 descriptores cualitativos (color de la hoja apical, color del pecíolo, hábito de crecimiento del tallo, posición de la raíz, entre otros) que ayudaron a diferenciar los genotipos de yuca. Los genotipos GEN5, GEN10, GEN12 y GEN13 están asociados a la textura, sabor y contenido de carbohidratos. Los dos componentes evaluados; morfológicos y organolépticos, agruparon los genotipos GEN1, GEN2, GEN3, GEN17, GEN18 con los mejores valores, para la mayoría de los caracteres evaluados.

Palabras claves: Yuca (*Manihot esculenta*), caracterización, morfología, organoléptica, genotipos, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

The cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is an agricultural product of vital importance for the alimentary hygiene of many countries of the world since it is economic source of calories, especially for the people of few economic resources. In Nicaragua, an area of 31 389.75 cultivated hectares is estimated, of which almost half are located in the Autonomous Region of the South Caribbean Coast. This crop is rich in carbohydrates, vitamin B and vitamin C, although its roots are low in protein and fat. The objective of identifying and selecting prominent genotypes with excellent morphological and organoleptic characteristics. The work was carried out in the Kukra Hill municipality, in the Autonomous Region of the South Caribbean Coast, in the first planting period of 2016, obtaining the harvest in the month of June of the year 2017. The work includes a component of morphological and organoleptic characterization. The morphological included 12 qualitative and 15 quantitative characters, in the organoleptic 7 characteristics were considered. The morphological data were analyzed using the statistical programs INFOSTAT INFOGEN and GenAIEx6.5. Conglomerate analysis groups the genotypes according to similar behavior with other genotypes. Based on the results, it is concluded that genotypes 1, 12 and 17 were able to obtain the highest values in terms of quantitative variables (DMR, LLC, GMCT, PTPT, PPAP, PTP, NRPL, PRPL). We selected 12 qualitative descriptors (color of the apical leaf, color of the petiole, habit of growth of the stem, position of the root, among others) that helped to differentiate the cassava plants. Genotypes GEN5, GEN10, GEN12 and GEN13 are associated with texture, taste and carbohydrate content. The two components evaluated; morphological and organoleptic, grouped genotypes GEN1, GEN2, GEN3, GEN17, GEN18 with the best values, for most of the characters evaluated.

Keywords: Cassava (*Manihot esculenta*), characterization, morphology, organoleptic, genotypes, food security.

I. INTRODUCCIÓN

Manihot esculenta Crantz ($2n = 36$), conocida como yuca, mandioca o cassava, es una planta perenne, monoica perteneciente a la familia *Euphorbiaceae*, originaria del Noroeste de Brasil. Ésta ocupa el cuarto lugar en el mundo como producto básico en la alimentación y nutrición de sus consumidores, después del arroz (*Oryza sativa* L.), el trigo (*Triticum sativum* L.) y maíz (*Zea mays* L.). El principal valor económico de la yuca está representado en sus raíces por su alto contenido en almidón (25 a 30%), aunque las hojas son más nutritivas, contienen proteínas (15 a 17%), vitaminas y minerales (Ceballos y De la Cruz, 2003a).

Dávila y Sandoval (2006) indican que este rubro es una fuente importante de calorías para 500 millones de personas en África, América Latina y Oceanía (CIAT, 1987). Tiene gran potencial industrial, y en los últimos años ha adquirido interés en la producción de almidón, alcohol y alimentos para el ganado y otras especies (Montaldo, 1983).

El mayor productor del mundo es Nigeria (África) con 32.6 millones de toneladas, seguido de Brasil con 22.5 millones de toneladas. En 2006 la producción mundial se situó alrededor de 203 millones de toneladas de raíces frescas y un rendimiento promedio de 10.9 t ha^{-1} y para 2010 la producción mundial de raíces frescas fue de 248.7 millones de toneladas (FAO, 2010).

En Nicaragua el cultivo de yuca es sumamente importante, ya que además de ser utilizada para el consumo humano, se utiliza en la alimentación de aves, porcinos y bovinos (MAGFOR, 2011). INIDE y MAGFOR (2012), estiman un área de 31,389.75 ha cultivadas, de las cuales el 43.57% se ubica en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS).

Las características botánicas muestran una amplia variabilidad, por el cual existen numerosos cultivares de esta especie que garantiza un enorme potencial genético (Debout, 1996; CIAT, 1981).

La caracterización es el registro de los atributos altamente heredables de una planta, que pueden ser distinguidos a simple vista y que se expresan en todos los ambientes. Generalmente, junto a la caracterización se efectúa una evaluación preliminar, la cual consiste en el registro de una serie de características adicionales deseables en un cultivo en particular (IPGRI, 2000).

Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura (Garbayo, 2002).

Existen cantidades de esta especie, que se distinguen por sus características morfológicas, como la altura de la planta, tamaño, forma y color de la hoja, tamaño, forma y color de las raíces, entre otros. El estudio de la morfología se hace mediante caracteres, es decir, los rasgos externos distintivos de cada órgano, visibles a escala macro y microscópica. El examen detallado de cada uno de los órganos por separado facilita el estudio general, pero se debe ver y comprender la planta en su totalidad. Los caracteres variables reciben la influencia de las condiciones ambientales, y pueden ser considerados como el producto de la acción que ejerce el medio ambiente sobre el genotipo (CIAT, 1981).

Diferentes entidades, entre éstas el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), conducen estudios de mejora y conservación genética en cultivos para garantizar su calidad nutricional, y la yuca es una de los componentes en los programas de mejora genética. El presente estudio, se realizó con el objetivo de identificar las características morfológicas y organolépticas de cultivares de yuca de las principales zonas productoras de municipios de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, por su alta demanda comercial para consumo humano.

Esto contribuirá a garantizar un manejo sostenible de los recursos genéticos que dispone Nicaragua. Así, se contará con genotipos caracterizados, que beneficiaran a los productores principalmente para seleccionar y cultivar genotipos de interés que respondan a la calidad nutricional que necesitan los consumidores.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar genotipos prominentes de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en ambientes húmedos de Nicaragua, como una alternativa de seguridad alimentaria y nutricional.

2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar morfológicamente 18 genotipos de yuca distribuidos en municipios de la Región Autónoma del Caribe Sur de Nicaragua.
2. Determinar la composición organoléptica de los 18 genotipos de yuca recolectados en municipios de la RACCS.
3. Seleccionar al menos dos genotipos con características importantes para la seguridad alimentaria y nutricional.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

3.1.1. Localización del experimento

Se realizó en el municipio Kukra Hill, en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), ubicado al este del país a 415 km de Managua en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT, del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA, en el período de siembra primera 2016 obteniendo la cosecha en el mes de junio del 2017. Correspondiente a las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 12^o24'00'' y Longitud Este: 84^o27'00''. En el municipio la precipitación alcanza 5,000 mm al año, normalmente es de 2,000 a 3,000 mm anuales. La época lluviosa se extiende de mayo hasta enero teniendo un promedio de temperatura anual de 25°C (Figura 1).

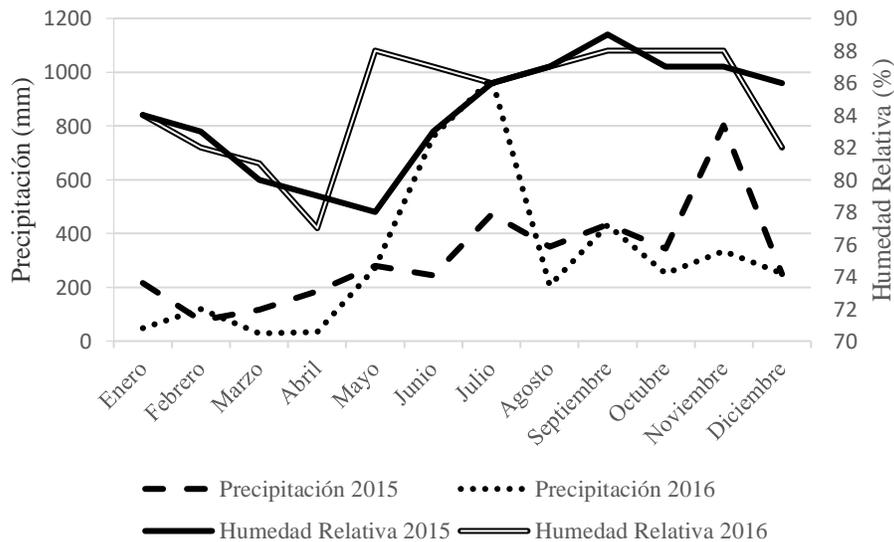


Figura 1. Precipitación y humedad relativa acumulada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur en el período 2016 y 2017.

3.1.2. Material biológico

Se realizó una recolección de genotipos en comunidades de los municipios El Tortuguero, Laguna de Perlas y Kukra Hill (Anexo 1). Por cada genotipo se colectaron 20 varetas de 100 cm de longitud, apropiadamente identificadas con códigos y subdivididas en estacas de 20 cm cada uno. Todo el material fue sembrado en parcelas como parte del banco de germoplasma del INTA en el municipio Kukra Hill, seleccionando las mejores plantas de la parcela (Cuadro 1.).

Cuadro 1. Genotipos de yuca colectadas y ajustados, de la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

No	Accesión original	*	No	Accesión original	*
1	KHBL-2	GEN1	10	ETSBB-3	GEN10
2	ETBV-2	GEN2	11	KHLL-6	GEN11
3	ETBV-7	GEN3	12	LPM-2	GEN12
4	LPRP--3	GEN4	13	ETSBB-1	GEN13
5	KHER-7	GEN5	14	KHEP-4	GEN14
6	LPRP-4	GEN6	15	ETW-2	GEN15
7	KHSRY-5	GEN7	16	ETSBB-5	GEN16
8	KHBL-1	GEN8	17	ETW-4	GEN17
9	KHLC-3	GEN9	18	LPRP-1	GEN18

* = Nombre asignado a cada genotipo para efecto de este documento.

