UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

"Por un Desarrollo Agrario Integral y Sostenible"

Trabajo de Tesis

Caracterización morfológica y agronómica de siete cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), UNA, Nicaragua, 2021

Autores

Br. Ana Marisela Obando Espinoza
Br. Dominga de Fátima Centeno Sánchez

Asesores

Ing. MSc. Álvaro Benavides González
Ing. Luis Enrique Ruíz Obando

Managua, Nicaragua
Abril, 2022

"Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Caracterización morfológica y agronómica de siete cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), UNA, Nicaragua, 2021

Autores

Br. Ana Marisela Obando Espinoza
Br. Dominga de Fátima Centeno Sánchez

Asesores

Ing. MSc. Álvaro Benavides González
Ing. Luis Enrique Ruíz Obando

Presentado a la consideración del Comité Evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Abril, 2022

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

_____	_____
Presidente (Grado académico y nombre)	Secretario (Grado académico y nombre)

_____

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Llena de regocijo, de amor y esperanza, dedico mi trabajo de tesis primeramente a Dios y segundo a mis señores padres, ya que gracias a ellos he alcanzado mi meta, el sueño que siempre quise cumplir, gracias por ser una gran inspiración para mí, tanto en los buenos como en los malos momentos.

A mi hermano José Guillermo Centeno por sus palabras y su compañía a diario, que más que hermano ha sido un padre y un verdadero amigo.

Y sin dejar atrás a alguien muy especial mi querida amiga Meyling Navas, una amiga que me apoyo en todo momento, gracias por brindarme el tiempo necesario, gracias por estar a mi lado y demostrarme que eres una hermana más en mi corazón.

No tengo palabras para agradecer a mis amigos presente y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristeza a lo largo de estos cincos años, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Br. Dominga de Fátima Centeno Sánchez

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mis pasos y fortalecerme cada día, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus consejos, por hacer de mí una mejor persona, por ser el pilar fundamental a lo largo de mi vida, todo lo que soy es gracias a ellos, gracias a los sacrificios que hacen por brindarme la oportunidad de tener una mejor educación, a ellos les debo todo lo que soy en la vida.

A mis hermanos y amigos quienes con sus palabras de alientos no me dejaron decaer y me animaron a cumplir con mis ideales.

A la universidad por darnos la oportunidad de formarnos a lo largo de nuestra carrera, a mis maestros por acompañarnos a lo largo de esta travesía, y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

Br. Ana Marisela Obando Espinoza

ÍNDICE DE CONTENIDO

	SECCIÓN	PÁGINA
	DEDICATORIA	*i*
	AGRADECIMIENTO	*ii*
	ÍNDICE DE CUADROS	*iii*
	ÍNDICE DE FIGURA	*iv*
	ÍNDICE DE ANEXOS	*v*
	RESUMEN	*vi*
	ABSTRACT	*vii*
I.	**INTRODUCCIÓN**	1
II.	**OBJETIVOS**	3
	2.1 Objetivo general	3
	2.2 Objetivos especificos	3
III.	**MARCO DE REFERENCIA**	4
	3.1 El cultivo de la yuca	4
	3.2 Taxonomía	4
	3.3. Requerimientos edafoclimáticos	4
	3.4. Importancia del cultivo de yuca	5
	3.5. Usos de la yuca	5
	3.6. Tipos de yuca	5
	3.7. Producción mundial de yuca	6
IV.	**MATERIALES Y MÉTODOS**	7
	4.1 Ubicación del estudio	7
	4.2 Condiciones climáticas del sitio	7
	4.3 Características del área experimental	8
	4.4 Diseño metodológico y establecimiento del ensayo	9
	4.5 Material vegetativo	9
	4.6. Manejo agronómico	10
	4.7. Manejo de arvenses	10
	4.8. Fertilización	10
	4.9. Manejo de plagas	10
	4.10 Riego	11
	4.11. Cosecha	11
	4.12. Variables evaluadas y equipos utilizados	11
	4.13 Recolección de datos	11
	4.14. Análisis de datos	12

V.	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**		13
	5.1	Descriptores cuantitativos de los cultivares de yuca	13
	5.2	Descriptores de hoja	14
	5.3.	Descriptores de raíces reservantes	17
	5.4.	Descriptores de índice de raíz e índice de cosecha	18
	5.5.	Rendimiento en los cultivares de yuca	19
	5.6.	Correlaciones fenotípicas en descriptores y cultivares	20
	5.7.	Análisis de diversidad fenotípica en los cultivares de yuca	22
	5.8.	Análisis de Componentes Principales (ACP)	22
	5.9.	Descriptores cualitativos en cultivares de yuca	25
	5.9.1.	Descriptores de color en los cultivares de yuca	25
	5.9.2	Otros descriptores cualitativos de los cultivares de yuca	28
VI.	**CONCLUSIONES**		31
VII.	**RECOMENDACIONES**		32
VIII.	**LITERATURA CITADA**		33
IX.	**ANEXOS**		36

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Requerimientos edafoclimáticos para la planta de Yuca	4
2.	Análisis físico-químico del suelo	8
3.	Descriptores medidos en los cultivares de yuca	12
4.	Categorización estadística en descriptores de hoja en los cultivares de yuca	14
5.	Categorización estadística en descriptores de planta en los cultivares de yuca	16
6.	Categorización estadística en descriptores de raíz reservante en los cultivares de yuca	17
7.	Categorización estadística en descriptores de peso de raíz reservante e índice de cosecha en los cultivares de yuca	19
8.	Categorización estadística en descriptores de rendimiento en los cultivares de yuca	20
9.	Matriz de distancia y similitud mediante Pearson y significación estadística en descriptores cuantitativos en siete cultivares de yuca	21
10.	Matriz de distancia y similitud mediante Pearson y significación estadística de siete cultivares de yuca.	22
11.	Análisis de componentes principales en grupos de variables obtenidos siete cultivares de yuca.	23
12.	Matríz de descriptores cualitativos en variables de siete cultivares de yuca	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del área de establecimiento del ensayo. Universidad Nacional Agraria. Managua	7
2.	Condiciones climáticas del área de estudio. INETER (2021).	8
3.	Semilla asexual de cultivares de yuca para siembra	9
4.	Relación mediante componentes principales de siete cultivares de yuca y 16 descriptores cuantitativos.	24
5.	Relación mediante conglomerados de siete cultivares de yuca a través 16 descriptores cuantitativos	25
6.	Relación mediante componentes principales de siete cultivares de yuca	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Establecimiento y actividades agronómicas realizadas en el ensayo de siete cultivares de yuca.	36
2.	Medición de descriptores cuantitativos y cualitativos, así como cosecha de los siete cultivares de yuca.	37
3.	Catálogo de descriptores de siete cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)	38
4.	Síntesis de Guía de Descriptores de Germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tomado de *https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/files/cassava_descriptorSIG.pdf*	52

RESUMEN

La yuca *(Manihot esculenta* Crantz) es una de las mayores fuentes de carbohidratos que consume una gran parte de la población de los países en desarrollo, por lo que una de las razones que impulsan la siembra de yuca, es su demanda en la alimentación humana. En vista de la importancia de este cultivo, se estableció un experimento con el objetivo de caracterizar siete cultivares de yuca (INTA Nicaragua, INTA Perla, INTA Rendidora, Reyna (INTA Reyna), Señorita y Pata de Paloma, Ceiba) en el área experimental del Regen, Universidad Nacional Agraria (UNA), durante el período 2020-2021. Fue utilizado un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Durante el estudio se midieron descriptores morfológicos y agronómicos basado en la Guía de Descriptores de Yuca propuesta por el CIAT, y mediante el Análisis de Varianza (ANDEVA), categorización de medias (Duncan, ∞=0.05), análisis de correlación, estadígrafos descriptivos, Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Agrupamiento (AA), se analizó información proveniente de descriptores cuantitativos y cualitativos. La mayoría de los descriptores cuantitativos mostraron diferencias estadísticas, y muchos descriptores cualitativos identificaron a los cultivares. Los mayores rendimientos comerciales lo obtuvieron los cultivares INTA Perla, INTA Rendidora y Reyna con 53 762 kg ha^{-1}, 47 222 kg ha^{-1} y 38 403 kg ha^{-1}, respectivamente. A través de las herramientas estadísticas aplicadas a la información, se determinó diversidad morfológica básica en el germoplasma caracterizado.

***Palabras claves*:** Yuca, descriptores cuantitativos y cualitativos, diversidad biológica.

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is one of the largest sources of carbohydrates consumed by a large part of the population of developing countries, so one of the reasons that drives the planting of cassava is its demand in human food. In view of the importance of this crop, an experiment was established with the objective of characterizing seven cassava cultivars (INTA Nicaragua, INTA Perla, INTA Rendidora, Reyna (INTA Reyna), Señorita and Pata de Paloma, Ceiba) in the experimental the Regen, National University Agrarian (UNA), during the period 2020-2021. A randomized complete block design (RCB) with four replications was used. During the study, morphological and agronomic descriptors were measured based on the Cassava Descriptor Guide proposed by CIAT, and through the Analysis of Variance (ANOVA), Test of means Duncan (∞=0.05), correlation analysis, descriptive statistics, Principal Component Analysis (PCA) and Cluster Analysis (AA), information from quantitative and qualitative descriptors was analyzed. Most quantitative descriptors showed statistical differences, and many qualitative descriptors identified cultivars. The highest commercial yields were obtained by the INTA Perla, INTA Rendidora and Reyna cultivars with 53 762 kg ha^{-1}, 47 222 kg ha^{-1} and 38 403 kg ha^{-1}, respectively. Through the statistical tools applied to the information, basic morphological diversity was determined in the germplasm characterized

Keywords. Cassava, quantitative and qualitative descriptors, biological diversity.

I. INTRODUCCIÓN

La Yuca *(Manihot esculenta* Crantz), también conocida como mandioca o casaba, es una de las mayores fuentes de carbohidratos que consume una gran parte de la población de los países en desarrollo. Sus raíces, tanto frescas como secas, se emplean en la alimentación humana y animal, identificándose un gran potencial agroindustrial y posibilidades de exportación (Maletsky *et al*., 2010, p. 10).

Dependiendo del uso final de la yuca, esta puede ser clasificada como de calidad culinaria cuando se destina al consumo humano directo; como industrial cuando se usa para la producción de subproductos tales como harina, almidón, trozos secos o como de doble propósito, es decir, fenotipos que podrían ser usados tanto para el consumo humano como industrial (Aristizábal & Sánchez, 2007, p. 2)

Este cultivo ofrece otras reconocidas ventajas: tolerancia a la sequía, capacidad de producir en suelos degradados, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a los suelos ácidos (predominantes en la mayoría de las sábanas tropicales del mundo) así como flexibilidad al momento de la plantación y cosecha (Ospina & Ceballos, 2002, p. 1).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) conserva en el banco de germoplasma in vitro que constituye la mayor colección de yuca del mundo, 6 073 clones discriminados en 5 724 clones de *Manihot esculenta*, que incluyen cultivares primitivos, cultivares mejorados y material genético y 349 accesiones correspondientes a 33 especies silvestres. (Aristizábal & Sánchez, 2007, p. 1).

De los 61 países donde *Manihot esculenta* es importante, 24 de ellos han contribuido a la colección. Algunos de estos países con áreas de alta prioridad para la adquisición de germoplasma son: en la región de Mesoamérica, El Salvador, Honduras y Nicaragua (Aristizábal & Sánchez, 2007, p. 2)

Se estima un área de 31 389.75 manzanas cultivadas de las cuales 13,676.54 se ubican en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), correspondiente al 43.5% de la superficie en uso de este rubro (INIDE y MAGFOR, 2012).

La mayor parte de la producción de yuca la realizan pequeños agricultores, utilizando sistemas tradicionales de producción, obteniendo rendimientos bajos pero estables, las áreas yuqueras se caracterizan por tener suelos generalmente pobres, llegando a considerarse como marginales para la producción agrícola.

Existen diferentes métodos de producción de yuca, desde los pequeños agricultores cuyas labores son realizadas manualmente, hasta productores en gran escala con extensas plantaciones del cultivo y labores mecanizadas desde la siembra hasta la cosecha. El cultivo de yuca demanda una cantidad apreciable de mano de obra, especialmente en la siembra y la cosecha.

La yuca es un cultivo tropical con excelente adaptación a las condiciones climáticas. Su siembra se realiza en numerosas unidades productivas de asentamientos campesinos de pequeños productores, quienes utilizan sistemas de producción diversificados. Una de las razones que impulsan la siembra de yuca, es su demanda en la alimentación humana, debido al aumento de los precios de los cereales. Esto la convierte en una alternativa atractiva de sustitución del trigo y el maíz, en especial porque de la raíz de yuca se obtiene una harina de alta calidad (Aguilar et al., 2017, p. 9).

Es el octavo cultivo en importancia (Montaldo, 1985), y el primero entre las raíces suculentas de los trópicos, seguido de la batata (FAO, 1987). Presenta una alta productividad sin el uso de tecnología; con pocos insumos la yuca puede tener una producción promedio de 10 tn ha^{-1} (Montaldo, 1985).

En la presente investigación se identificaron las características morfológicas y agronómicas de siete cultivares Yuca (INTA Nicaragua, INTA Perla, INTA Rendidora, INTA Reyna, Señorita y Pata de Paloma, Ceiba) en el área experimental del Regen propiedad de la Universidad Nacional Agraria, cede central ubicada en el km 12 ½ Carretera Norte. Con coordenadas 12° 08’ 36’’ latitud Norte y 86 9° 49’’ longitud Oeste a una altura de 56 msnm.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Identificar las características morfológicas y agronómicas de siete cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en el área experimental de la Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar las características morfológicas y agronómicas de siete cultivares de yuca en el área experimental de la UNA.

2. Comparar los siete cultivares de yuca en función de sus características morfológicas cuantitativas y cualitativas.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. El cultivo de la yuca

La yuca, es una planta originaria de América del Sur y fue domesticada hace unos 5 000 años y cultivada extensivamente, desde entonces, en zonas tropicales y subtropicales del continente. La yuca es cultivada principalmente por pequeños agricultores, con métodos tradicionales; aunque su consumo es más alto en las áreas rurales, no se debe considerar simplemente como un cultivo de subsistencia ya que la mayor parte de la producción se vende o mercadea fuera de las fincas que la producen (Cock & CIAT, 1997, p. 18).
"Las características de esta planta permiten utilizar todas sus partes: el tallo para su propagación vegetativa, las hojas para producir harinas proteicas y las raíces para el consumo en fresco, la agroindustria y la alimentación animal" (Aguilar *et al*., 2017, p. 67).

Las raíces, generalmente en alimentación humana, se consumen frescas, pero pueden someterse a diferentes procesos postcosecha para elaboración de productos alimenticios con valor agregado o para obtener otros insumos agro industriales de gran demanda en los mercados internos y externos (Buitrago *et al*., 2001, p. 11).

3.2. Taxonomía

"La yuca es una planta perenne perteneciente a la familia Euphorbiaceae, del género *Manihot* y la especie *M. esculenta*, Ésta es la especie cultivada, aunque según estudios taxonómicos, son sinónimos de *Manihot esculenta* como: *M. Utilisima, M. Aipi, M. Dulcis, M. Flexuosa, M. Flabellifolia, M. Difusa, M. Melanobasis, M. Digitiformis y M. Sprucei* (infoAgro, s. f.).

3.3. Requerimientos edafoclimáticos

La yuca se cultiva en países tropicales y cálidos con gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo, los requerimientos climáticos se describen en el siguiente Cuadro 1.

Cuadro 1. Requerimientos edafoclimáticos para la planta de yuca.

Atributo	Descripción
Temperatura (°C) anual	20 -30
Precipitación (mm) anual	750 – 2000
Humedad relativa (%)	80 – 90
Suelo	Desde suelos pobres hasta los más fértiles
pH	5,5 – 8,5

Fuente (Aguilar *et al*., 2017, p. 14)

3.4. Importancia del cultivo de yuca

La yuca *(Manihot esculenta Crantz)* es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad de muchos países. Es considerado el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y su importancia también radica porque es fuente económica de calorías, especialmente para las personas de pocos recursos económicos (INTA & Cadena Agroindustrial- Yuca, 2003, p. 4).

Apreciada por los pequeños agricultores por su tolerancia a la sequía y a los suelos infértiles, el cultivo es eco-eficiente por naturaleza y brinda una fuente confiable de alimentación, así como ingresos provenientes de los mercados para una amplia variedad de alimentos, forrajes y productos industriales.

3.5. Usos de la yuca

La yuca se caracteriza por su gran diversidad de usos. Alimentación humana, alimentación animal, extracción de almidones y elaboración de alcoholes. Tanto sus hojas como raíces pueden ser consumidas por humanos y animales, de maneras muy variadas, los productos de la yuca también pueden ser utilizados por la industria, principalmente a partir de su almidón.

3.6. Tipos de yuca

"La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales plantas alimenticias cultivadas en la Amazonía. Es un alimento energético importante que, además, es utilizado en la alimentación animal y en la industria de alcoholes y gomas" (Sánchez & Parodi 2001 p. 9).

La yuca se puede clasificar en dos variedades dulce y amarga. Las variedades dulces generalmente son de uso comestible (frita, cocida, etc.), mientras que las variedades amargas son de uso industrial porque carece de palatabilidad y posee mayor concentrado de almidón.

La FAO (2005), asevera que; si bien es cierto que las variedades amargas son más propias para los procesos industriales, la diferenciación entre variedades amargas y dulces no siempre es precisa ya que depende de las condiciones edafoclimáticos, por lo tanto, una variedad de yuca puede ser clasificada como amarga en una localidad y dulce en otra, estudios han demostrado que aparentemente en suelos fértiles se incrementa el sabor amargo.

3.7. Producción mundial de yuca

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

En Nicaragua, los cultivares más comunes de yuca son: Valencia, Masaya, Algodón, Pochota, Campeona, Arbolito, Pata de Paloma, Cubana y Ceiba, esta última especial para la elaboración de almidón.

De acuerdo al CIAT (1981), 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.

En Nicaragua se producen unas 228.4 miles de toneladas de yuca anualmente, de las cuales se exportan unas 4 mil toneladas, según cosecha, demanda interna y externa. Generando en cada año más de un cuarto de millón de dólares esto en cuanto a producto fresco.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se desarrolló en el área experimental en donde estuvo ubicado el Ex REGEN propiedad de la Universidad Nacional Agraria, sede central, km 12 ½ Carretera Norte., con las coordenadas 12° 08’ 36’’ latitud Norte y 86 9° 49’’ longitud Oeste a una altitud de 56 msnm.

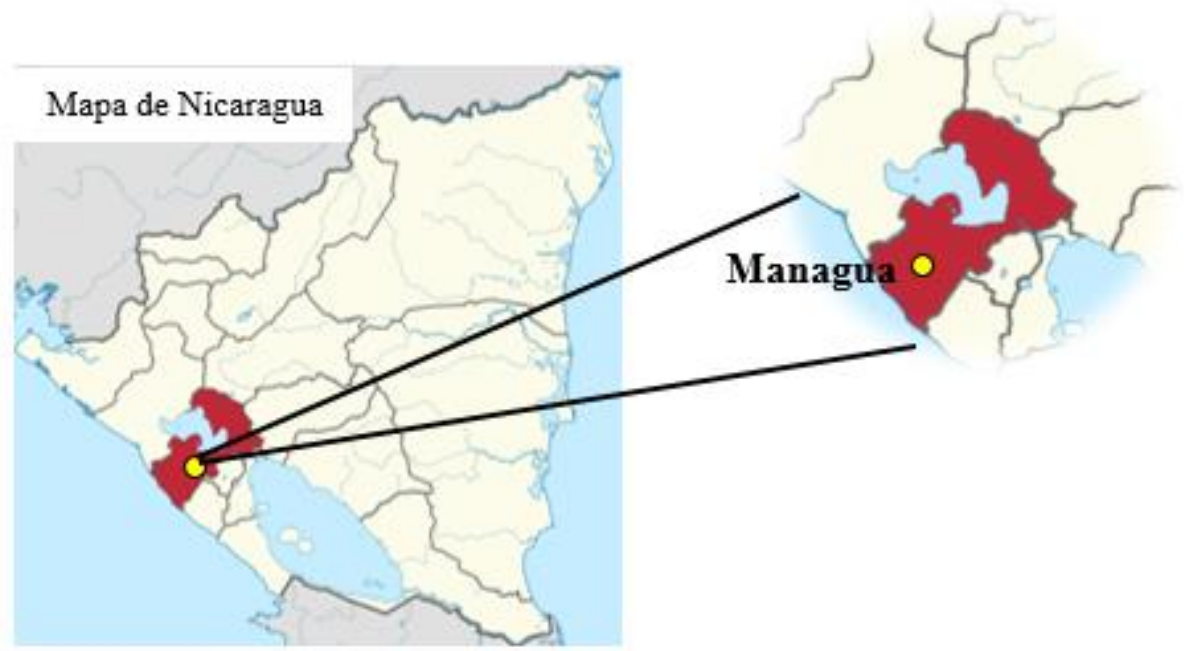


Figura 1. Ubicación del área de establecimiento del ensayo. Universidad Nacional Agraria. Managua.

4.2. Condiciones climáticas del sitio

La zona se caracteriza por su clima tropical de Sabana, caracterizado por una estación seca y temperaturas altas todo el año, que van desde 24.7 °C a 34.7 °C. La precipitación anual promedio para Managua fue de 813.8 mm, Humedad Relativa de75 % y vientos de 12 km hora (INETER, 2021). En la Figura 2, se presentan las condiciones climáticas en el área de estudio. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino.

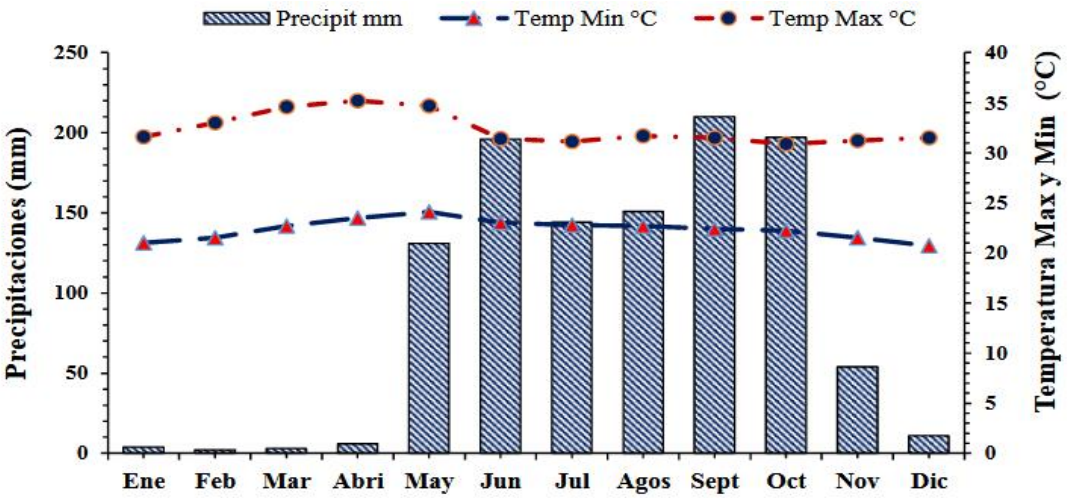


Figura 2. Condiciones climáticas del área de estudio. INETER (2021).

4.3. Características del área experimental

El tipo de suelo donde se estableció el experimento pertenece a la serie La Calera, del orden inseptisol, de color negro y pobremente drenado, debido a que la permeabilidad es lenta. Posee además una capacidad de humedad moderada y una zona radicular superficial a profunda se deriva de sedimentos lacustres y aluviales (Salmerón y García, 1994). De acuerdo con el análisis de suelo según el Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA, 2015) de la Universidad Nacional Agraria (Cuadro 1), presentó un pH ligeramente alcalino, materia orgánica media, nitrógeno medio, fósforo y potasio alto, y una textura franco Arenoso (Arcilla 11.2 %, Limo 28 % y Arena 60.8 %). En Cuadro 2 se muestra el Análisis físico-químico del suelo, UNA, Managua, 2019.

Cuadro 2. Análisis físico-químico del suelo, (UNA, Managua, 2019).

Prof cm	pH	%		Ppm		Meq/100 g suelo			Ppm		Propiedades hidrofisicas		
	H2O	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cc	Pmp	Da
25	8.03	2.6	0.13	22.8	4.68	25.01	11.02	0.98	1.12	28.48	35.3	23.86	0.91

Nota Loc= Localidad; Prof= Profundidad; MO= Materia Orgánica; N= Nitrógeno; P= fósforo, K= potasio, Mg= magnesio, Fe= hierro, Zn= zinc, Mn=manganes.