3.2. Diseño experimental

Se estableció un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones el cual corresponde al siguiente Modelo Aditivo Lineal (MAL):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En dónde:

i= Tratamientos

j= Bloques

Y_{ij} = i-ésima observación del j-ésimo tratamiento

μ = media poblacional

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = efecto aleatorio de variación

La parcela experimental fue de 15 m², estuvo constituida por tres surcos con cinco metros de largo por tres metros de ancho, con una separación entre hileras de 1 m entre plantas, considerando como parcela útil el surco central, tomando las tres plantas centrales para evitar el efecto de borde en las observaciones. La distancia entre parcelas fue de 2 m, el área total de la recolecta fue de 3 m² (Anexo 2).

3.3. Manejo del ensayo

Una vez colectado el material vegetativo se procedió al establecimiento del mismo con el propósito de evaluar las características morfológicas y organolépticas a partir del nuevo material establecido.

Preparación de suelo

El ensayo se estableció en un área que se encontraba en reposo por un período de tres años, tacotal. Se realizó limpieza de manera manual con machetes y ganchos, despejando a suelo descubierto el área donde se estableció cada planta.

Siembra

La siembra se realizó con macana a razón de dos golpes por cada lugar a siembra. El tamaño total de la parcela estuvo comprendido de 3 x 5 m para una cantidad de 15 plantas por parcela; se previó un margen de 2 m de distancia entre cada parcela establecida y separación de 1m entre plantas. Considerando como parcela útil el surco central con área de 3m².

Fertilización

Se realizó aplicación de la fórmula 18–46–00 al momento de la siembra y la fórmula 15–15–15 a los 30 y 60 días después de germinación, a razón de 90 kg ha⁻¹ para cada una de las fórmulas.

Control de malezas

La maleza se controló mensualmente de manera manual con machete, debido a que en el trópico húmedo la emergencia de la maleza se manifiesta en condiciones muy aceleradas, principalmente en tiempo de invierno.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1. Variables cuantitativas

Los descriptores cuantitativos están determinados por algunos o muchos pares de genes; además son influenciados por el medio ambiente y no son reconocibles el efecto de cada gen individual, sino que solamente se conoce la suma de los efectos génicos (SNICS, 2002).

Altura de la planta, cm (ALPL4): se utilizó como instrumento una cinta métrica metálica de 5 m de longitud, haciendo una medición de la base de la planta sobre la superficie del suelo hasta la última yema terminal a los 4, 6, 8 y 12 meses después de su establecimiento.

Diámetro del tallo, mm (DTAL4): el dato se tomó de la parte media de la altura total de la planta. Se utilizó el instrumento Vernier a los 4, 6, 8 y 12 meses después de su establecimiento.

Altura en la primera ramificación, cm (ALPR): se midió antes de la cosecha, midiendo con una cinta métrica desde la base del tallo ubicada en el suelo hasta donde se encuentra la primera horqueta.

Longitud entre nudo, cm (LEN): se midió a los 10 meses después de la siembra con un vernier en la parte media del tallo principal, esta distancia es muy variable y no solo depende de la variedad, también está influenciado por factores como la edad de la planta.

Longitud del lóbulo central, cm (LLC): con una cinta métrica, se midió el lóbulo central de hojas, tomando como muestra la hoja ubicada en el tercio medio de la planta. La medida se efectuó desde la inserción del lóbulo central hasta el ápice del mismo.

Longitud del pecíolo, cm (LOPE): se midió desde la base en la vaina a la par de la yema hasta el inicio de la hoja (haz y envés). Se tomó la medida en las hojas del tercio medio de la planta con una cinta métrica.

Grosor de la médula central del tallo, mm (GMCT): es la región central del tallo, formada por tejido parenquimático, si bien en muchas especies puede reabsorberse y formar una cavidad central hueca. Este dato se registró con un vernier a los 12 meses después de la siembra (cosecha).

Grosor del leño del tallo, mm (GTL): partiendo del tope de GMCT se midió con un vernier el crecimiento secundario del tallo a los 12 meses después de la siembra (cosecha), se caracteriza por el aumento del grosor del tallo y es el resultado de la actividad de los denominados meristemas secundarios. Este tipo de crecimiento es característico de las gimnospermas, la mayoría de las dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas.

Peso total de la parte terrestre de la planta, kg ha⁻¹ (PTPT): con una pesa de reloj, por separado se pesaron las raíces provenientes de los genotipos en estudio. Luego se sumaron todos los pesos de las raíces de cada planta de yuca por genotipo y repetición para obtener el promedio.

Peso de la parte aérea de la planta, kg ha⁻¹ (PPAP): después de la cosecha de los genotipos se realizó la separación de las raíces de la planta. La planta; tallo, ramas y hojas, se pesaron en su conjunto, luego se sumaron los resultados de cada planta de yuca por genotipo y repetición para obtener el promedio.

Peso de toda la planta, kg ha⁻¹ (PTP): sumatoria de PTPT y PPAP

Longitud media de la raíz, cm (LMR): se midieron las raíces por planta desde el inicio del pedúnculo hasta la parte final de la raíz con una cinta métrica, lo que permitió obtener un promedio de la longitud por raíz de cada repetición y por cada genotipo.

Diámetro medio de la raíz, cm (DMR): se midieron las mismas raíces por la parte central con un vernier, permitiendo obtener el diámetro promedio de las raíces.

Número de la raíz por planta, kg ha⁻¹ (NRPL): al momento de realizar la cosecha se registró la cantidad de raíces obtenidas por planta, lo que permitió hacer una media de cada repetición y por cada genotipo.

Peso de raíz por planta kg ha⁻¹ (PRPL): una vez obtenido el número de raíces totales se procedió a pesar las raíces de interés con una balanza de reloj, extrayendo de la muestra las raíces con diámetros menores a 3.5 cm (no comerciales).

Rendimiento kg ha⁻¹ (Rendi): con el peso de raíz por planta se realizó el cálculo del rendimiento aplicando una regla de tres simples de acuerdo a una densidad de 10,000 plantas por hectárea.

3.4.2. Variables cualitativas

Un carácter asociado con uno o pocos pares de genes se define como carácter cualitativo, y se refiere a los atributos que describen al carácter. Dichos atributos presentan variaciones discontinuas que no son medibles, y la expresión del carácter en general no está determinada por el ambiente (Marini, Vega y Maggioni, 1993) citado por Dávila y Sandoval (2006). En la investigación realizada se tomaron en cuenta 12 variables cualitativas. Las escalas de medición para cada una de las variables estudiadas se reflejan (Anexo 2).

Color de la hoja apical (CHA): este dato se registró observando las hojas del tercio medio de la planta, para lo cual se determinaron los valores de la tabla de Munsell.

Color del pecíolo (CP): se realizó observación del color que presentó el pecíolo en el tercio medio del follaje tomando como referencia colores de la tabla de Munsell.

Color epidermis del tallo (CET): se tomó a simple vista tomando como referencia la parte central del tallo, empleando la tabla de Munsell.

Habito de crecimiento del tallo (HCT): se determinó la forma en el cual se encuentra la posición del tallo.

Color rama terminal planta adulta (CRTPA): Se registró el color de la rama terminal de la planta adulta, tomando este dato de la parte media del follaje, tomando como referencia la tabla de Munsell.

Hábito de ramificación (HR): se contabilizó la cantidad de ramas que se segregan a partir de la primera horqueta del tallo antes de la cosecha.

Tipo de planta (TP): se determinó el porte de las plantas en estudio considerando su forma.

Retención de hoja cosecha (RHC): Se valoró según la presencia de hojas que contenía cada genotipo al momento de la cosecha.

Color corteza de raíz (CCR): Al momento de la cosecha se determinó el color de la corteza de la raíz de manera visual considerando valores de la tabla de Munsell.

Forma de la raíz (FR): en este caso se consideró la forma en la que las raíces tuberosas de yuca se desarrollan.

Posición de la raíz (PR): Se realizó la verificación en campo al momento de la cosecha visualizando la tendencia de la posición de la raíz

Deterioro post cosecha (DPC): Una vez cosechada la raíz se expuso al ambiente de manera natural donde se evaluó el deterioro de acuerdo al grado en porcentaje de oxidación que se pudo observar en cada genotipo.

3.4.3. Variables organolépticas

Para la obtención de los resultados de este componente se organizó una comisión con 4 productores que han trabajado este rubro por muchos años, ellos opinaron sobre cada uno de los descriptores organolépticos a los que se sometió cada uno de los 18 genotipos. Cada variable se evaluó según sus categorías.

Color de la raíz cocida: se definió el tiempo de cocción de cada raíz por cada genotipo, de acuerdo al color que presentó la raíz cocida.

Sabor: se caracterizó la aceptación/rechazo de los alimentos definido por la palatabilidad que tenga la raíz cocida.

Textura: una vez cocida la raíz de cada genotipo se evaluó de acuerdo al nivel de fibras presentes por cada genotipo.

3.1.8. Análisis estadístico

Se realizaron estadístico descriptivo para cada uno de los descriptores cualitativos en base a los resultados obtenidos a través de un análisis de varianza y conglomerados. Los datos cuantitativos se analizaron con el programa estadístico INFOSTAT. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA), y prueba de separación de medias de Duncan con un 95% de confianza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables cuantitativas de características morfológicas

4.1.1 Altura de la planta (ALPL4)

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987) la altura de la planta no tiene ningún efecto sobre el rendimiento, tampoco es un carácter específico para cada variedad. Agronómicamente la diferencia de plantas entre variedades, no tiene ninguna influencia sobre el interés del productor (Chavarría Medina, 2003).

De acuerdo al análisis de varianza realizado este mostró diferencia significativa dentro de los bloques y genotipos, teniendo como promedio una altura de 289.85 cm; superando el promedio encontrado por Chavarría que fue de 253.84 cm.