4.4. Diseño metodológico y establecimiento del ensayo

La plantación del cultivo de *M. esculenta*. Se realizó en el año 2020 entre los días 24 y 26 del mes de septiembre. El material genético (tratamientos) se estableció en un diseño experimental arreglado en Bloques Completos al Azar (BCA) en 4 bloques, cada bloque con 7 surcos en cada bloque se usó como parcela útil los cuatro surcos centrales. En el Anexo 1, se muestra el diseño de tratamientos en las parcelas experimentales. Se evaluaron las características morfológicas y agronómicas de 7 cultivares de yuca en el área experimental de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua. Fueron utilizadas técnicas de recolección de datos e información del área de estudio, tomando muestras por plantas de cada uno de los cultivares.

4.5. Material vegetativo

El material vegetativo estuvo conformado por siete cultivares de yuca (*M. esculenta*), las cuales fueron: INTA Nicaragua, INTA Perla, INTA Rendidora, Reyna (INTA Reyna), Señorita y Pata de Paloma, Ceiba), el siguiente Cuadro muestra las variables que se evaluaron por cada clon de *M. esculenta*. Dichos materiales genéticos fueron proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Con un tamaño promedio entre 15-30 cm (Figura 3), provenientes de plantas maduras, la semilla vegetativa o agámica (madera, estacas o cangres) se plantaron de forma oblicua, a una profundidad entre 3-5 cm.

Figura 3. Semilla asexual de cultivares de yuca para siembra.

4.6. Manejo agronómico

La yuca, como cualquier otro cultivo, requiere una buena preparación del suelo, lo que garantiza una buena siembra y en consecuencia altos niveles de brotación y de producción. La siembra de la parcela de *M. esculenta* se realizó de forma manual, a una profundidad de entre 15 - 20 cm siendo la longitud de los cangres 15-30 cm, con promedio de 20 cm y de 5 - 6 nudos por estaca, con una distancia entre plantas de 60 cm y 60 cm entre surco y una distancia entre bloque de 4 m.

4.7. Manejo de arvenses

Para evitar el crecimiento plantas no deseadas, es necesario realizar el control de arvenses ya que estas compiten con el cultivo por luz, agua y nutrientes durante los primeros 60 días, causando una reducción en los rendimientos, el control de arvenses puede realizarse de forma manual, mecánica o química. Anexo 1.

Se utilizó el control manual ya que es una plantación pequeña y consistió en el deshierbes con implementos manuales (machete y piocha), fue necesario realizar varios deshierbes por el estado de las arvenses, hasta que el cultivo cerro completamente e impidió el desarrollo de las arvenses por la reducción en la entrada de luz. Anexo 1.

4.8. Fertilización

Fertilización: Se realizó para sostener y aumentar la productividad, rendimiento y calidad del cultivo, la cantidad y el tipo de fertilizante a utilizar fueron 18 - 46 -0 en una proporción de 2 gr y 15 – 15 – 15 en una proporción de 4 gr por planta. Anexo 1.

4.9. Manejo de plagas

Se realizó control de plagas, ya que algunas plantas presentaron incidencias leves, por lo cual se hicieron aplicaciones necesarias para proteger la parcela de *Bemisia tabaci* sp. y *Ceratitis capitata* sp. Con productos orgánicos como Biol, ajo (*Allium sativum* L.) y detergente. Anexo 1.

4.10. Riego

El riego se realizó de manera manual los primeros dos meses, dos días por semana. A los tres meses se implementó el riego por aspersión dos veces por semana por un tiempo de dos horas, el cual se retiró tres meses antes de la cosecha.

4.11. Cosecha

La cosecha puede ser realizada de forma manual o mecanizada, dependiendo del tamaño de la plantación. En este caso, la cosecha se efectuó de forma manual, halando las plantas, con machetes y palas se auxilió para lograr sacar aquellas raíces que estaban introducidas profundamente cuando las plantas tenían 10 meses. Anexo 2.

4.12. Variables evaluadas y equipos utilizados

Los descriptores utilizados son los propuestos por el CIAT (1981), Corredor (2005), Dávila y Sandoval (2006), Beovides *et al*., (2014). Anexo 4.

La determinación de los caracteres morfológicos cualitativos de la planta y de los órganos vegetativos (tallos, hojas y raíces); así como, la tonalidad del color se realizó mediante la observación y comparación con las Figuras mostradas en la lista de descriptores morfológicos estándar de la yuca. (Vara, 2021, pp. 21-22). Para los datos de descriptores de color, se utilizó la Tabla de colores de Methuen (Kornerup & Wanscher, 1978).

4.13. Recolección y análisis de datos

Las variables se evaluaron a los 30 días después de la siembra (dds) y durante un período de siete meses. Los datos de descriptores cuantitativos fueron medidos con reglas calibradas en milímetros, cinta métrica en mediciones de longitudes mayores de variables, así como transportador para medir ángulos. En el caso de las mediciones angulares, se utilizó un transportador, y los diámetros y grosor se midieron con un Vernier; asimismo se hizo uso de balanzas en la medición de los descriptores cuantitativos de pesos. En el Cuadro 3, se reportan las variables o descriptores evaluados. Anexo 2.

Cuadro 3. Descriptores medidos en los cultivares de yuca evaluados.

Descriptores de la planta	Código	Descriptores de raíz	Código
Color Hojas Apicales	X1	Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1
Color Hojas Maduras	X2	Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7
Color Nervaduras Hojas	X4	Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8
Número de Lóbulos/Hoja	X5	Número de Raices/Planta	Z9
Forma Lóbulo Central	X6	Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12
Longitud del Peciolo (cm)	X9	Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13
Color Pecíolo	X10	Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16
Tamaño Estípulas	X13	Cantidad Raices Podridas	Z17
Margen Estípulas	X14	Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18
Color Colénquima /Tallo	Y1	Textura Raíz Reservante	Z19
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20
Prominencia Señal de Cicatrices	Y3	Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21
Ángulo Ramificación	Y4	Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22
Forma Planta	Y5	Índice de Cosecha	Z23
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24
Altura de planta (m)	Y7	Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26

X1-X14 = Variables de hoja. Y1-Y8=Variables de tallo. Z1-Z26=Variables de raíces reservantes y rendimiento.

4.14. Análisis de datos

La información fue procesada y analizada con SPSS v. 21 (IBM SPSS, 2010), Infostat (Di Rienzo *et al*., 2014). Se aplicaron estadísticos descriptivos (mínimos, promedios y máximos, desviación estándar y coeficiente de variación), Análisis de Varianza (ANDEVA) y categorización estadística (Duncan, ∞=0.05), análisis de correlación, y análisis multivariantes, tales como Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Agrupación (AA). En los análisis estadísticos ACP y AA fueron consideradas las distancias y metodologías de relación más apropiadas (Pla, 1986), Cuadras (2012) y Peña (2013). En el análisis AA realizado en los descriptores o variables cuantitativas, se empleó el método Ward y el índice de similaridad de Gower, dicha metodología es reportada por Torres (2010). Las variables fueron codificadas (X1-Z26) con el objetivo de que se puedan identificar en los gráficos de análisis multivariantes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Descriptores cuantitativos de los cultivares de yuca

Los datos cuantitativos son los que pueden contarse y que son continuos (presentan cualquier valor real); generalmente con una distribución normal e incluso algunos datos discretos pueden ser utilizados con un buen muestreo, pero mediante estadísticos de tendencia central para obtener normalidad. Estos datos en la actualidad son los que más se utilizan en estudios de caracterización morfológica, aunque más bien debería ser llamada caracterización morfométrica. (Núñez-Colín y Escobedo-López, 2011, p. 417).

Toda la descripción botánica se basa en el análisis de los caracteres morfológicos que cuando son constantes, permiten tipificar la especie. Sin embargo, la expresión de muchas características es variable y profundamente influida por el ambiente. El efecto de interacción genotipo por ambiente es muy notable en el caso de la yuca, y resulta, por ejemplo, en que la arquitectura típica de una determinada variedad, en un ambiente específico, cambie drásticamente cuando la misma variedad es plantada en otra localidad. Esta interacción genotipo por ambiente dificulta la descripción morfológica de la especie, así como la descripción varietal. (López, 2008).

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. (Hidalgo, 2008, p. 8).

Por otro lado, Gómez (2000), asevera que:

“los descriptores en general son características morfológicas que se manifiestan más o menos establemente bajo diferentes condiciones de medio ambiente”.

5.2. Descriptores de hoja

De acuerdo, al Análisis de Varianza (ANDEVA) realizado a los descriptores número de lóbulos por hoja (X5), longitud del lóbulo central (X7) y ancho del lóbulo, hubo efecto significativo en los cultivares de yuca caracterizados (p=0.05, p=0.01). El criterio de Duncan (∞=0.05), indica en X5 al cultivar INTA Nicaragua con el mayor valor promedio (Cuadro 4), lo que hace diferenciarse del resto de los cultivares de yuca. La mayor variación se obtuvo en las variables X8, X7 y X5 (Cuadro 4).

La longitud de lóbulos (X7), fue mayor en los cultivares Ceiba y Señorita (20.73 cm y 20.15 cm), mientras que INTA Perla, INTA Nicaragua, INTA Reyna y Pata de Paloma obtuvieron valores promedios entre 16.47 cm y 19.03 cm (Cuadro 4). INTA Rendidora mostró el valor más bajo. El ancho del lóbulo (X8) tuvo la mayor variación (CV = 8.52 %) en los cultivares, y fueron INTA Nicaragua e INTA Rendidora las que presentaron la menor anchura de lóbulo con 4.38 cm, el resto de cultivares superaron los 5 cm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Categorización estadística en descriptores de hoja en los cultivares de yuca.

Cultivar	**X5** Número Lóbulos/Hoja		**X7** Longitud Lóbulo Central (cm)		**X8** Ancho del Lóbulo (cm)	
INTA Nicaragua	7.28	a	18.80	c	4.38	b
Ceiba	7.00	b	20.73	a	5.33	a
Señorita	7.00	b	20.15	ab	5.80	a
INTA Rendidora	7.00	b	16.47	d	4.38	b
INTA Reyna	7.00	b	17.95	c	5.33	a
INTA Perla	6.87	b	19.03	bc	5.30	a
Pata de Paloma	6.82	b	18.80	c	5.60	a
Bloque	NS		NS		NS	
Cultivar	*		***		*	
R^2	0.56		0.79		0.71	
CV (%)	2.42		4.37		8.52	

Promedios con letras en común son iguales estadísticamente según Duncan (∞=0.05).

NS No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

Las hojas son los órganos en los cuales ocurre, principalmente, la fotosíntesis que permite la transformación de la energía radiante en energía química. Las hojas son caducas, es decir, envejecen, mueren y se desprenden de la planta a medida que ésta se desarrolla. El número total de hojas producidas por la planta, su longevidad y capacidad fotosintética son características varietales, profundamente influidas por las condiciones ambientales. (Ceballos, 2002, pp. 20-21).

"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 cm, en los tipos ramificados la longitud de los lóbulos centrales varía de 20-30 cm en los pocos ramificados de 20-40 cm". (Montaldo, 1983).

De acuerdo con los datos analizados en este estudio, la longitud promedio del lóbulo central medida en los cultivares fue de 17.85 cm, con un rango entre 16.47 cm y 20.73 cm, por lo que se pueden considerar como cultivares de lóbulos largos en su mayoría.

Durante los 3 primeros meses del cultivo, la formación de hojas tiene prioridad sobre la formación de las raíces de almacenamiento; después, la planta continúa formando hojas, a la vez que almacena almidón en las raíces El crecimiento y el desarrollo de las plantas es ocasionado por la interacción de procesos fisiológicos que hacen posible la diferenciación celular; estos son procesos ligados a la fotosíntesis y a la respiración; por ello, la producción de una planta está íntimamente relacionada con el proceso de la fotosíntesis en la cual interactúan factores ambientales como la humedad, la temperatura y la intensidad de luz. (De Tafur, 2002, pp. 34-35).

Según el ANDEVA aplicado, la longitud del pecíolo de la hoja (X9), altura de planta (Y7) y altura a la primera ramificación (Y8), resultaron significativos y altamente significativos (p=0.05, p=0.01, p=0.001). De acuerdo con el Test de Duncan (∞=0.05), al momento de la evaluación se encontró significación estadística. En primer lugar, los cultivares Ceiba e INTA Reyna mostraron al descriptor X9 más largo, con una variación mínima en similitud (∞=0.05) a la variedad Señorita. En un grupo están los cultivares Pata de Paloma, INTA Nicaragua e INTA Perla con longitud intermedia, siendo el cultivares INTA Rendidora, el que presentó la menor longitud con 23.65 cm (Cuadro 5).

En lo que respecta al descriptor X7, el cultivar Pata de Paloma obtuvo la mayor altura de (180 cm), muy similares (∞=0.05) a los cultivares Ceiba e INTA Rendidora. INTA Reyna, Señorita, INTA Nicaragua, e INTA Perla mostraron los promedios más bajos (Cuadro 5). En cuanto al descriptor Y8, el cultivar Pata de Paloma tuvo la mayor altura de la primera ramificación (127.3 cm), seguido de los cultivares INTA Perla (92.58 cm), Reyna (73.0 cm) e INTA Rendidora (59.0 cm), mientras los cultivares Ceiba e INTA Nicaragua no mostraron altura de ramificación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Categorización estadística en descriptores de planta en los cultivares de yuca.

Cultivar	**X9** Longitud del pecíolo (cm)	**Y7** Altura de planta (cm)	**Y8** Altura a la primera ramificación (cm)
Ceiba	32.88 a	172.50 ab	0.00 d
INTA Reyna	31.68 ab	162.50 b	73.00 bc
Señorita	29.15 bc	167.50 b	14.00 d
Pata de Paloma	28.23 c	180.00 a	127.30 a
INTA Nicaragua	27.50 c	162.50 b	0.00 d
INTA Perla	27.40 c	165.00 b	92.58 b
INTA Rendidora	23.65 d	170.00 ab	59.00 c
Bloque	NS	NS	NS
Cultivar	**	*	***
R^2	0.77	0.56	0.94
CV (%)	6.87	4.48	28.50

Promedios con letras en común son iguales estadísticamente según Duncan (∞=0.05).

NS No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

Los tallos son particularmente importantes en la yuca, pues son el medio que se utiliza para la multiplicación vegetativa o asexual de la especie. Además, están formados por la alternación de nudos y entrenudos. En las partes más viejas se observan unas protuberancias que marcan en los nudos la posición que ocuparon inicialmente las hojas. El nudo es el punto en el que una hoja se une al tallo, y el entrenudo es la porción del tallo comprendida entre dos nudos sucesivo. (Ceballos, 2002, pp. 16-18).

5.3. Descriptores de raíces reservantes

Los resultados obtenidos mostraron que el cultivar INTA Perla tiene la mayor longitud de raíces reservantes; de igual manera tiene similitud con los cultivares INTA Reyna, INTA Nicaragua y Señorita, mientras que los cultivares Ceiba, Pata de Paloma e INTA Rendidora obtuvieron las longitudes más con un promedio bajas por bloque, de los siete cultivares de *M. esculenta*, el cultivar INTA Reyna tiene el mayor diámetro de raíces, presentando una mínima variación de similitudes a INTA Perla, INTA Nicaragua, Señorita, Ceiba, Pata de Paloma, e INTA Rendidora, con un promedio de 7 – 8 cm. El cultivar que obtuvo mayor número de raíces fue la Ceiba, pero con similitudes mínimas a INTA Perla, INTA Nicaragua, Señorita y Pata de Paloma, los cultivares Reyna e INTA Rendidora presentaron menor número de raíces (Cuadro 6).

Cuadro 6. Categorización estadística en descriptores de raíz reservante en los cultivares de yuca.

Cultivar	**Z7** Longitud de raíz reservante (cm)	**Z8** Diámetro de raíz reservante (cm)	**Z9** Número de raíces reservante/Planta
INTA Perla	21.97 a	8.65 b	4.60 ab
INTA Reyna	18.03 ab	13.48 a	3.80 b
INTA Nicaragua	17.77 ab	8.90 b	4.68 ab
Señorita	17.23 ab	7.50 b	5.17 ab
Ceiba	16.88 b	8.08 b	5.58 a
Pata de Paloma	15.80 b	10.07 b	4.45 ab
INTA Rendidora	15.38 b	7.83 b	3.93 b
Bloque	NS	NS	NS
Cultivar	*	*	**
R^2	0.51	0.48	0.62
CV (%)	17.12	21.92	21.60

Promedios con letras en común son iguales estadísticamente según Duncan (∞=0.05).

NS No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

La principal característica de las raíces de yuca es su capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico. Sin embargo, no todas las raíces producidas eventualmente se convierten en órganos de almacenamiento. Por otro lado, el sistema radical presenta una baja densidad de raíces, pero una penetración profunda. Esta es una característica muy relevante, pues contribuye a que la planta tenga la capacidad de soportar períodos prolongados de sequía. Las raíces fibrosas de la yuca pueden alcanzar profundidades hasta de 2.5 m. La planta absorbe el agua, y los nutrimentos por medio de las raíces fibrosas, capacidad que pierden cuando se transforman en tuberosas. (Ceballos, 2002, pp. 24-25).

Según Dávila y Sandoval (2006), la distribución de las raíces tuberosas alrededor de las estacas son desuniformes y tienen por lo general una dirección de crecimiento de forma oblicuo, lo cual presentan tamaños entre 20 y 50 cm de largo. Por otro lado, Montaldo (1983), afirma que la longitud de la raíz al igual que el diámetro se encuentran siempre influenciadas por las mismas condiciones agroclimáticas.

5.4. Descriptores de índice de raíz e índice de cosecha

De acuerdo al análisis estadístico este reveló diferencias significativas para bloques y cultivares, que reflejaron mayor peso fresco de follaje los cultivares INTA Reyna e INTA Perla, quedando en segundo lugar Pata de Paloma y Señorita, siendo INTA Rendidora, Ceiba, INTA Nicaragua los que mostraron menor peso fresco de follaje, mientras que para la segunda y tercera evaluación no muestra significación estadística en peso fresco de raíz por planta y peso promedio de raíz por planta, teniendo un índice de cosecha promedio de 63 – 60 kg, para los cultivares INTA Nicaragua, INTA Rendidora, dejando en segundo lugar a los cultivares Señorita, Pata de Paloma, e INTA Perla, teniendo el índice más bajos los cultivares INTA Reyna, y Ceiba (Cuadro 7).

CIAT (1989) y Montaldo (1983) citan que:

> 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}.

Cuadro 7. Categorización estadística en descriptores de peso de raíz reservante e índice de cosecha en los cultivares de yuca.

Cultivar	Z1 Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)		Z10 Peso Fresco Raíz/Planta (kg)		Z11 Peso Prom. Raíz/Planta (kg)		Z23 Índice de Cosecha	
INTA Reyna	2.875	a	2.775	ab	0.250	ab	47.025	c
INTA Perla	2.425	ab	2.975	a	0.375	a	53.425	bc
Pata de Paloma	1.600	bc	1.900	abc	0.225	ab	50.675	bc
Señorita	1.525	bc	1.800	abc	0.275	ab	56.333	abc
INTA Rendidora	1.350	c	2.567	abc	0.200	b	60.500	ab
Ceiba	1.325	c	1.470	c	0.200	b	46.925	c
INTA Nicaragua	1.200	c	1.650	bc	0.225	ab	63.833	a
Bloque	NS		NS		NS		NS	
Cultivar	**		NS		NS		**	
R^2	0.56		0.55		0.45		0.68	
CV (%)	37.59		37.78		33.70		11.95	

Promedios con letras en común son iguales estadísticamente según Duncan (∞=0.05).

NS No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

5.5. Rendimiento en los cultivares de yuca

El análisis estadístico realizado determina que para las variables rendimiento comercial el cultivar INTA Perla es quien tiene el mejor rendimiento, seguido por INTA Rendidora, quedando en segundo lugar los cultivares INTA Reyna, Pata de Paloma y Ceiba, mientras que los cultivares con menor rendimiento fueron INTA Nicaragua y Señorita, reflejando que la variación para la segunda evaluación rendimiento no comercial es mínima, mientras que en la tercera evaluación podríamos agrupar a INTA Perla e INTA Rendidora como los cultivares de mayor rendimiento, y en rendimiento medio a los cultivares INTA Reyna, Pata de Paloma, Ceiba e INTA Nicaragua, en cambio el cultivar Señorita mostró los menores rendimientos en kg ha^{-1} (Cuadro 8).

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 (CIAT, 1978).

Cuadro 8. Categorización estadística en descriptores de rendimiento en los cultivares de yuca.

Cultivar	Z24 Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})		Z25 Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})		Z26 Rendimiento Total (kg ha^{-1})	
INTA Perla	53762.0	a	8064.2	a	58049.0	a
INTA Rendidora	47222.0	ab	7083.3	ab	54306.0	ab
INTA Reyna	38403.0	bc	5760.4	bc	46586.0	abc
Pata de Paloma	36065.0	bc	5257.0	bc	39392.0	bc
Ceiba	30787.0	bc	5069.4	bc	38866.0	bc
INTA Nicaragua	31753.0	c	4850.7	c	40303.0	bc
Señorita	31713.0	c	4757.0	c	36470.0	c
Bloque	NS		NS		NS	
Cultivar	*		*		*	
R^2	0.58		0.63		0.55	
CV (%)	22.36		20.90		21.51	

Promedios con letras en común son iguales estadísticamente según Duncan (∞=0.05).

NS No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

Según García y Baldioceda (2003), la densidad de siembra influye en los rendimientos; de igual manera, el hábito de crecimiento de la planta, su morfología y condiciones ambientales también son determinantes.

El CIAT (1987), 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.

5.6. Correlaciones fenotípicas en descriptores y cultivares

El análisis de correlación a través del índice de Pearson, expresa la relación o el grado de asociación entre variables, principalmente cuantitativas. Dichas variables pueden relacionarse de manera directa o inversa (Pla, 1986; Júdez, 1989 y Velásquez, 2006).

El número de lóbulos por hojas (X5) mostró relación significativa de manera inversa con altura a la primera ramificación (Y8) con r= -0.49 y *p*=0.001. Asimismo, la longitud del lóbulo central en la hoja (X7) estuvo asociada con los siguientes descriptores: ancho del lóbulo central (X8) (r= -0.46 y *p*=0.05), longitud del pecíolo de la hoja (X9) (r= 0.46 y *p*=0.05), altura a la primera ramificación (Y8) (r= -0.43 y *p*=0.05) y el diámetro de la raíz reservante (Z8) (r= 0.54 y *p*=0.01).

La longitud del pecíolo (X9), tiene relación inversa con el índice de cosecha (Z23) (r= -0.56 y *p*=0.001), con el rendimiento no comercial (r= -0.48 y *p*=0.05) y el rendimiento total (Z26) (r= ´-0.45 y *p*=0.05).

De manera análoga, el peso fresco de la raíz por planta (Z10) se relacionó de manera directa y altamente significativa con las variables de rendimiento: Rendimiento comercial (Z24), rendimiento no comercial (Z25) y rendimiento total (Z26). El índice de cosecha (Z23) correspondió con el rendimiento no comercial (Z25) de manera significativa (r= ´0.45 y *p*=0.05). Otras asociaciones significativas (*p*<0.05 y no significativas (*p*>0.05), se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Matriz de distancia y similitud mediante Pearson y significación estadística en descriptores cuantitativos en siete cultivares de yuca.

	X5	X7	X8	X9	Y8	Z1	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z23
X8	-0.33^{NS}	0.41*	1.00									
X9	-0.03^{NS}	0.46*	0.38*	1.00								
Y8	-0.49**	-0.43*	0.24^{NS}	-0.18^{NS}	1.00							
Z1	-0.06^{NS}	-0.10^{NS}	0.18^{NS}	0.27^{NS}	0.38*	1.00						
Z8	-0.10^{NS}	0.54**	0.03^{NS}	0.31^{NS}	-0.38^{NS}	-0.03^{NS}	-0.14^{NS}	1.00				
Z10	-0.20^{NS}	-0.37^{NS}	0.01^{NS}	-0.22^{NS}	0.37*	0.44*	0.39^{NS}	-0.56***	0.40*	1.00		
Z11	-0.27^{NS}	0.12^{NS}	0.06^{NS}	-0.03^{NS}	0.13^{NS}	0.19^{NS}	0.33^{NS}	-0.37^{NS}	-0.15^{NS}	0.65***	1.00	
Z23	-0.01^{NS}	-0.17^{NS}	-0.35^{NS}	-0.56***	-0.21^{NS}	-0.53**	0.29^{NS}	-0.29^{NS}	-0.19^{NS}	0.35	0.39*	1.00
Z24	-0.23^{NS}	-0.19^{NS}	0.07^{NS}	-0.25^{NS}	0.37^{NS}	0.24^{NS}	0.39^{NS}	-0.43	0.02^{NS}	0.68***	0.50**	0.30^{NS}
Z25	-0.14^{NS}	-0.13^{NS}	-0.04^{NS}	-0.48*	0.22^{NS}	0.17^{NS}	0.43*	-0.53*	-0.07^{NS}	0.66***	0.53**	0.44*
Z26	-0.14^{NS}	-0.15^{NS}	-0.03^{NS}	-0.45*	0.24^{NS}	0.33^{NS}	0.41^{NS}	-0.48*	-0.02^{NS}	0.65***	0.50*	0.37^{NS}

^{NS} No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

La diferencia entre clones de yuca se puede establecer mediante trabajos de caracterización utilizando descriptores de la planta (Franco e Hidalgo, 2003). Por otro lado, la clasificación de genotipos se realiza mediante un método basado en descriptores de la planta, de allí la importancia que adquiere la identificación o clasificación de clones de yuca por sus características, principalmente representadas por expresiones fenotípicas (Velásquez, 2006).