Los más sobresalientes para este carácter fueron: GEN3, GEN4, GEN12, GEN13, GEN17 y GEN18 en la primera toma de datos, realizada a los 4 meses después de la siembra; y los genotipos GEN3, GEN4, GEN7, GEN12 y GEN13 en la cuarta medición a los 12 meses después de la siembra (Figura 2). Mostrando un comportamiento homogéneo desde el inicio de su crecimiento.

Los genotipos que presentaron mejor efecto en la quinta y última medición realizada a los genotipos fueron GEN3 (367.08 cm), GEN7 (365.17 cm) y los mejores resultados de Chavarría fueron las variedades Pata de paloma (294.17 cm) y Campeona (270.97 cm).

Es importante señalar que el GEN7, en la primera toma de datos presentó un lento crecimiento; y al realizar la última toma de datos reflejó la segunda mejor altura de planta; lo que indica que este genotipo posiblemente tenga un mayor índice de crecimiento o fisiológico en la etapa final del crecimiento, de igual manera los genotipos 13 y 18 presentaron el más corto crecimiento en la cuarta y última toma de datos, esto pudo haber sucedido posiblemente, porque en la etapa inicial, presentaron crecimiento rápido en relación a los otros genotipos, caso que fisiológicamente le pudo afectar.

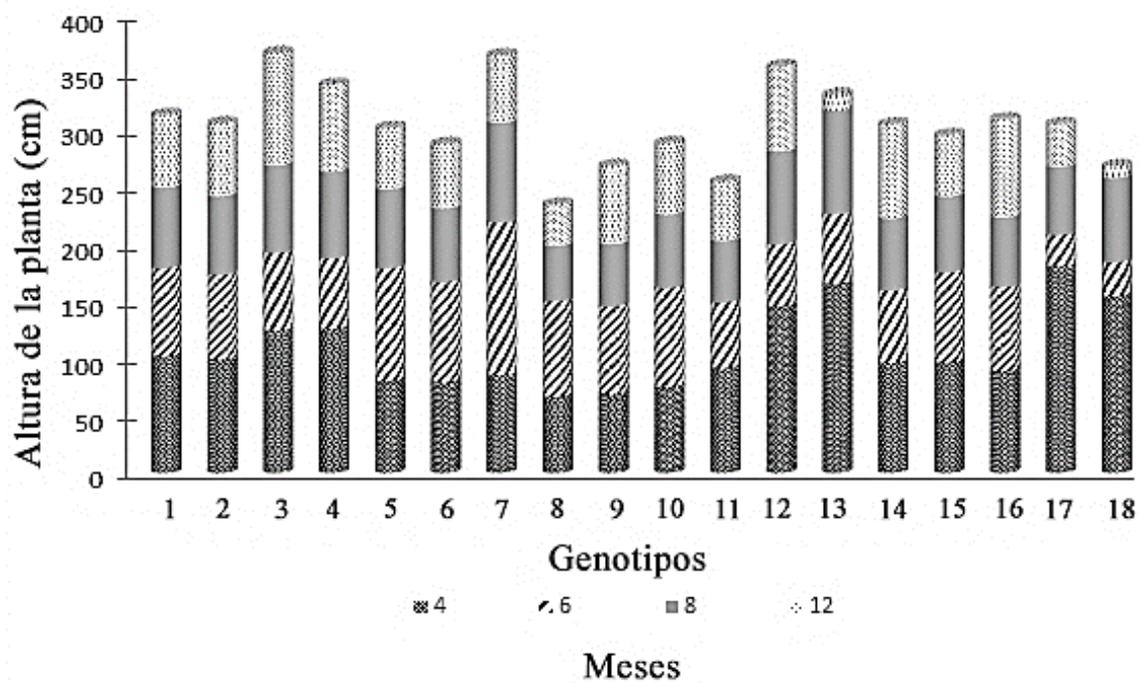


Figura 2. Altura de planta de 18 genotipos de yuca a los 4, 6, 8 y 12 meses, establecidos en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

4.1.2 Diámetro del tallo (DTAL4)

Según Domínguez (1979) el diámetro del tallo varía según la edad de la planta y la variedad.

Hubo diferencias significativas dentro de los 18 genotipos, y los más sobresalientes a los 12 meses después de la siembra (cosecha) fueron; GEN1, GEN7 y GEN14 siendo iguales estadísticamente entre sí, con un grosor mayor para el GEN1 de 3.38 cm, y los genotipos con menor grosor fueron GEN10, GEN2 y GEN4, 2.46, 2.64 y 2.68 cm respectivamente (Figura 3).

Si comparamos estos resultados con los obtenidos por Duarte y Figueroa (2008), sus resultados presentaron menor diámetro de raíz con promedios de 3.175 versus 2.64 cm en este estudio.

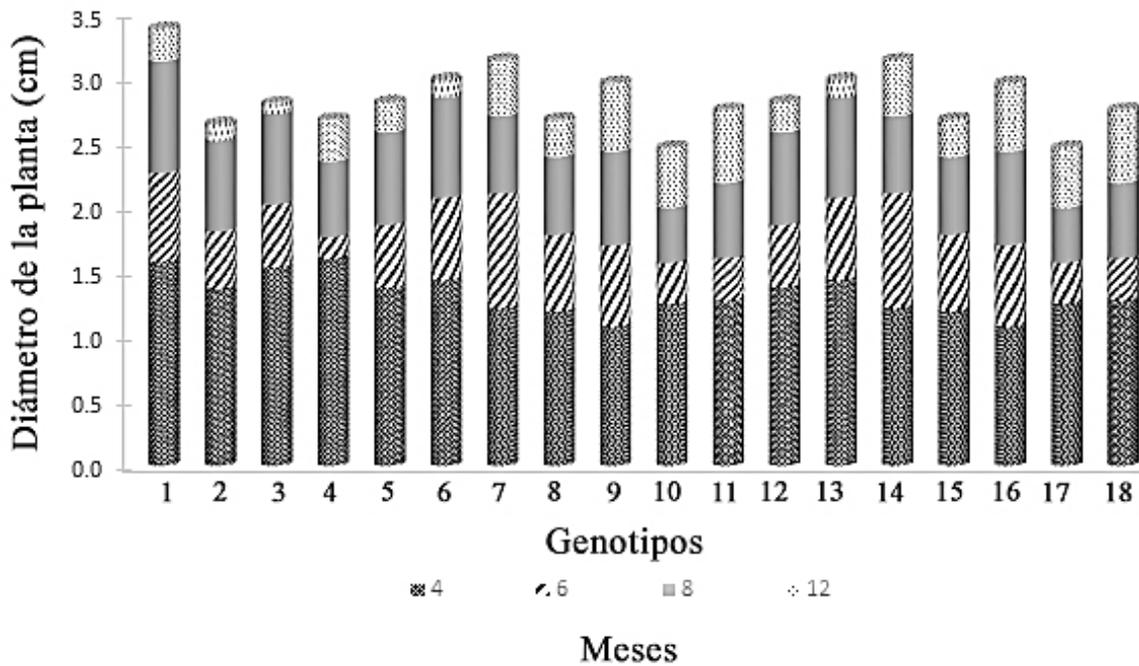


Figura 3. Grosor del tallo de 18 genotipos de yuca a los 4, 6, 8 y 12 meses, establecidos en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

4.1.3 Altura en la primera ramificación (ALPR)

Según el CIAT (1987) el patrón de ramificación de la planta de yuca varía en los distintos cultivares. Otra característica importante de la ramificación son la altura de la primera ramificación y el ángulo formado entre las ramas de la primera ramificación y el tallo principal.

El estudio reveló diferencias significativas en los 18 genotipos estudiados, para $p \leq 0.0001$. La separación de medias (DUNCAN) realizada, agrupó a los genotipos en 8 categorías estadísticas (Cuadro 2).

En este estudio los genotipos con mayor altura para este carácter fueron; GEN15, GEN3 y GEN4 con 216.58, 210.33 y 200.08 cm respectivamente, el genotipo con menor altura fue el GEN18 con 49.08 cm. En comparación a los datos obtenidos por Chavarría (2003), en su estudio realizado en el trópico húmedo, sus mayores resultados (126.62 cm), no superan la altura encontrada en el presente estudio (216.5 cm), sin embargo, la menor altura encontrada por Chavarría, 84.95 cm, superan el valor obtenido en esta investigación 58.66 cm (Cuadro 3).

4.1.4 Longitud entre nudo (LEN)

Existe relación directa y positiva, entre mayor sea la longitud de entrenudos, mayores rendimientos con calidad de exportación se van a obtener. Existe relación directa y positiva (Chavarría, 2003).

De acuerdo al análisis de varianza realizado este mostró diferencias significativas dentro de los genotipos, pero no entre bloques, teniendo como promedio de longitud 2.42 cm.

Para una probabilidad del 5% se encontró diferencias significativas; los que obtienen el mayor promedio para esta variable son; GEN3, GEN7 y GEN14 con valor de 2.82 cm; en comparación con GEN8, GEN11 y GEN18 son los que reflejan el menor valor, con promedio de 2.11. Por tanto, no se muestra mucha variación entre genotipos ya que el 68% de estos, tiene un valor aceptable, colocando a estos genotipos en categorías intermedias según la separación de medias (Cuadro 2).

4.1.5 Longitud del lóbulo central (LLC)

Según Montaldo (1983) la forma del lóbulo puede ser aovada o lineal y se dividen en largos cuando miden 17 cm de longitud, medios de 14-17 y cortos menos de 14 centímetros, en los tipos ramificados la longitud de los lóbulos centrales varía de 20-30 cm en los pocos ramificados de 20-40 cm.

Según los datos analizados en esta variable, la longitud promedio del lóbulo central fue de 12.01 cm considerado como una longitud corta en comparación con la información antes descrita.