En el Cuadro 10 se describe la relación de los cultivares estudiados. Ceiba, estuvo más relacionado con INTA Nicaragua (r= 0.93 y *p*=0.001), con INTA Perla (r= 0.44 y *p*=0.05), con Pata de Paloma (r= 0.86 y *p*=0.01) e INTA Reyna (r= 0.67 y *p*=0.05). Pata de Paloma mostró relación altamente significativa (*p*=0.001) con INTA Reyna (r= 0.97) y Señorita (r=0.99). En general, los genotipos del INTA, estuvieron muy relacionados (Cuadro 10).

Cuadro 10. Matriz de distancia y similitud mediante Pearson y significación estadística de siete cultivares de yuca.

	Ceiba	INTA Nicaragua	INTA Perla	INTA Rendidora	Pata de Paloma	INTA Reyna
INTA Nicaragua	0.93***	0.00				
INTA Perla	0.44*	0.58*	0.00			
INTA Rendidora	0.31^{NS}	0.95***	0.71*	0.00		
Pata de Paloma	0.86**	0.43^{NS}	0.70*	0.89**	0.00	
INTA Reyna	0.67*	0.69*	0.87**	0.86**	0.97***	0.00
Señorita	0.35^{NS}	0.77**	0.61*	0.32^{NS}	0.99***	0.53^{NS}

^{NS} No significativo (p>0.05). * Significativo (p=0.05). ** Significativo (p =0.01). *** Significativo (p =0.001).

5.7. Análisis de diversidad fenotípica en los cultivares de yuca

Según Alonso *et al*., (2008), el análisis multivariado puede definirse como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es el análisis descriptivo y/o la realización de inferencias a partir de datos en los que cada observación está constituida por los valores de un grupo de variables interrelacionadas. También pueden describirse como aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples (más de dos variables). Entre estos análisis, sobresalen el Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Agrupamiento (AA) o conglomerados.

5.8. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El ACP tiene como característica, concebir variables nuevas que representan los datos originales, disminuye el número de variables y considera las variables relacionadas Pla (1986, Castro, *et al.*, 1993; Tuesta *et al*., 2014), esto proporciona un mejor entendimiento de la relación de variables y determinan las variables que más aportan a la diferenciación de grupos (Júdez, 1989).

Las variables de producción que mostraron la mayor relación a los Componentes Principales (CP) fueron: el peso fresco de raíz por planta (r=0.38), Rendimiento comercial (r=0.94), Rendimiento total (r=0.92), rendimiento no comercial (r=0.91), número de raíces reservantes (r=-0.28) y altura a la primera ramificación (r=0.67). Dichas variables aportaron el 40.9% de la variación en el primer CP. El segundo CP, aportaron el 24.5% de la variación, y estuvieron representados por el ancho del lóbulo central (r=0.46), índice de cosecha (r=-0.45), longitud del pecíolo de la hoja (r=0.38) y el número de lóbulos por hoja (r=-0.31). El Tercer CP aportó el 16% de la variación, y están las variables longitud de raíz reservante (r= 0.74) y la altura de planta (r= -0.74). En síntesis, los tres primeros CP, aportaron el 81% de la variación total (Cuadro 11, Figura 4).

Cuadro 11. Análisis de componentes principales en grupos de variables obtenidos siete cultivares de yuca.

Descriptor	Códigos	Autovectores			Correlación		
		CP-1	CP-2	CP-3	CP-1	CP-2	CP-3
Rendimiento comercial	Z24	0.37	-0.05	0.03	0.94	-0.11	0.05
Rendimiento no comercial	Z25	0.35	-0.05	0.07	0.91	-0.10	0.11
Rendimiento total	Z26	0.36	-0.11	0.07	0.92	-0.21	0.11
Peso fresco del follaje y tallo	Z1	0.27	0.29	0.07	0.69	0.57	0.11
Peso fresco de raíz por planta	Z10	0.38	0.03	0.01	0.98	0.06	0.02
Peso promedio de raíz	Z11	0.23	0.19	0.36	0.6	0.38	0.58
Índice de cosecha	Z23	-0.01	-0.45	0.15	-0.02	-0.89	0.24
Longitud de raíz reservante	Z7	0.21	0.17	0.47	0.53	0.33	0.74
Diámetro de raíz reservante	Z8	0.12	0.2	-0.17	0.32	0.40	-0.27
Número de raices reservantes	Z9	-0.28	0.14	0.27	-0.71	0.27	0.43
Longitud del pecíolo de la hoja	X9	-0.17	0.38	0.11	-0.44	0.76	0.17
Altura de planta	Y7	-0.11	0.11	-0.47	-0.28	0.21	-0.74
Altura a la primera ramificación	Y8	0.26	0.16	-0.35	0.67	0.32	-0.56
Número de lóbulos por hoja	X5	-0.16	-0.31	0.28	-0.41	-0.62	0.44
Longitud del lóbulo central	X7	-0.25	0.29	0.28	-0.63	0.57	0.44
Ancho del lóbulo central	X8	-0.06	0.46	-0.04	-0.14	0.90	-0.06
	Autovalor	6.54	3.91	2.52			
	Varianza	0.41	0.24	0.16			

En la Figura 4, se aprecia que el CP 1 separa con una variación del 41%, a los cultivares Reyna (INTA Reyna), INTA Perla e INTA Rendidora (INTA_Rendidora) del grupo de cultivares Pata de Paloma (Pata_Paloma), Señorita, Ceiba e INTA Nicaragua (INTA_Nicaragua). Los descriptores Z1, ZZ7, Z10, Z11, Z24, Z25, Z26 y Y8 se asociaron más con los cultivares Reyna, INTA Perla (INTA_Perla) e INTA Rendidora (INTA_Rendidora). Asimismo, la Figura 5, aglutina a estos tres cultivares en un grupo que los separa de los otros genotipos.

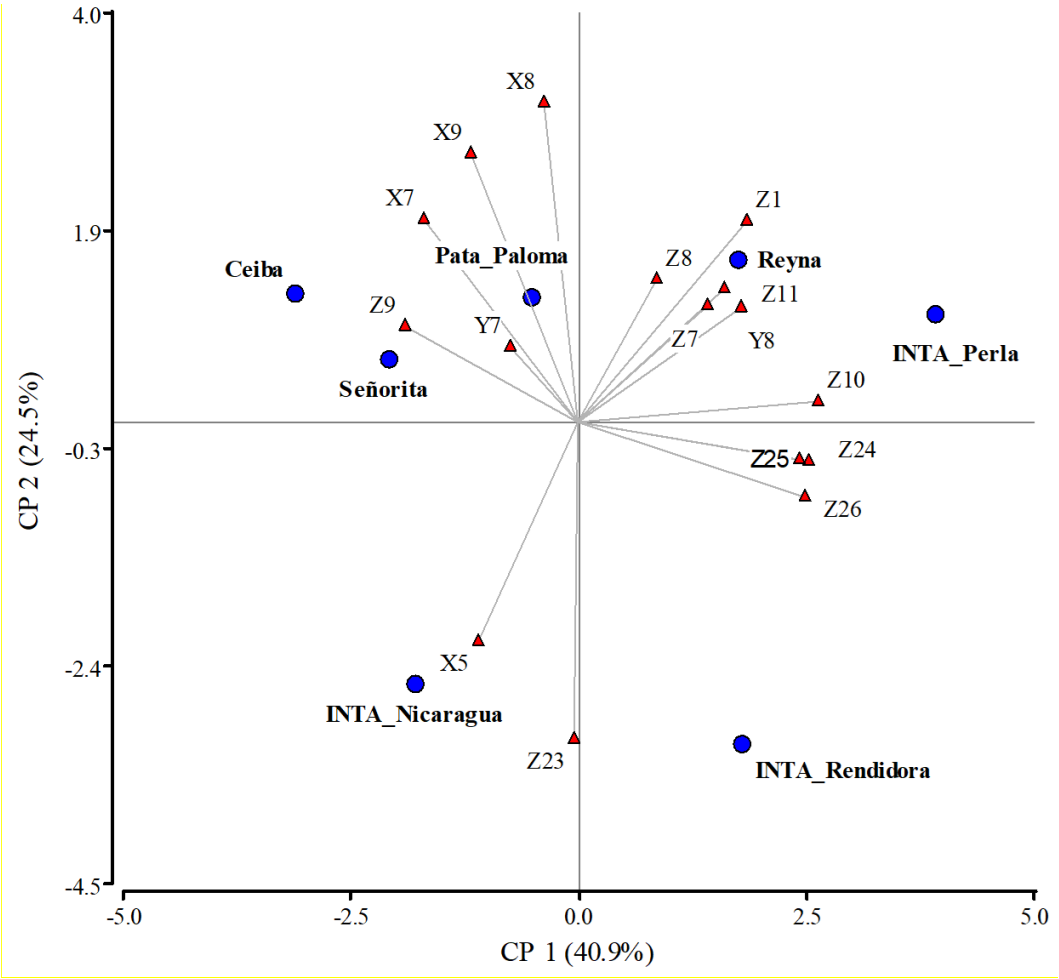


Figura 4. Relación mediante componentes principales de siete cultivares de yuca y 16 descriptores cuantitativos.

La Figura 5, representa la relación de los cultivares mediante el AA, y contrasta con los resultados obtenidos en el ACP (Figura 4). Mientras el ACP muestra grupos de cultivares más o menos relacionados, el AA define la similitud de grupos mediante una distancia, en este caso el índice de Gower que separó dos grupos a una distancia aproximada a 0.70 (Figura 5).

Según Cuadras (2012), el Análisis de Agrupamiento (AA) se basa en una metodología de agrupación y una distancia que realiza una clasificación o asociación. Dicho coeficiente de distancia representa tanto la similitud como la proximidad de las variables con respecto a las accesiones, y en el gráfico de conglomerados, los valores elevados indican una menor similitud (Bran *et al*., 2012).

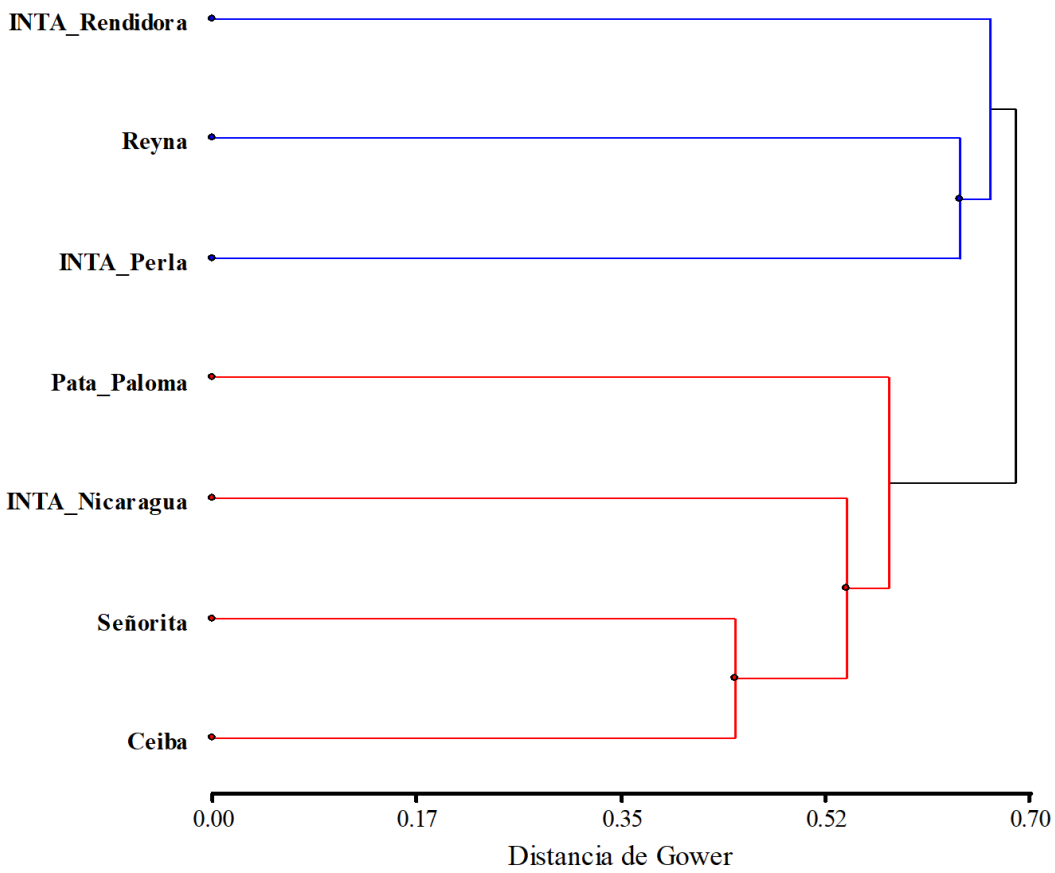


Figura 5. Relación mediante conglomerados de siete cultivares de yuca a través 16 descriptores cuantitativos.

5.9. Descriptores cualitativos en cultivares de yuca

Mediante el uso de descriptores morfológicos estándar se puede estudiar caracteres cualitativos de alta heredabilidad y de fácil percepción sensorial permitiendo, por un lado, diferenciar los cultivares (genotipos) de yuca dentro y entre regiones y, por otro lado, conservar su identidad genética. (Vara, 2021, p. 11)

5.9.1. Descriptores de color en los cultivares de yuca

Para la determinación de colores, así como las diferentes tonalidades fueron corroborados con la Tabla de Colores de Methuen (Kornerup & Wanscher, 1978).

En el presente estudio, cinco cultivares presentaron hojas apicales (X1) de color verde claro (29D8), dos con coloración púrpura, Pata de Paloma (14D4) y Señorita (15D8). El color de hojas maduras (X2) varió de verde púrpura para Ceiba e INTA Reyna (15D4), y púrpura para Señorita (16D5).

El color de la nervadura (X4) varió de rosado (13A8) en los cultivares Ceiba, INTA Nicaragua, INTA Reyna y Señorita, a color verde (28D8) para INTA Perla, INTA Rendidora y Pata de Paloma. Hubo diferentes colores en el peciolo (X10), sobresaliendo la tonalidad púrpura (15D8) en Ceiba, pata de Paloma e INTA Reyna, así como púrpura claro (15A3) en Señorita. El verde rojo (10F5) lo mostraron los cultivares INTA Nicaragua e INTA Perla, y una coloración verde (28D8) INTA Rendidora.

El color de las hojas también es una característica varietal, pero que puede variar con la edad de la planta. Las hojas maduras pueden ser desde púrpura, verde oscuro, hasta verde claro. Es común observar cogollos púrpuras que, eventualmente, a medida que las hojas crecen y se desarrollan, cambian a una coloración verdosa. El color del cogollo es una característica muy útil para la identificación varietal, pues es relativamente constante. El color de la nervadura oscila entre el verde y el morado, y también puede ser utilizado en la descripción varietal. Este color puede ser igual o diferente en los dos lados de la hoja. El pecíolo de la hoja puede tener una longitud entre 9 y 20 cm, es delgado y de pigmentación variable (verde a morada), dependiendo de la variedad. No siempre el color del pecíolo coincide con el de la nervadura. (Ospina, 2002, p. 27).

El color de la colénquima en el tallo (Y1), varió de verde claro (29D8) en cinco cultivares (Cuadro 12), a púrpura (15D8) en INTA Perla y crema púrpura (12B2). El color de la superficie de la epidermis en el tallo (Y2) fue similar a Y1, cinco cultivares con verde claro (29D8), mientras INTA Perla y Pata de Paloma con tonalidades café claro (5D8).

Los cultivares Ceiba, INTA Rendidora y Pata de Paloma manifestaron una coloración verde oscura (29F8) en el tallo maduro (Y10), en cambio INTA Nicaragua, INTA Perla y Señorita un color café claro (5D8). Por otro lado, el cultivar INTA Reyna difiere de los demás cultivares mostrando un color café plateado (5D2). Ospina (2002), “hace referencia a los colores básicos gris-plateado, morado y amarillo verdoso en el tallo maduro de algunos clones”.

El color externo de la cáscara en las raíces (Z14) predominó en café claro (5D8) para los siete cultivares de *M. esculenta*. No obstante, el color rosado (13A8) en la corteza de la raíz reservante (Z15) se evidenció en Ceiba y Pata de Paloma. Mientras INTA Perla mostró un color púrpura (15D8) y el resto de los cultivares la coloración fue blanca en la corteza de la raíz, lo que se puede observar en el Cuadro 12 y Figura 6.

Además de la textura del peridermis, que puede ser de rugosa a más o menos lisa, su color también es utilizado en la identificación de cultivares, pues es una de las características más estables en el orden morfológico. Las raíces pueden presentar una coloración que va desde el blanco o crema, hasta el café claro y el marrón oscuro. Por debajo del peridermis se encuentra la corteza o capa cortical (felodermis); éste es un tejido de 1 a 2 mm de espesor, cuyo color varía desde el blanco, crema, hasta el rosado (Ospina, 2002, p. 27).

En la Figura 6, se representa en bixplot los cultivares de yuca estudiados y la relación de las variables cualitativas de color. Los valores de los Autovalores fueron: 5.40, 3.79 y 2.57, con varianzas de 0.318 (CP 1), 0.223 (CP 2) y 0.15 (CP 3). Los tonos verdes (29D8, 28D8) y púrpuras (14D4, 15D4, 15D8, 16D5, 12B2) fueron los colores que más diferenciaron a los cultivares (Anexo 3).

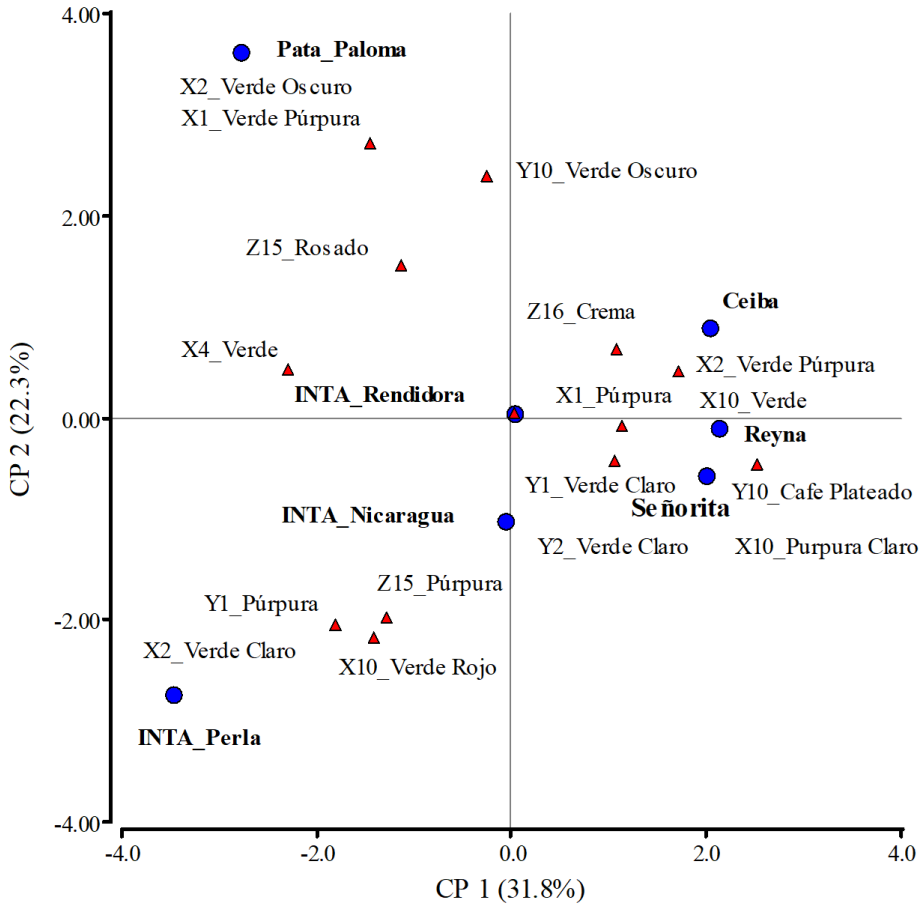


Figura 6. Relación mediante componentes principales de siete cultivares de yuca de descriptores cualitativos de colores.

5.9.2. Otros descriptores cualitativos de los cultivares de yuca

La pubescencia de las hojas tiernas (X3) fue de moderada (Ceiba, INTA Nicaragua) a abundante (INTA Perla, INTA Rendidora, Pata de Paloma, INTA Reyna y Señorita). El ángulo de inserción del peciolo (X12) para los siete cultivares fue de 45°-60°. Tamaño de estipulas (X13) cortas y largas. El ángulo de ramificación (Y4) fue > 90°, y la forma de la planta (Y5) fue erecta para los siete cultivares. El hábito de crecimiento (Y6) fue recto en seis cultivares, a excepción de INTA Perla con crecimiento en zig-zag. En el número de niveles de ramificación (Y9), solo dos cultivares no mostraron nivel y cinco el primer nivel. Se determinó que el hábito de ramificación (Y12) predominante fue erecto, siendo que dos cultivares mostraron un hábito dicotómico. como se observa en cuadro 12.

La forma de la raíz (Z3) varió entre cónica y cónica cilíndrica. De igual manera, la constricción de raíz (Z4) estuvo ausente. La posición de raíz (Z5) se presentó de forma vertical en seis cultivares, a diferencia de INTA Rendidora que tuvo aspecto irregular. La textura de raíz superior (Z6) para los siete cultivares fue rugosa, y el desprendimiento de la corteza (Z12) para seis de ellos fue fácil, solo uno mostró dificultad para el desprendimiento.

No se encontró raíces podridas (Z17), y con respecto a la facilidad de desprendimiento (Z18) la mayoría mostró un desprendimiento fácil y solo uno tuvo desprendimiento intermedio. La textura de la raíz (Z19) fue lisa en todos los casos. Los cultivares manifestaron sabor de la pulpa (Z20) dulce, y la calidad culinaria (Z21) fue buena y sin fibras (Z22). Otros caracteres de interés se presentan en el Cuadro 12.

De acuerdo con el estudio los cultivares con más similitudes en las variables (X1, Y1, Y2) para los cultivares, INTA Nicaragua, INTA Perla, INTA Rendidora, e INTA Reyna, también se encontró similitudes entre las variables color de nervaduras de hoja (X4), forma de la planta (Y5), habito de crecimiento (Y6), habito de ramificación (Y12), pedúnculo de raíz reservante, (Z2), forma de raíz reservante (Z3), posición de raíz reservante (Z5), textura de raiz (Z6), desprendimiento de la corteza de raiz (Z12), facilidad de pelado de corteza de raíz reservante (Z13), cantidad de raíces podridas (Z17), facilidad de desprendimiento de raíces (Z18), textura de raíz reservante (Z19), sabor de la pulpa (Z20), calidad culinaria de raíz reservante (Z21), contenido de fibras(Z22) para los cultivares INTA establecidos.

Cuadro 12. Matríz de descriptores cualitativos variables en siete cultivares de yuca.