Los genotipos que presentaron la mayor longitud fueron; GEN1, GEN14 y GEN3 con 15.16, 13.94 y 13.83 cm, caso contrario de los genotipos GEN18, GEN9 y GEN16 con menor longitud 9.71, 8.83 y 8.80 cm (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comportamiento de las variables altura de la primera ramificación, longitud entre nudo, longitud del lóbulo central de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

ALPR			LEN			LLC		
Genotipo	Medias(cm)	Categoría	Genotipo	Medias(cm)	Categoría	Genotipo	Medias(cm)	Categoría
15	216.58	a	3	3.21	a	1	15.16	a
3	210.33	a	7	2.65	b	14	13.94	ab
4	200.08	ab	14	2.61	bc	3	13.83	ab
7	195.33	b	4	2.57	bcd	7	13.29	bc
2	163.33	bc	1	2.55	bcd	2	12.82	bc
5	163.08	bc	15	2.49	bcd	6	12.73	bc
14	159.92	bc	9	2.48	bcd	4	12.71	bc
8	140.50	cd	16	2.48	bcd	8	12.71	bc
12	140.48	cd	5	2.42	bcd	12	12.44	bcd
11	138.17	cd	2	2.40	bcd	5	12.38	bcd
17	130.19	cd	10	2.33	bcd	11	12.03	cde
16	127.33	cd	6	2.32	bcd	13	11.74	cde
1	119.00	cd	13	2.30	bcd	17	11.04	def
13	114.48	de	17	2.23	bcd	15	10.53	ef
6	105.25	de	12	2.19	bcd	10	10.51	ef
9	74.08	ef	11	2.18	bcd	16	9.71	fg
10	52.83	f	8	2.10	cd	9	8.83	g
18	49.08	f	18	2.06	d	18	8.80	g
Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.0027 0.0001 28.01 0.66		Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.7642 0.0001 17.65 0.30		Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.0371 0.0001 11.98 0.65	

4.1.6 Longitud del pecíolo (LOPE)

El pecíolo forma parte de la hoja y se encuentra ubicado entre el tallo y el limbo principalmente, sirve de sostén al limbo (Montaldo, 1983).

De acuerdo al ANDEVA hubo efecto significativo entre genotipos, pero no entre bloques. Mostrando al GEN14 GEN1 y GEN6 en las primeras categorías con el pecíolo más largo 17.71, 16.45 y 13 cm respectivamente y los GEN16, GEN10 y GEN18 con el pecíolo más corto, 10.88, 10.84 y 10.16 cm, encontrando una diferencia de casi 7 cm entre el mayor y el menor (Cuadro 3.).

4.1.7 Grosor de la medula central del tallo (GMCT)

Según Tasaka, Kato y Fukaki (1999) la médula es una región que ocupa la parte más interna del tallo, y puede estar hueca (sin tejidos). Con un corte transversal del tallo se muestra la medula central blanquecina, el anillo de leño o madera, la felodermis y la epidermis; las cuales forma la corteza.

De acuerdo al análisis de varianza realizado mostró diferencias significativas dentro de los bloques y genotipos, teniendo como promedio de grosor una media de 0.79 mm.

Los genotipos más sobresalientes para este carácter fueron: GEN12, GEN4 y GEN7 con 1.12, 0.97 y 0.93 mm respectivamente, no así los genotipos GEN10, GEN9 y GEN5 con 0.58, 0.64 y 0.68 mm (Cuadro 3).

4.1.8 Grosor del leño del tallo (GTL)

Según Montaldo (1983) el tallo es muy ligero, se rompe fácilmente y tiene una corteza delgada que se quita sin dificultad. Los vasos leñosos están compuestos por haces fibrosos y paredes delgadas.

Respecto a este carácter, el análisis estadístico determinó diferencias significativas entre bloques y genotipos, con coeficiente de variación de 31.53%. Clasificando a los GEN1, GEN3 y GEN12 en las primeras categorías con promedio de 1.29 mm; caso contrario de GEN10, GEN16 y GEN13 con promedio de 0.66 mm (Cuadro 3).

En la separación de medias de la variable grosor del tallo leñoso, el valor más alto es de 1.67 obtenido en el GEN1 y el menor valor es de 0.61 en GEN13.

Cuadro 3. Comportamiento de las variables longitud del pecíolo, grosor de la médula central del tallo, grosor del tallo leñoso de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

LOPE			GMCT			GTL		
Genotipo	Medias (cm)	Categoría	Genotipo	Medias (cm)	Categoría	Genotipo	Medias (cm)	Categoría
14	17.71	a	12	1.12	a	1	1.67	a
1	16.45	ab	4	0.97	ab	3	1.16	b
6	16.13	abc	7	0.93	abc	12	1.04	bc
12	14.76	abcd	17	0.88	abc	6	0.97	bcd
3	14.38	bcde	16	0.85	abc	7	0.95	bcd
2	13.82	bcde	11	0.83	abc	5	0.93	bcd
8	13.53	bcdef	15	0.80	abc	2	0.91	bcd
17	13.36	bcdef	3	0.80	abc	17	0.89	bcd
4	13.30	bcdef	2	0.78	bc	14	0.88	bcd
5	13.21	bcdef	6	0.78	bc	4	0.83	bcd
13	12.96	cdef	8	0.78	bc	11	0.82	bcd
7	12.26	def	13	0.75	bc	8	0.82	bcd
11	12.01	def	14	0.74	bc	15	0.74	cd
9	11.13	ef	18	0.71	bc	9	0.74	cd
15	11.08	ef	1	0.71	bc	18	0.72	cd
18	10.88	ef	5	0.68	bc	10	0.71	cd
10	10.84	ef	9	0.64	bc	16	0.68	cd
16	10.16	f	10	0.58	c	13	0.61	d
Bloque Pr Genotipo Pr CV R ²	0.6707 0.0001 22.63 0.37		Bloque Pr GenotipoPr CV R ²	0.0707 0.0282 34.32 0.19		Bloque Pr GenotipoPr CV R ²	0.5376 0.0001 31.53 0.44	

4.1.9 Peso total de la parte terrestre de la planta (PTPT)

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas para este carácter ubicando a GEN1, GEN17, GEN12 y GEN13 en las primeras categorías y los GEN15, GEN16, GEN18 y GEN10 en las últimas. Teniendo como promedio total de los 18 genotipos evaluados 10.54 kg (0.01054 t), encontrándose por debajo del rango mencionado por Lozano (1977) quien reporta fluctuaciones del rendimiento en ocho localidades por tres años, donde los rendimientos varían de 9 – 31 t ha⁻¹ con desviación estándar de 2.7 – 11.6 y coeficientes de variación de 9.7 – 59.2 % (Cuadro 4).

4.1.10 Peso de la parte aérea de la planta (PPAP)

De acuerdo al análisis estadístico este reveló diferencias significativas para bloques y genotipos, la prueba de separación de medias de Tukey definió agrupaciones, donde los que se colocan en las primeras categorías fueron: GEN12 GEN7 y GEN18 con 12.03, 9.97 y 9.59 kg respectivamente y en las últimas categorías se coloca el GEN16, GEN10 y GEN15 con valor de 6.52, 4.53 y 4.49 kg (Cuadro 4). Un aspecto importante de señalar, fue de que el GEN12 presentó para este carácter un valor bastante grande en relación al peso más próximo que él fue el GEN7, siendo este hasta más de 2 kg.

4.1.11 Peso de toda la planta (PTP)

Según CIAT (1989) y Montaldo (1983) existen diferencias en cada uno de los genotipos de yuca, cada uno de ellos tiene diferentes potencialidades de acuerdo a las condiciones agro climáticas en las cuales se desarrolla, reportan rendimientos máximos de 64 t ha⁻¹ y mínimos de 2.6 t ha⁻¹ en dependencia de la variedad, aunque existen pocas variedades que pueden producir 80 t ha⁻¹.

En el análisis de varianza realizado se encontraron diferencias significativas entre los genotipos. Siendo los GEN12, GEN1 y GEN17 con mayor peso y se colocaron en las primeras categorías 28.59, 26.43 y 25.77 kg respectivamente; y en las últimas categorías se encuentran a los genotipos GEN16, GEN15 y GEN10 con 13.59, 11.77 y 10.36 kg. El peso promedio fue de 20.023 kg, con un coeficiente de variación de 31.30.

Cuadro 4. Comportamiento de las variables peso total de la parte terrestre de la planta, peso de la parte aérea de la planta, peso total de la planta de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

PTPT			PPAP			PTP		
Genotipo	Medias (cm)	Categoría	Genotipo	Medias (cm)	Categoría	Genotipo	Medias (cm)	Categoría
1	17.14	a	12	12.03	a	12	28.59	a
17	16.71	a	7	9.97	ab	1	26.43	ab
12	16.62	a	18	9.59	abc	17	25.77	ab
13	14.35	ab	13	9.39	abc	13	23.69	abc
6	11.81	bc	1	9.29	abc	6	20.55	bcd
5	11.34	bc	17	8.83	bc	5	20.13	bcde
2	10.99	bcd	3	8.83	bc	2	18.92	cde
3	10.07	cde	5	8.78	bc	7	18.82	cde
4	9.79	cdef	6	8.66	bc	3	17.93	cdef
7	9.73	cdef	8	8.13	bc	4	17.63	cdef
8	9.13	cdef	2	7.93	bc	8	17.26	cdef
14	8.93	cdef	9	7.09	bcd	18	16.47	defg
11	8.18	cdef	14	7.04	bcd	14	15.97	defg
9	8.16	cdef	4	7.00	bcd	9	15.50	defg
15	7.28	def	11	6.55	cd	11	14.82	defg
16	7.08	def	16	6.52	cd	16	13.59	efg
18	6.64	ef	10	4.53	d	15	11.77	fg
10	5.83	f	15	4.49	d	10	10.36	g
Bloque Pr	0.0025		Bloque Pr	0.1867		Bloque Pr	0.0165	
GenotipoPr	0.0001		Genoti Pr	0.0001		GenotipoPr	0.0001	
CV	33.31		CV	32.40		CV	31.30	
R ²	0.49		R ²	0.35		R ²	0.42	

4.1.12 Longitud media de la raíz, cm (LMR)

La distribución de las raíces tuberosas alrededor de las estacas es desuniforme y tienen por lo general una dirección de crecimiento de forma oblicua, lo cual presentan tamaños entre 20 y 50 cm de largo. Montaldo (1983) refiere que este carácter al igual que el diámetro de las raíces es influenciado por el medio ambiente.