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Ceiba	INTA Nicaragua	INTA Perla	INTA Rendidora	Pata de Paloma	INTA Reyna	Señorita
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Púrpura	Verde Claro	Púrpura
Color Hojas Maduras	X2	Verde Púrpura	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Oscuro	Verde Púrpura	Púrpura
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Moderada	Moderada	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
Color Nervaduras Hojas	X4	Rosado	Rosado	Verde	Verde	Verde	Rosado	Rosado
Forma Lóbulo Central	X6	Elíptica	Oblanceolada	Ovoide	Oblanceolada	Oblanceolada	Eliptica	Ovoide
Color Pecíolo	X10	Púrpura	Verde Rojo	Verde Rojo	Verde	Púrpura	Púrpura	Púrpura Claro
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Totalmente Pigmentado	Parte Basal	Parte Central	Totalmente Pigmentado	Totalmente Pigmentado	Parte Superior	Parte Central
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	45-60°	45-60°	45-60°	60-75°	45-60°	45-60°
Tamaño Estípulas	X13	Corta	Larga	Corta	Larga	Corta	Larga	Larga
Margen Estípulas	X14	Entera	Entera	Lanceolada	Entera	Lanceolada	Entera	Entera
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	Verde Claro	Púrpura	Verde Claro	Crema púrpura	Verde Claro	Verde Claro
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	Verde Claro	Café Claro	Verde Claro	Café Claro	Verde Claro	Verde Claro
Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	Poco Prominente	Poco Prominente	Poco Prominente	Poco Prominente	Poco Prominente	Poco Prominente
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	> 90°	> 90°	> 90°	> 90°	> 90°	> 90°
Forma Planta	Y5	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	Recto	Zig-Zag	Recto	Recto	Recto	Recto
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	Sin Nivel	Primer Nivel	Primer Nivel	Primer Nivel	Sin Nivel	Primer Nivel
Color Tallo Maduro	Y10	Verde Oscuro	Café Claro	Café Claro	Verde Oscuro	Verde Oscuro	Café Plateado	Café Claro
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Dicotómico	Erecto	Dicotómico
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	Corto	Corto	Intermedio	Corto	Corto	Intermedio
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	Cónica Cilíndrica	Cónica	Cónica Cilíndrica	Cónica Cilíndrica	Cónica	Cónica Cilíndrica
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	Tendencia Vertical	Tendencia Vertical	Irregular	Tendencia Vertical	Tendencia Vertical	Tendencia Vertical
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	Rugosa	Rugosa	Rugosa	Rugosa	Rugosa	Rugosa
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	Fácil	Difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Ceiba	INTA Nicaragua	INTA Perla	INTA Rendidora	Pata de Paloma	INTA Reyna	Señorita
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	Café Claro	Café Claro	Café Claro	Café Claro	Café Claro	Café Claro
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Blanco	Rosado	Púrpura	Blanco	Rosado	Blanco	Blanco
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Crema	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	No hay Podridas	No hay Podridas	No hay Podridas	No hay Podridas	No hay Podridas	No hay Podridas
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Intermedio	Fácil	Fácil
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	Dulce	Dulce	Dulce	Dulce	Dulce	Dulce
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	No Fibrosa	No Fibrosa	No Fibrosa	No Fibrosa	No Fibrosa	No Fibrosa

VI. CONCLUSIONES

Los descriptores cuantitativos altura de planta, altura a la primera ramificación, y rendimiento de raíces reservantes, se diferenciaron de manera significativa en algunos cultivares caracterizados. En cuanto a la producción, los cultivares INTA Perla e INTA Rendidora superaron los 50 000 kg ha^{-1} de raíces comerciales. Asimismo, las tonalidades de colores verde y púrpura en los descriptores cualitativos de hojas, raíces y tallo, fueron características propias de los cultivares Pata de Paloma, INTA Reyna y Señorita.

Mediante el análisis multivariado se logró determinar que los descriptores cuantitativos y cualitativos revelaron de manera básica la diversidad morfológica de los cultivares de yuca. El Análisis de Componente Principales (ACP) y Análisis de Agrupamiento (AA), separaron el grupo integrado por INTA Reyna, INTA Perla e INTA Rendidora, de los cultivares Pata de Paloma, Ceiba, Señorita e INTA Nicaragua. Por otro lado, los descriptores cualitativos discriminaron a los cultivares Señorita, INTA Reyna y Ceiba conformaron un grupo, y se aislaron de Pata de Paloma y los cultivares del INTA.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis bromatológico y organoléptico de manera específica a los siete cultivares de yuca caracterizados.

- Multiplicar y conservar los siete cultivares para abastecer a las Unidades Familiares Productivas y puedan utilizarlas en la dieta familiar, así como en la alimentación de animales domésticos.

- Evaluar los siete cultivares de yuca en diferentes ambientes y con diferentes dosis de fertilizantes orgánicos y convencionales.

- Recolectar e introducir otros materiales genéticos de yuca, y organizar un Banco de Germoplasma Básico de Yuca para su conservación, evaluación y uso sostenible.

VIII. LITERATURA CITADA

Aguilar, E., Segreda, A., Saborío, D., Morales, J., Chacón, M., Rodríguez, L., Acuña, P., Torres, S., & Gómez, Y. (2017). MANUAL DEL CULTIVO DE YUCA *Manihot esculenta* Crantz. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf

Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. FAO. http://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf

Benavides González, Á., Flores, M. E., Bacon, C. M., Duarte Canales, H., & Rivas, A. M. (2021). Caracterización de sistemas de producción en comunidades rurales de Estelí, Madriz y Nueva Segovia, zona central norte de Nicaragua. *La Calera*, *21*(37).

Beovides García, Y., Milián Jiménez, M. D., Coto Arbelo, O., Rayas Cabrera, A., Basail Pérez, M., Santos Pino, A., ... & Rodríguez Pérez, D. (2014). Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot* esculenta Crantz). Cultivos Tropicales, 35(2), 43-50.

Bran, R. A. A., Castillo, B. Z., Madrigal, R. Q., Esquinca, A. R., & Díaz, P. P. (2012). Caracterización morfológica y molecular de la variabilidad genética del timpinchile (*Capsicum annum* L. var. glabriusculum sin. aviculare) en Chiapas. Quehacer Científico en Chiapas 2012 1(13) 4-18.

Buitrago, J., Gil, J., & Ospina, B. (2001). La yuca en la alimentacion avícola. 14, 48.

Castro R. J., Marta F., L. S. Riveiro, S. Campos, P. R. Curi, (1993). Agrupamentos de divisões regionais em relacão ao valor porcentual da producão agropecuaria no estado de São Paulo. CIENTIFICA 21 (2): 287-294.

Ceballos, H., & de la Cruz, G. A. (2002). Taxonomía y morfología de la yuca. *OSPINA, Bernardo y CEBALLOS, Hernán. La yuca en el tercer milenio*, 16-31.

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

Chavarría Medina, E. (2003). Evaluación agronómica de siete variedades de yuca, (*Manihot esculenta* Crantz) en las condiciones del municipio de Nueva Guinea/Nicaragua 2002. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, UNA).

Cock, J. H. & Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. (1997). La yuca: Nuevo potencial para un cultivo tradicional. CIAT.

Corredor Granada, J. A. (2005). Evaluación de la asociación de características morfológicas y bioquímicas de la raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con la resistencia a pudrición por *Phytophthora tropicalis* y al deterioro fisiológico poscosecha. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, UNA).

Cuadras M.C., 2012. Nuevos métodos de análisis multivariante. CMC Editions, Manacor 30. Barcelona, Spain. 304 p. http://www.ub.edu/stat/personal/cuadras/metodos.pdf.

Dávila Laguna, M. A., & Sandoval Molina, J. J. (2006). Evaluación de dieciocho genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el municipio de Posoltega, Chinandega. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, UNA).

De Tafur, S. M. (2002). Fisiología de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivo de la yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT*, 34-45.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar.

FAO. 2010 (Organización de las Naciones Unidades para la Alimentación y la Agricultura. (2010). Perspectivas alimentarias, análisis de los mercados mundiales.

Franco, T.L. y R. Hidalgo. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico Nº 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.

Gómez, R. (2000). Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. *Centro Internacional de la Papa (CIP), Germoplasma de Papa, Dpto. de Mejoramiento y Recursos Genéticos. CIP, Lima, Perú*.

Hidalgo R., 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico No. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.

IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Inga Sánchez, H., & López Parodi, J. (2001). Diversidad de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Jenaro Herrera, Loreto-Perú.

Instituto Nacional de Información de desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal 2012. IV Censo Nacional Agropecuario

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2021). Datos de precipitación, temperatura máxima y mínima. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino.

INTA, & Cadena Agroindustrial- Yuca. (2003, octubre). NALISIS DE ESTUDIO DE CADENA DE LA YUCA DE NICARAGUA. http://www.renida.net.ni/renida/iica/e14-j60-yc.pdf

InfoAgro. (s. f.). *El cultivo de la yuca o mandioca*. Recuperado 11 de marzo de 2022, de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_yuca_o_mandioca.asp

Judez Asensio, L. (1989). *Técnicas de análisis de datos multidimensionales: bases teóricas y aplicaciones en agricultura* (No. 517.21 J8).

Kornerup, A. y Wanscher, J. H. (1978). *Methuen handbook of color.* Londres: Methuen.

Laboratorio de Suelos y Agua. UNA. 2019. Análisis físico y químico de suelo del área experimental de la Facultad de Agronomía (Universidad Nacional agraria). Managua. 2 pp. https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf06f676.pdf

López Vanegas, D. (2008). Establecimiento de una metodología para la evaluación agromorfológica, bioquímica y molecular de clones transgénicos de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) sembrados en campo: El caso de plantas que expresan el gen ipt de Agrobacterium tumefaciens para retención foliar. *Maestría Ciencias Agrarias*.

Maletsky, E. M., McLeod, J., & Houghton Mifflin Harcourt School Publishers. (2010). North Carolina math. [Grade 4] [Grade 4. Houghton Mifflin Harcourt. https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3149/BVE17089155e.pdf?sequence=1

Montaldo, A (1983). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica.

Núñez-Colín, C. A., & Escobedo-López, D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agronomía mesoamericana*, *22*(2), 415-427.

Ospina, B., & Ceballos, H. (2002). La yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/yuca_tercer_milenio.pdf.

Pla L. E., 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Monografía No. 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C., 93 pp.

Peña, D. (2013). Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill España.

Torres Vargas, L. A. (2010). Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Tuesta H., O., Julca O., A., Borjas V., R., Rodríguez Q., P., & Santistevan M. M. (2014). Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). Ecología Aplicada, 13(2), 71-78.

Vara Chávez, E. S. (2021). Prospección y caracterización morfológica *in situ* de germoplasma de *Manihot esculenta* Crantz (yuca) en cuatro distritos de San Martín y Ucayali.

Velásquez, E. (2006). Efecto de la variabilidad en genotipos de Yuca sobre factores vinculados a la brotación y crecimiento de Esquejes. *Bioagro*, *18*(1), 041-048.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Establecimiento y actividades agronómicas realizadas en el ensayo de siete cultivares de yuca.

Anexo 2. Medición de descriptores cuantitativos y cualitativos, así como cosecha de los siete cultivares de yuca.

Anexo 3**.** Catálogo de descriptores de siete cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Cultivar: Ceiba

Descriptor Cuantitativo	**Etiqueta**	**Mínimo**	**Máximo**	**Moda**	**Mediana**	**Media**	**Desviación estándar**
Número de Lóbulos/Hoja	X5	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	18.00	22.00	20.50	21.00	20.72	1.23
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	5.00	5.50	5.50	5.50	5.28	0.26
Longitud del Peciolo (cm)	X9	3.00	14.00	8.00	8.00	8.11	3.30
Altura de planta (m)	Y7	1.55	1.87	1.55	1.65	1.70	0.14
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.60	2.70	0.60	1.50	1.41	0.74
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	13.00	30.00	15.00	15.00	16.56	5.27
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	3.00	8.00	5.00	5.00	5.56	1.59
Número de Raices/Planta	Z9	3.00	14.00	8.00	8.00	8.11	3.30
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	0.40	3.00	1.00	1.60	1.48	0.80
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.09	0.40	0.13	0.15	0.19	0.10
Indice de Cosecha	Z23	26.00	73.00	40.00	43.00	46.22	15.03
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	8333.33	62500.00	20833.33	33333.33	30787.04	16659.43
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	1250.00	9375.00	3125.00	5000.00	4618.06	2498.91
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	9583.33	71875.00	23958.33	38333.33	35405.09	19158.35

Descriptor Cualitativo	**Etiqueta**	**Valor**	**Código**
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	29D8
Color Hojas Maduras	X2	Verde Púrpura	15D4
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Moderada	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Rosado	13A8
Forma Lóbulo Central	X6	Elíptica	-
Color Pecíolo	X10	Púrpura	15D8
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Totalmente Pigmentado	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Corta	-

Margen Estípulas	X14	Entera	-				
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	29D8				
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	29D8				
Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Verde Oscuro	29F8				
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Blanco	12A1				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Crema	26A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: INTA Nicaragua

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	7.00	8.00	7.00	7.00	7.27	0.46
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	17.00	20.00	18.50	18.50	18.75	0.75
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	4.00	5.00	4.50	4.50	4.36	0.32
Longitud del Peciolo (cm)	X9	2.00	35.00	28.00	28.50	28.00	6.74
Altura de planta (m)	Y7	1.45	1.81	1.58	1.66	1.64	0.12
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.40	5.00	0.40	1.00	1.26	1.19
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	10.00	32.00	15.00	15.00	17.09	5.76
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	7.00	5.00	5.00	4.73	1.42
Número de Raices/Planta	Z9	3.00	15.00	4.00	8.00	8.14	3.56
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	3.00	14.00	8.00	8.00	8.11	3.30
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.40	3.00	1,00	1.60	1.48	0.80
Indice de Cosecha	Z23	0.09	0.40	0.13	0.15	0.19	0.10
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	8333.33	62500.00	41666.67	41666.67	31344.70	17471.60
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	1250.00	9375.00	6250.00	6250.00	4701.68	2620.77
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	9583.33	71875.00	47916.67	47916.67	36046.38	20092.37