De acuerdo al análisis de varianza realizado este mostró diferencias significativas dentro de los bloques y genotipos, teniendo como promedio 23.68 cm, encontrándose en el rango encontrado por Montaldo (1983).

Entre los más sobresalientes para este carácter fueron; GEN1, GEN3 GEN8 GEN5 y GEN2 con un promedio de 28.99, no así los GEN18, GEN7, GEN10 y GEN16 con un promedio muy bajo de 18.13 cm. Si se comparan estos resultados con los obtenidos por Dávila y Sandoval (2006), sus resultados presentaron mejores longitudes de raíz (promedios de 26.41 cm versus 19.55 cm), pero en cuanto a grosor de raíz, la presente investigación alcanzó mejores valores (promedios de 5.76 cm versus 5.57 cm) (Cuadro 5).

Los menores valores en grosor de raíces y mayores en longitud de raíces en Posoltega, versus mayores valores en grosor de raíz y menores valores en longitud de raíz en el Caribe Sur, lo que indica es que la deficiencia de precipitación en occidente obligo a las raíces a prolongarse en busca de humedad para el llenado del fruto (raíz), sucediendo lo contrario en el Caribe Sur, debido a que es una zona muy húmeda.

4.1.13 Diámetro medio de la raíz (DMR)

El carácter de diámetro de raíz, a pesar de que tiene que ver en gran medida con el rendimiento la literatura se refiere muy poco a él (Chavarría, 2003). Según Sandoval y Dávila (2006), el diámetro de las raíces es muy variable, y va de 5 – 10 cm de diámetro. El CIAT (1987) menciona que este carácter está influenciado por el medio ambiente.

Los que presentaron un mejor desarrollo en cuanto a DMR fueron; GEN12, GEN1, GEN17 y GEN6 con 7.18, 6.99, 6.77 y 6.75 cm respectivamente, caso contrario de los genotipos GEN3, GEN9 y GEN16 con 4.87, 4.54 y 4.31 cm. Al comparar los resultados obtenidos con los de Dávila y Sandoval (2006), la presente investigación los superó ligeramente con promedios de 5.76 versus 5.57 (Cuadro 5).

Comparando los resultados en la investigación de Dávila y Sandoval, quienes obtuvieron rendimiento máximo (6.92 cm), los datos obtenidos en el estudio, reflejan un mayor valor (7.18 cm), caso contrario del valor mínimo, que es superado (4.40 cm versus 4.31 cm).

Cuadro 5. Comportamiento de las variables longitud media de raíz, diámetro medio de raíz de los 18 genotipos de yuca, establecido en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

LMR			DMR		
Genotipo	Medias (cm)	Categoría	Genotipo	Medias (cm)	Categoría
1	31.67	a	12	7.18	a
3	29.37	ab	1	6.99	ab
8	28.19	abc	17	6.77	ab
5	27.87	abc	6	6.75	ab
2	27.86	abc	7	6.14	bc
4	27.01	abcd	13	5.76	cd
14	24.75	bcde	15	5.63	cd
6	24.00	bcde	5	5.62	cd
17	22.94	cdef	11	5.27	de
13	22.48	cdefg	4	5.16	def
12	22.03	cdefg	10	5.15	def
11	21.75	cdefg	14	5.08	def
15	21.33	defg	18	5.05	def
9	20.75	defg	2	5.02	def
16	19.70	efg	8	4.94	def
10	19.58	efg	3	4.87	def
7	17.10	fg	9	4.54	ef
18	16.17	g	16	4.31	f
Bloque Pr	0.2927		Bloque Pr	0.0281	
Genotipo Pr	0.0001		Genotipo Pr	0.0001	
CV	21.98		CV	13.88	
R ²	0.42		R ²	0.56	

4.1.14 Número de la raíz por planta (NRPL)

Según el CIAT (1987), estima que la planta de yuca es tolerante al ataque de enfermedades e insectos que pueden causarle la reducción del número de raíz disponible para el consumo.

El ANDEVA realizado para la variable número de raíz por planta determinó efectos significativos entre los genotipos. El grupo de la clasificación A y AB mostraron los mayores valores con los GEN17, GEN9, GEN13 y GEN16 con promedio de (10.01 kg ha⁻¹), y el menor promedio lo reflejó el 61.11% de los genotipos que pertenecen a la categoría C con valor de 5.81 kg ha⁻¹ raíces por planta (Cuadro 6).

4.1.14.1 Número de raíces no comerciales (NRPL no comercial)

El análisis estadístico determinó diferencias significativas entre genotipos, mediante la separación de medias (DUNCAN) se reflejó que la categoría A mostró el mayor valor con el GEN17 con un total de 2.15 raíces; y el menor valor encontrado fue de 1.15 raíces en el GEN6; en comparación con los datos de Dávila y Sandoval, estos tuvieron mayor número de raíces podridas y/o no comerciales con valor máximo de 4.25 raíces y valor mínimo de 1.75 raíces (Cuadro 6).

4.1.14.2 Número de raíces comerciales (NRPL comercial)

El análisis de varianza conformado para esta variable determinó efecto significativo, mediante la prueba de separación de medias (DUNCAN) la clasificación A mostró el mayor valor con un promedio de 8.14 raíces, con los GEN17 (8.21 raíces), GEN9 (8.20 raíces) y GEN13 (8.01 raíces) por parcela; valores inferiores a los obtenidos por Dávila y Sandoval (2006) en los cuales la clasificación A reflejó valores de 16.25 raíces para el genotipo CM2772-3, seguido del genotipo CM6921-3 con un total de 14.5 raíces.

En la última categoría se colocaron los GEN1, GEN3, GEN4, GEN5, GEN6, GEN8, GEN10, GEN11, GEN14 y GEN15 con promedio de 5.04 kg ha⁻¹ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comportamiento de la variable número de raíz por planta en raíz total, raíz comercial y no comercial de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

NRPL Original			NRPL No comercial			NRPL Comercial		
Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría	Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría	Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría
17	10.36	a	17	2.15	a	17	8.21	a
9	10.25	a	9	2.05	a	9	8.20	a
13	10.02	a	13	2.01	a	13	8.01	a
16	9.42	ab	16	2.00	a	16	7.40	ab
18	7.69	bc	18	1.55	b	18	6.14	bc
12	7.69	bc	12	1.55	b	12	6.14	bc
7	7.33	bc	7	1.47	b	7	5.87	bc
2	7.00	c	2	1.40	b	2	5.60	bc
4	6.92	c	4	1.38	b	4	5.53	c
14	6.67	c	14	1.33	b	14	5.33	c
8	6.58	c	8	1.32	b	8	5.27	c
3	6.42	c	3	1.28	b	3	5.13	c
11	6.33	c	11	1.27	b	11	5.07	c
15	6.17	c	15	1.23	b	15	4.93	c
1	6.08	c	5	1.22	b	1	4.87	c
5	6.08	c	10	1.20	b	5	4.87	c
10	6.00	c	1	1.20	b	10	4.80	c
6	5.75	c	6	1.15	b	6	4.60	c
Bloque Pr	0.0750		Bloque Pr	0.0262		Bloque Pr	0.1029	
GenotipoPr	0.0001		GenotipoPr	0.0001		GenotipoPr	0.0001	
CV	27.93		CV	28.10		CV	28.26	
R ²	0.36		R ²	0.39		R ²	0.35	

4.1.15 Peso de raíz por planta

El CIAT (1989) recomienda que las oportunidades de mejorar la productividad del cultivo de la yuca son numerosas, por tanto, los objetivos deberían ser cuidadosamente seleccionados de acuerdo con lo que se considere que daría una mejor contribución al incremento de la producción. Se espera que los centros de investigación produzcan variedades altamente rendidoras y resistentes al mayor número de plagas y enfermedades.

En el estudio el ANDEVA presentó diferencias significativas en el peso de raíz total; por lo que se procedió a realizar la prueba de separación de medias (DUNCAN) encontrando diversas categorías, reflejando las categorías A, AB, ABC, BCD correspondiente a los GEN17, GEN1, GEN12 y GEN13 con los mejores pesos de las raíces con promedio de 2.88 kg de peso total de las raíces; las categorías con valores mínimos fueron EFG, FG y G, correspondiente a los GEN9, GEN18, GEN11, GEN15, GEN16 y GEN10 con promedio de 1.33 kg (Cuadro 7).

4.1.15.1 Peso de raíz por planta no comercial

El ANDEVA para esta variable reflejó diferencias significativas entre genotipos, mediante la prueba de separación de medias (DUNCAN) Las categorías A, AB, ABC, BCD, CDE correspondiente a los GEN17, GEN1, GEN12, GEN13, GEN18 y GEN6 fueron los que obtuvieron el mayor valor de peso de raíces no comerciales con promedio de 0.54 kg; las categorías que obtuvieron el valor mínimo fueron EF y F correspondiente a los GEN11, GEN16, GEN15 y GEN10 con promedio de 0.26 kg (Cuadro 7).

4.1.15.2 Peso de raíz por planta comercial

El análisis de varianza realizado reflejó diferencias significativas entre genotipos, mediante la prueba de separación de medias se logró clasificar categorías, las que obtuvieron el mayor valor fueron las categorías A, AB, ABC, BCD, CDE con un promedio de 2.18 kg de peso y las que obtuvieron el valor mínimo fueron FGH, GH y H con promedio de 0.95 kg de peso de raíz comercial (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comportamiento de la variable peso de la raíz en peso total, peso de raíz comercial y no comercial de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

PRPL Original			PRPL No comercial			PRPL Comercial		
Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría	Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría	Genotipo	Medias (kg ha ⁻¹)	Categoría
17	3.29	a	17	0.69	a	17	2.61	a
1	3.02	ab	1	0.61	ab	1	2.42	ab
12	2.83	abc	12	0.58	abc	12	2.25	abc
13	2.39	bcd	13	0.49	bcd	13	1.90	bcd
6	2.16	cde	18	0.48	bcd	6	1.74	cde
2	2.02	def	6	0.43	cde	5	1.61	def
5	1.99	def	5	0.40	de	2	1.57	defg
4	1.83	defg	2	0.38	def	4	1.47	defgh
14	1.69	defg	14	0.38	def	7	1.32	defgh
3	1.63	defg	4	0.38	def	8	1.29	defgh
7	1.62	defg	3	0.34	def	3	1.24	efgh
8	1.60	defg	7	0.32	def	9	1.21	efgh
9	1.52	efg	8	0.32	def	14	1.16	efgh
18	1.45	efg	9	0.32	def	11	1.15	efgh
11	1.44	efg	11	0.30	ef	15	1.04	fgh
15	1.30	fg	16	0.26	ef	16	1.00	fgh
16	1.25	fg	15	0.26	ef	18	0.92	gh
10	1.04	g	10	0.22	f	10	0.84	h
Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.0019 0.0001 38.26 0.43		Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.0008 0.0001 38.13 0.43		Bloque Pr Genotipo CV R ²	0.0024 0.0001 37.93 0.45	

4.1.16. Rendimiento (Rendi)

Según García y Baldioceda (2003) citado por Dávila y Sandoval (2006), la densidad de siembra influye en los rendimientos, de igual manera, el hábito de crecimiento de la planta, su morfología y condiciones ambientales son determinantes. El CIAT (1978), menciona, que el rendimiento del cultivo de yuca va a estar en dependencia de las variedades o genotipos y al mismo tiempo de las condiciones (climáticas y edáficas) la yuca puede llegar a tener un rendimiento de 40 a 50 t ha⁻¹ bajo condiciones casi ideales, sin embargo, en condiciones no tan favorables estos rendimientos bajan significativamente hasta 2.6 t ha⁻¹. Esto influido también por la variedad.

Según el ANDEVA y la separación de medias sobre el rendimiento, se encontró efectos significativos en los genotipos evaluados. En la mejor posición, los genotipos más rendidores fueron los GEN17, GEN1 y GEN12 con un promedio de 30,416.3 kg ha⁻¹, y los genotipos que menor respuesta mostraron fueron el GEN18 y GEN10 con un promedio de 11,057.2 kg ha⁻¹ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rendimiento de los 18 genotipos de yuca recolectados en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

Rendimiento kg ha ⁻¹					
Genotipo	Medias	Categoría	Genotipo	Medias	Categoría
17	32,614.58	a	8	16,041.67	efgh
1	30,239.59	ab	3	15,604.17	efgh
12	28,395.83	abc	9	15,145.84	efgh
13	23,979.17	bcd	14	14,468.75	efgh
6	21,593.75	cde	11	14,427.08	efgh
5	19,906.25	def	15	13,010.42	fgh
2	18,520.83	defg	16	12,520.83	fgh
4	18,333.33	defgh	18	11,562.51	gh
7	16,208.33	efgh	10	10,552.09	h
Bloque, Pr	<0.001		Bloque, Pr	<0.001	
Genotipo, Pr	<0.001		Genotipo, Pr	<0.001	
C V (%)	25.13		C V (%)	25.13	
R ²	0.74		R ²	0.74	

4.1.17 Análisis de conglomerados para caracteres morfológicos cuantitativos

El análisis de conglomerados es un método analítico que se puede aplicar para clasificar los genotipos de un determinado germoplasma (variables) en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas, donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a las accesiones según (Chavarría, 2003)

A partir del análisis de conglomerados empleando variables cuantitativas determinó similitudes entre los genotipos, revelando que en la primera agrupación se encuentra un sub grupo formado por la gran mayoría de genotipos se relacionan con las variables PTPT, PPAP, PTP, DMR, NRPL y PRPT, también está el subgrupo correspondiente al genotipo GEN1, quien presento mejor comportamiento en la mayoría de las variables (Figura 4).

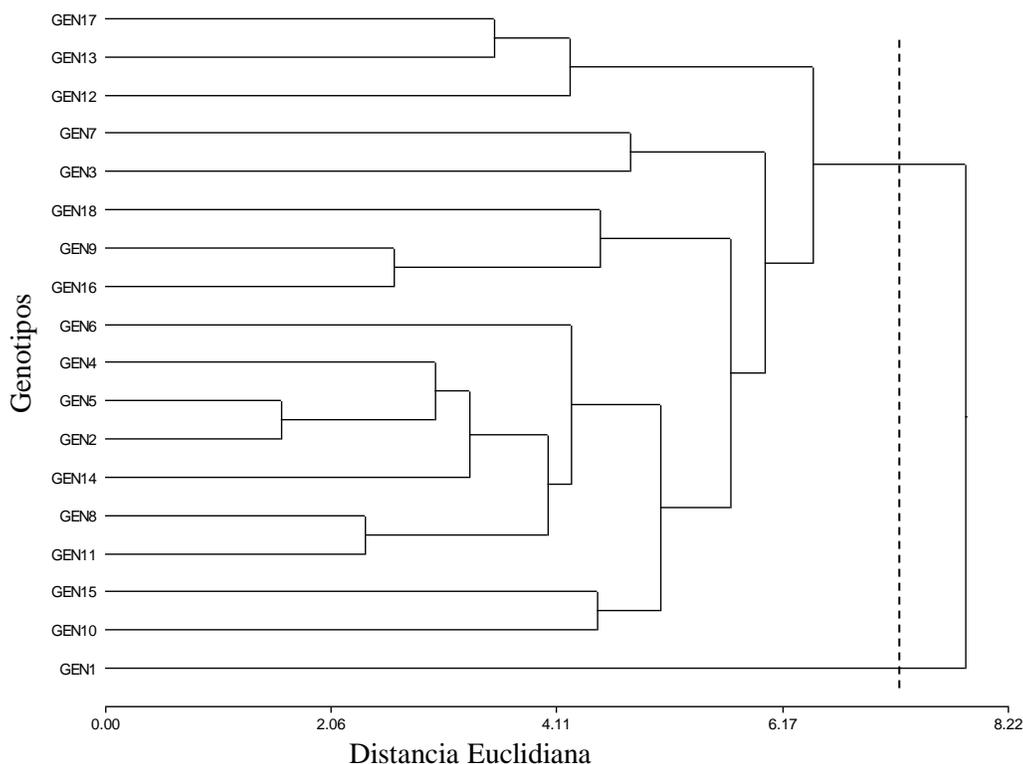


Figura 4. Análisis de conglomerados de variables cuantitativas evaluadas en los genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

4.2 Variables cualitativas de características morfológicas

Un carácter asociado con uno o pocos pares de genes se define como carácter cualitativo, y se refiere a los atributos que describen al carácter. Dichos atributos presentan variaciones discontinuas que no son medibles, y la expresión del carácter en general no esté determinada por el ambiente, y una vez establecido las características del control genético de las diferencias observadas es posible hacer con mucha exactitud predicciones acerca de las manifestaciones del carácter mismo en las generaciones sucesivas (Marini *et al*; 1993).

En el presente estudio, los genotipos mostraron mucha diversidad en cuanto a la coloración de la hoja apical (CHA) reflejándose 6 tonalidades, dentro de las cuales el color predominante es el verde amarillo fuerte (50%). Se identificaron 9 tonos para el color del peciolo (CP) con dominancia el color rojo purpúreo (17%) y para el color de la epidermis del tallo (CET) se encontraron 6 tonalidades presentando la mayor parte de los genotipos el color rojo débil (33%). El 94% de los genotipos utilizados presentó un hábito de crecimiento recto, y el color de rama terminal en planta adulta (CRTPA) en la mayor parte de los genotipos estudiados reflejaron un tono verde amarillo fuerte (50%), encontrándose otras tonalidades como morado amarillo verde.

Respecto al hábito de ramificación (HR) el 89% de los genotipos mostró hábito tricotómico; y los GEN10 y GEN12 mostraron un hábito de ramificación (dicotómico). El tipo de planta más observada fue compacta (61%), seguida de planta abierta y solamente el GEN17 presentó un tipo de planta paraguas. La retención de hoja en la cosecha más predominante fue de manera regular (50%), seguida de una retención poca y solamente dos genotipos presentaron buena retención. En cuanto al color de la corteza de la raíz se reflejó únicamente el color rosa claro para los 18 genotipos; con respecto a forma de la raíz y posición de la raíz hubo dos clasificaciones, donde la forma de la raíz más predominante fue la cilíndrica (61%); y la posición fue de tendencia horizontal. Con mayor frecuencia se presentó deterioro post cosecha con el rango de 5 a 10% de las raíces deterioradas, GEN4, GEN11, GEN13 y GEN16 reflejaron un daño de hasta el 5% (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores cualitativos para los caracteres de planta y raíz de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016 – 2017.

Genotipo	CHA	CP	CET	HCT	CRTPA	HR	TP	RHC	CCR	FR	PR	DPC
GEN1	1	1	1	2	1	3	2	1	1	2	2	3
GEN2	1	1	1	1	1	3	1	2	1	3	3	2.5
GEN3	2	2	1	1	2	3	2	2	1	3	2	3
GEN4	2	3	1	1	1	3	1	2	1	3	3	2
GEN5	1	4	2	1	1	3	2	2	1	2	2	3.5
GEN6	2	5	2	1	3	3	1	1	1	3	2	3
GEN7	3	6	3	1	1	3	2	2	1	3	2	3
GEN8	1	6	3	1	1	3	1	3	1	2	3	2.5
GEN9	2	7	4	1	4	3	2	3	1	3	3	3
GEN10	3	7	5	1	4	2	1	3	1	3	2	3
GEN11	1	6	5	1	4	3	1	2	1	2	2	2
GEN12	1	1	5	1	4	2	1	2	1	3	2	3
GEN13	1	3	5	1	4	3	1	2	1	2	3	2
GEN14	1	2	3	1	4	3	1	2	1	2	3	2.5
GEN15	4	8	3	1	1	3	1	3	1	3	3	2.5
GEN16	1	8	1	1	5	3	1	3	1	3	2	2
GEN17	5	9	1	1	1	3	3	3	1	2	3	3
GEN18	6	9	6	1	1	3	2	3	1	3	3	3
Mediana	1	6	1	1	1	3	1	2	1	3	2-3	3
*	(50)	(17)	(33)	(94)	(50)	(89)	(61)	(50)	(100)	(61)	(50)	(50)

*: Valores que predominan para cada descriptor, expresados en porcentaje.

CHA- Color de la hoja apical, CP- color del peciolo, CET- color epidermis del tallo, HCT- habito de crecimiento del tallo, CRTPA- color rama terminal planta adulta, HR- habito de ramificación, TP- tipo de planta, RHC- retención de hoja cosecha, CCR- color corteza de raíz, FR- forma de la raíz, PR- posición de la raíz, DPC- deterioro post cosecha.

4.2.1 Análisis de Conglomerados para caracteres morfológicos cualitativos

Chavarría (2003) indica que es importante aclarar que el análisis de conglomerados se aplica sobre una matriz de distancias y no sobre una similitud.

El análisis de conglomerados aplicado a los 18 genotipos de yuca empleando datos cualitativos mostró similitud en la mayoría de los genotipos, encontrándose, en este sentido tres agrupaciones (Figura 5). En la primera agrupación solamente se encuentra GEN6 el cual se considera diferente a los demás por su color del pecíolo y presentar buena retención de hojas a la cosecha (Cuadro 10.). En un segundo grupo se encuentran los genotipos GEN2, GEN3, GEN4, GEN5, GEN7, GEN8, GEN9, GEN10, GEN11, GEN12, GEN13, GEN14 y GEN15 con un comportamiento similar entre sí, y en el tercer grupo se encuentra GEN1, siendo el único con un hábito de crecimiento de tallo en zigzag, además de presentar buena retención de hojas a la cosecha.

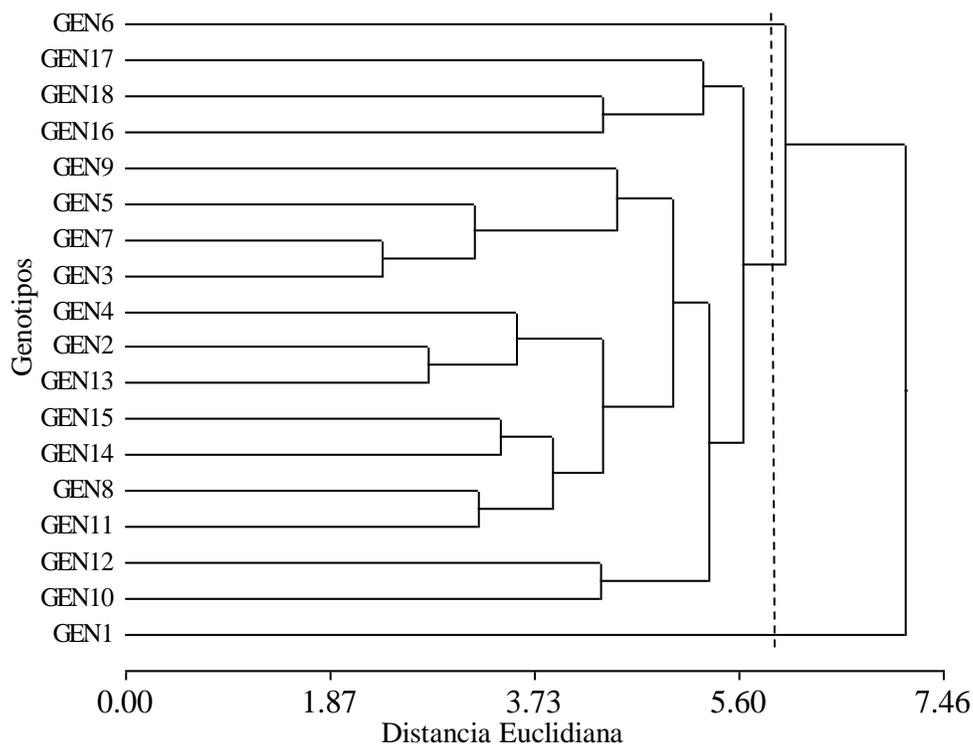


Figura 5. Análisis de conglomerados de variables cualitativas evaluadas en los 18 genotipos de yuca establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

4.3 Caracterización organoléptica

Montaldo (1983) refiere que no existe diferencias taxonómicas entre yuca dulce y amarga ya que el glucósido linamarina que genera el ácido cianhídrico que la distingue es muy variables y depende de las condiciones ecológicas. Henain y Canoz en Montaldo (1983), agregan que es conveniente registrar las características culinarias.

En el presente estudio las variables evaluadas reflejaron que el 50% de los genotipos tienen un sabor dulce y apto para el consumo humano seguido de simple con 28% y Amarga 22%. También reflejó que el 77% de los genotipos presentaron una coloración blanca y el 23% presenta un color crema. El 44% tiene textura firme, 28% gomosa y 28% suave. Los GEN7 GEN9 GEN12 GEN13 y GEN15 fueron los más aceptados por presentar textura suave. (Cuadro 10).

4.3.1 Análisis de conglomerados para caracteres organolépticos

El análisis de conglomerados reveló similitud en los genotipos, agrupándolos según su comportamiento entre genotipos y variables organolépticas; la primera agrupación encontró similitud en los genotipos GEN17 y GEN18 con respecto al color crema y textura firme de las raíces evaluadas. En un segundo grupo el GEN14 un genotipo de sabor amargo, color blanco y textura firme.

En la tercera agrupación se ubican la mayoría de los genotipos observando un subgrupo con el GEN9 por estar asociado a la variable sabor dulce y textura suave y otro subgrupo donde se encuentran GEN5 y GEN10 agrupados por su relacionan con el contenido de carbohidratos en un último subgrupo están genotipos (14) agrupados por la amplia mezcla de variabilidad encontrada en ellos (Figura 6).

Cuadro 10. Características organolépticas de las variables sabor, color y textura de los 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

GENOTIPO	Características organolépticas		
	Sabor	Color	Textura
	Dulce (D), Simple (S), Amarga (A)	Amarillo (A). Blanco (B), Crema (C)	Firme (F), Gomosa (G), Suave (S)
18	D	C	F
3	S	C	G
11	D	B	F
15	D	B	S
10	D	B	G
5	S	B	G
14	A	B	F
2	D	B	F
6	A	B	F
8	S	B	G
1	D	B	F
9	D	B	S
4	A	B	G
13	D	B	S
16	S	B	F
7	D	C	S
12	S	B	S
17	A	C	F
%	D: 50 S: 28 A: 22	A:0 B: 77 C: 23	F: 44 G: 28 S: 28

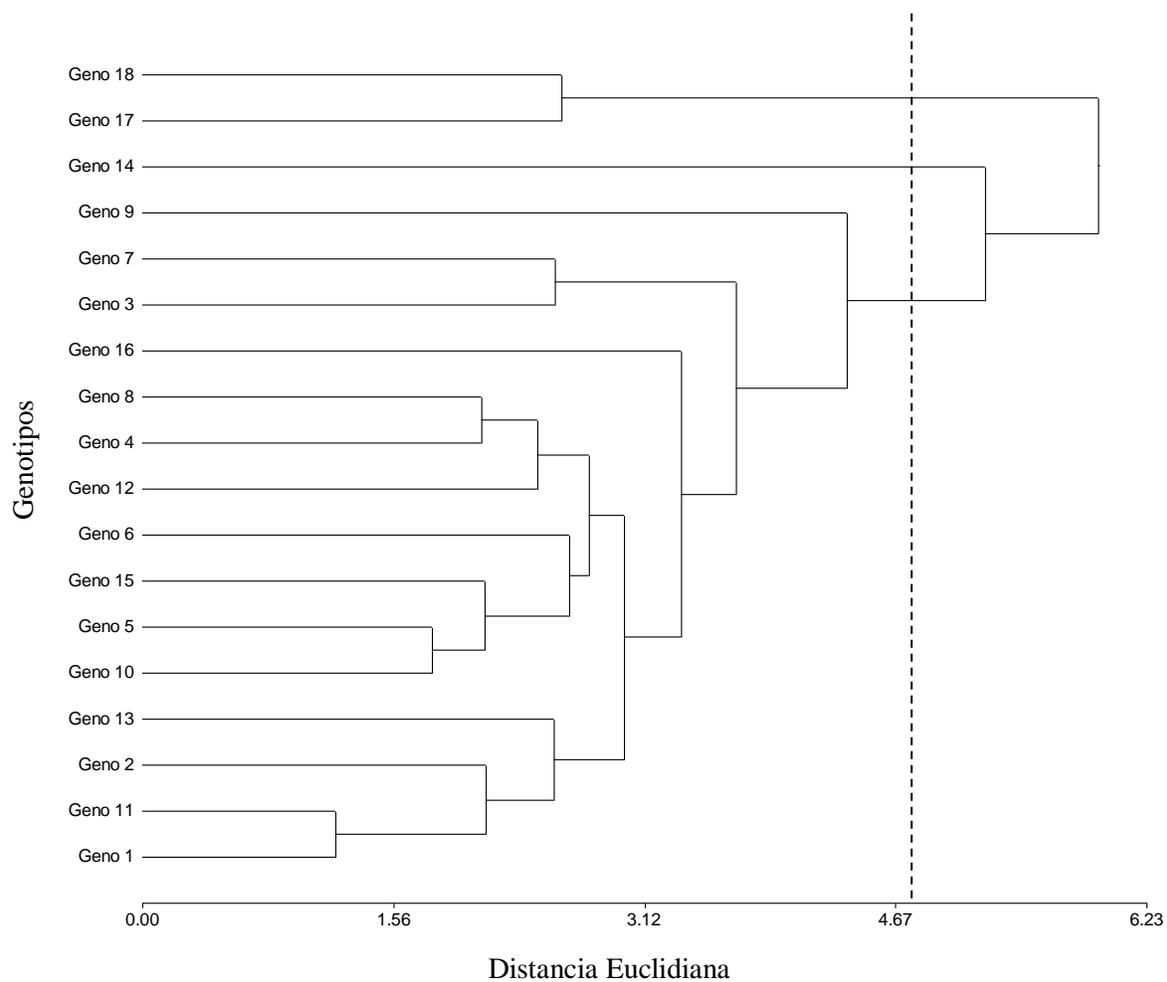


Figura 6. Análisis de conglomerado de las variables organolépticas de 18 genotipos de yuca, establecidas en la RACCS, Nicaragua, 2016-2017.

V. CONCLUSIONES

Los genotipos que lograron destacarse significativamente fueron: GEN1, GEN12 y GEN17; logrando los valores más altos en la mayoría de las variables cuantitativas evaluadas. El conglomerado realizado para variables cuantitativas/cualitativas para determinar el comportamiento morfológico de los genotipos, mostró que los genotipos GEN1 y GEN17 presentaron características totalmente diferentes que los ubican en grupos distantes de los otros conglomerados que mostraron características semejantes.

Los genotipos GEN5, GEN10, GEN12 y GEN13 se asociaron en relación a componentes organolépticos; sabor y contenido de carbohidratos y los genotipos GEN17 y GEN18 en cuanto a proteínas y textura de la raíz cocida, por lo que ambos grupos son una opción para la seguridad alimentaria y nutricional.

Los genotipos que presentan características importantes para la seguridad alimentaria y nutricional fueron GEN1, GEN12 y GEN17 quienes presentaron el mejor diámetro de la raíz; de igual manera los GEN1 y GEN12 se asocian de manera positiva con las variables textura, sabor y contenido de grasa.

VI. RECOMENDACIONES

Utilizar los genotipos GEN1, GEN12 y GEN17 en programas de mejoramiento por presentar las mejores características morfológicas organolépticas y moleculares.

Continuar recolectando genotipos de yuca en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, en especial del trópico húmedo, para conocer mayor diversidad genética.

VII. LITERATURA CITADA

- Ceballos, H.; De la Cruz, G. 2003. La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento. (En Línea). Cali Colombia. Publicación CIAT; no. 327. Consultado 04 marzo, 2018. Disponible en <http://www.clayuca.org/>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978). *Annual report of the Centro Internacional de Agricultura Tropical*. Calí, Colombia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (1981). Morfología de la planta de yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audio tutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. P. (04SC- 02.03). Recuperado de https://books.google.com.ni/books?id=0EUPqLHodagC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987). Yuca: Investigación como producción y utilización. Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. Calí, Colombia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (1989). Yuca investigación, producción y utilización. Colombia.
- Chavarría Medina, Eusebio (2003). *Evaluación agronómica de siete variedades de yuca (Manihot esculenta Crantz) en las condiciones del municipio de Nueva Guinea/Nicaragua 2002* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria.
- Dávila Laguna, Marcos y Sandoval Molina, Juan (2006). *Evaluación de dieciocho genotipos de yuca (Manihot esculenta Crantz) en el municipio de Posoltega, Chinandega* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria.
- Debout, D (1996). Exploración de germoplasma de yuca silvestre en Guatemala. En lecturas en recursos filogenéticos. Instituto de investigaciones agronómicas. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. P. 29-33.
- Domínguez, C (1979). Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT. Calí, Colombia, p. 167-207.

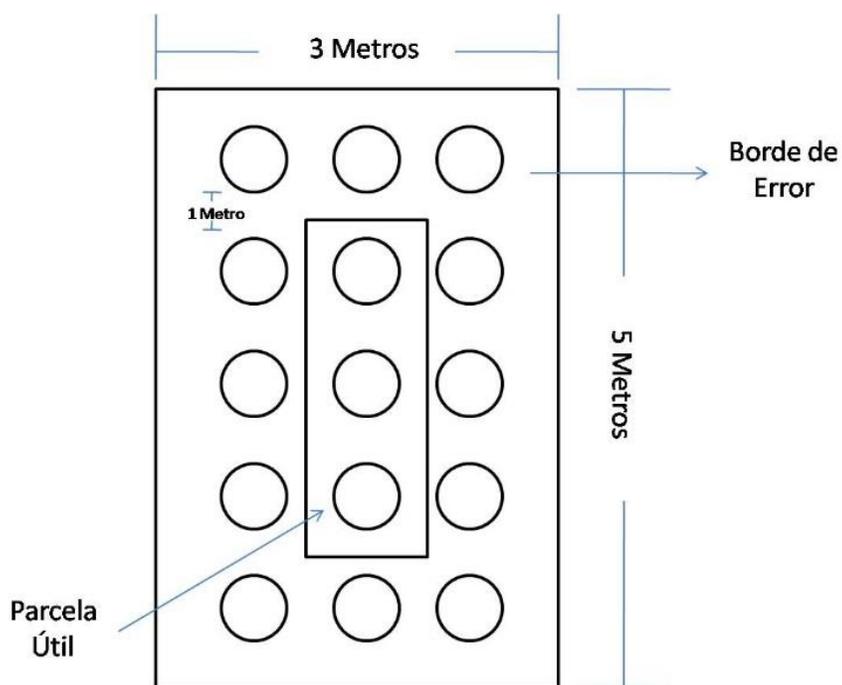
- Duarte Centeno, N y Figueroa Martínez, M. (2008). *Efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre las características físicas, crecimiento y rendimiento del cultivo de la yuca (manihot esculenta crantz) variedad algodón en nueva guinea.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de file:///I:/tnf07d812.pdf
- FAO (2000). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO 2010 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2010). Perspectivas alimentarias, análisis de los mercados mundiales.
- Garbayo Otaño: *Evaluación Organoléptica y Diagnóstico en Edificaciones.* Facultad de Arquitectura, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, ISPJAE 2002
- Instituto Nacional de Información de desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado de <http://www.inide.gob.ni>
- IPGRI (2000). Frutales del trópico americano, de la información a la investigación. Boletín de las américas. Calí, Colombia. V. 6, No.1. p. 4-8.
- Lozano, J (1977). Production of cassava planting material. Calí, Colombia 28p.
- MAGFOR (Ministerio de agropecuario y forestal) 2011. Informe de producción agropecuaria.
- Marini D. Vega I. y Maggioni, 1993. Genética agraria. CENIDA-UNA, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 346 p.
- Montaldo, A (1983). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica.
- Ravindran, V. (1991). Preparation of cassava leaf products and their use in animal feeding. In: roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 2002. Guía técnica para la descripción varietal en maíz (*Zea mays* L.). SAGARPA-SNICS. D. F., México. 20 p.
- Tasaka M, Kato T, Fukaki H. 1999. The endodermis and shoot gravitropism. Trends in plant sciences. 4: 103-107

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Lugares de colecta de los 18 genotipos de yuca, Caribe Sur, Nicaragua, 2016 – 2017.



Anexo 2: Parcela experimental



Anexo 3: Guía de descriptores del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Abril 2016, UNA-MEGE.

No	Características	Descripción
1	Color de la hoja apical (CHA)	1= Amarillo fuerte 2= Amarillo 3= Verde púrpura 4= Púrpura 5= Purpura claro 6= Otro
		1= Verde amarillento 2= Verde 3= Verde con rojo 4= Verde morado

2	Color del peciolo (CP)	5=Rojo claro 6= Rojo purpureo 7= Rojo manchado 8= Rosado 9= Otro
3	Color de epidermis del tallo (CET)	1= Rojo débil 2= Marrón claro 3= Marrón oscuro 4= Naranja 5= Crema 6= Otro
4	Habito de crecimiento del tallo (HCT)	1= Recto 2= Zigzag
5	Color de las ramas terminales de la planta adulta (CRTPA)	1= Verde amarillo fuerte 2= Verde púrpura 3= Púrpura 4= Purpura fuerte 5= Otro
6	Habito de ramificación (HR)	1= Erecto 2= Dicotómico 3= Tricotómico 4= Tetracotómico
7	Tipo de planta (TP)	1= Compacta 2= Abierta 3= Paraguas 4= Cilíndrica
8	Retención de hojas a la cosecha (RHC)	1= Buena 2= Regular 3= Poca
		1= Blanco o crema 2= Amarillo

9	Color de la corteza de la raíz (CCR)	3= Rosado 4= Púrpura
10	Forma de la raíz (FR)	1= Cónica 2= Cónica- cilíndrica 3= Cilíndrica 4= Irregular
11	Posición de la raíz (PR)	1= Tendencia vertical 2= Tendencia horizontal
12	Deterioro pos-cosecha (DPC)	1= Sin deterioro 2= Hasta el 20% de las raíces deterioradas 3= Del 20 al 40% de las raíces deterioradas 4= Del 41 al 60% de las raíces deterioradas