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	29D8
Color Hojas Maduras	X2	Verde Claro	29D8
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Moderada	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Rosado	13A8
Forma Lóbulo Central	X6	Oblanceolada	-
Color Pecíolo	X10	Verde Rojo	10F5
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Parte Basal	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Larga	-
Margen Estípulas	X14	Entera	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	29D8
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	29D8

Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Sin Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Café Claro	5D8				
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Rosado	13A8				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: INTA Perla

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	6.00	7.00	7.00	7.00	6.88	0.34
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	17.00	22.00	19.00	19.00	19.02	1.21
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	4.50	6.00	5.50	5.50	5.25	0.57
Longitud del Peciolo (cm)	X9	23.00	29.00	28.00	28.00	27.46	1.79
Altura de planta (m)	Y7	1.45	1.87	1.55	1.71	1.67	0.12
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	14.00	96.00	96.00	96.00	92.58	16.74
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	1.00	4.50	2.20	2.30	2.43	0.79
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	13.00	30.00	15.00	20.00	20.46	5.17
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	8.00	5.00	5.00	4.38	1.31
Número de Raices/Planta	Z9	4.00	14.00	8.00	8.50	8.67	2.62
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	3.00	15.00	4.00	8.00	8.14	3.56
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.40	5.00	2.00	2.00	1.71	1.09
Indice de Cosecha	Z23	0.03	0.68	0.20	0.20	0.24	0.16
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	10416.67	83333.33	41666.67	43750.00	50000.00	26201.50
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	1562.00	15625.00	6250.00	7656.25	8085.92	4052.92
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	11978.67	95833.33	47916.67	50312.50	58085.92	29334.26

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	29D8
Color Hojas Maduras	X2	Verde Claro	29D8
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Abundante	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Verde	28D8
Forma Lóbulo Central	X6	Ovoide	-
Color Pecíolo	X10	Verde Rojo	10F5
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Parte Central	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Corta	-
Margen Estípulas	X14	Lanceolada	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Púrpura	15D8
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Café Claro	5D8

Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Zig-Zag	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Café Claro	5D8				
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Difícil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Púrpura	15D8				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: INTA Rendidora

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	13.50	19.00	16.00	16.00	15.95	1.39
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	3.00	5.50	3.50	5.00	4.45	1.04
Longitud del Peciolo (cm)	X9	19.00	27.00	26.00	25.50	23.68	2.97
Altura de planta (m)	Y7	1.55	1.86	1.81	1.68	1.72	0.11
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	9.00	89.00	89.00	89.00	59.91	40.36
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.40	2.00	0.40	1.30	1.26	0.57
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	12.00	18.00	15.00	15.00	15.00	1.84
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	6.00	3.00	3.00	3.55	1.21
Número de Raices/Planta	Z9	3.00	15.00	8.00	8.00	8.82	3.92
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	4.00	14.00	8.00	8.50	8.67	2.62
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.70	5.00	2.00	3.00	2.96	1.29
Indice de Cosecha	Z23	0.14	1.25	0.50	0.33	0.37	0.23
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	4166.67	83333.33	12500.00	41666.67	36742.42	29510.95
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	625.00	12500.00	1875.00	6250.00	5511.36	4426.64
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	4791.67	95833.33	14375.00	47916.67	42253.79	33937.60

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	29D8
Color Hojas Maduras	X2	Verde Claro	29D8
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Abundante	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Verde	28D8
Forma Lóbulo Central	X6	Oblanceolada	-
Color Pecíolo	X10	Verde	28D8
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Totalmente Pigmentado	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Larga	-
Margen Estípulas	X14	Entera	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	29D8

Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	29D8				
Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Verde Oscuro	29F8				
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Intermedio	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Irregular	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Blanco	12A1				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: Pata de Paloma

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	6.00	7.00	7.00	7.00	6.83	0.38
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	15.00	22.50	18.50	18.50	18.77	1.65
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	5.00	6.00	5.50	5.50	5.58	0.35
Longitud del Peciolo (cm)	X9	24.00	33.00	28.00	28.00	28.21	3.28
Altura de planta (m)	Y7	1.55	1.87	1.78	1.78	1.77	0.08
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	105.00	145.00	105.00	135.00	127.33	16.49
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.60	2.90	0.90	1.30	1.60	0.76
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	12.00	29.00	15.00	15.00	15.79	3.62
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	8.00	4.00	4.00	4.46	1.53
Número de Raices/Planta	Z9	4.00	16.00	7.00	8.00	9.00	3.91
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	3.00	15.00	8.00	8.00	8.82	3.92
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.20	4.00	0.60	2.00	1.76	1.42
Indice de Cosecha	Z23	0.05	0.38	0.05	0.14	0.18	0.11
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	8333.33	83333.33	12500.00	26041.67	31944.44	22527.72
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	1250.00	12500.00	1875.00	3906.25	4791.67	3379.16
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	9583.33	95833.33	14375.00	29947.92	36736.11	25906.87

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Verde Púrpura	14D4
Color Hojas Maduras	X2	Verde Oscuro	29F8
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Abundante	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Verde	28D8
Forma Lóbulo Central	X6	Oblanceolada	-
Color Pecíolo	X10	Púrpura	15D8
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Totalmente Pigmentado	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	60-75°	-
Tamaño Estípulas	X13	Corta	-
Margen Estípulas	X14	Lanceolada	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Crema púrpura	12B2
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Café Claro	5D8

Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Verde Oscuro	29F8				
Hábito de Ramificación	Y12	Dicotómico	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Presente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Rosado	13A8				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Intermedio	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: INTA Reyna

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	15.00	20.00	19.00	18.50	18.07	1.28
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	5.00	5.50	5.50	5.50	5.33	0.24
Longitud del Peciolo (cm)	X9	26.00	37.00	33.00	33.00	31.93	3.67
Altura de planta (m)	Y7	1.31	1.87	1.45	1.68	1.65	0.18
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	0.00
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.40	13.00	2.00	2.00	2.98	2.95
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	10.00	30.00	14.00	15.00	17.20	6.29
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	8.00	3.00	4.00	4.00	1.81
Número de Raices/Planta	Z9	5.00	23.00	10.00	12.00	13.33	5.04
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	5.00	23.00	10.00	12.00	13.33	5.04
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.20	6.00	3.00	2.00	2.61	2.00
Indice de Cosecha	Z23	0.02	0.60	0.10	0.13	0.21	0.18
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	4166.67	62500.00	62500.00	20833.33	31944.44	22571.35
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	625.00	9375.00	9375.00	3125.00	4791.67	3385.70
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	4791.67	71875.00	71875.00	23958.33	36736.11	25957.06

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Verde Claro	29D8
Color Hojas Maduras	X2	Verde Púrpura	15D4
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Abundante	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Rosado	13A8
Forma Lóbulo Central	X6	Eliptica	-
Color Pecíolo	X10	Púrpura	15D8
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Parte Superior	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Larga	-
Margen Estípulas	X14	Entera	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	29D8
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	29D8

Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Sin Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Café Plateado	5D2				
Hábito de Ramificación	Y12	Erecto	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Corto	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Blanco	12A1				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Cultivar: Señorita

Descriptor Cuantitativo	Etiqueta	Mínimo	Máximo	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Número de Lóbulos/Hoja	X5	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
Longitud del Lóbulo Central (cm)	X7	18.00	23.00	20.00	20.00	20.15	1.46
Ancho del Lóbulo Central (cm)	X8	5.00	6.00	6.00	6.00	5.75	0.39
Longitud del Peciolo (cm)	X9	22.00	37.00	30.00	30.00	29.17	2.87
Altura de planta (m)	Y7	1.45	1.87	1.45	1.67	1.68	0.13
Altura Primera Ramificación (cm)	Y8	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00
Longitud Entrenudos (cm)	Y11	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
Peso Fresco Follaje-Tallo (kg)	Z1	0.40	3.40	1.30	1.30	1.52	0.90
Longitud de Raíz Reservantes (cm)	Z7	13.00	32.00	15.00	18.00	20.13	6.31
Diámetro de Raíz Reservante (cm)	Z8	2.00	7.00	5.00	5.00	4.71	1.49
Número de Raices/Planta	Z9	3.00	11.00	9.00	8.00	7.50	2.57
Peso Fresco Raíz/Planta (kg)	Z10	3.00	11.00	9.00	8.00	7.50	2.57
Peso Promedio Raíz/Planta (kg)	Z11	0.40	5.00	2.00	2.00	1.81	1.28
Indice de Cosecha	Z23	0.07	1.00	0.20	0.19	0.26	0.21
Rendimiento Comercial (kg ha^{-1})	Z24	8333.33	83333.33	41666.67	31250.00	33767.36	23051.97
Rendimiento No Comercial (kg ha^{-1})	Z25	1250.00	12500.00	6250.00	4687.50	5065.10	3457.79
Rendimiento Total (kg ha^{-1})	Z26	9583.33	95833.33	47916.67	35937.50	38832.47	26509.76

Descriptor Cualitativo	Etiqueta	Valor	Código
Color Hojas Apicales	X1	Púrpura	15D8
Color Hojas Maduras	X2	Púrpura	16D5
Pubescencia Hojas Tiernas	X3	Abundante	-
Color Nervaduras Hojas	X4	Rosado	13A8
Forma Lóbulo Central	X6	Ovoide	-
Color Pecíolo	X10	Purpura Claro	15A3
Distribución Antocianina Pecíolo	X11	Parte Central	-
Ángulo Incersión Pecíolo	X12	45-60°	-
Tamaño Estípulas	X13	Larga	-
Margen Estípulas	X14	Entera	-
Colord Colénquima /Tallo	Y1	Verde Claro	29D8
Color Sup. Interna Epidermis/Tallo	Y2	Verde Claro	29D8

Prominencia Señal de Cicatrices /Hoja	Y3	Poco Prominente	-				
Ángulo Ramificación	Y4	> 90°	-				
Forma Planta	Y5	Erecta	-				
Hábito Crecimiento /Tallo	Y6	Recto	-				
Número Niveles de Ramificación	Y9	Primer Nivel	-				
Color Tallo Maduro	Y10	Café Claro	5D8				
Hábito de Ramificación	Y12	Dicotómico	-				
Pedúnculo Raíz Reservante	Z2	Intermedio	-				
Forma Raíz Reservante	Z3	Cónica Cilíndrica	-				
Constricción Raíz Reservante	Z4	Ausente	-				
Posición de Raíces Reservante	Z5	Tendencia Vertical	-				
Textura Raíz Sup. Raíz Reservante	Z6	Rugosa	-				
Desprendimiento de la Corteza Raíz	Z12	Fácil	-				
Facilidad Pelado Corteza Raíz Reservante	Z13	Fácil	-				
Color Externo Corteza Raíz Reservante	Z14	Café Claro	5D8				
Color Raíz Corteza Raíz Reservante	Z15	Blanco	12A1				
Color Cilindro Central de Raíz Reservante	Z16	Blanco	12A1				
Cantidad Raices Podridas	Z17	No hay Podridas	-				
Facilidad Desprendimiento Raíz Reservante	Z18	Fácil	-				
Textura Raíz Reservante	Z19	Liso	-				
Sabor de la Pulpa Raíz Reservante	Z20	Dulce	-				
Calidad Culinaria de Raíz Reservante	Z21	Buena	-				
Contenido Fibra Raíz Reservante	Z22	No Fibrosa	-				

Anexo 4. Síntesis de Guía de Descriptores de Germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tomado de *https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/files/cassava_descriptorSIG.pdf*

4.1 Datos de Planta, color de las hojas apicales sin extenderse

Es posible que, al desarrollarse la hoja completa, el púrpura leve desaparezca. Edad de evaluar: 30 a 60 días

1. Verde claro
2. Verde Oscuro
3. Verde con púrpura
4. Púrpura

4.1.2 Color de las hojas maduras desarrolladas (En el tercio medio de la planta)

1. Verde claro
2. Verde oscuro
3. Verde púrpura
4. Púrpura

Verde claro Verde oscuro Verde púrpura Púrpura

4.1.3 Color de nervadura de las hojas

1. Verde
2. Verde con rojo
3. Rojo
4. Púrpura

Verde Verde con rojo Rojo Púrpura

4.1.4 Número de lóbulos de la hoja

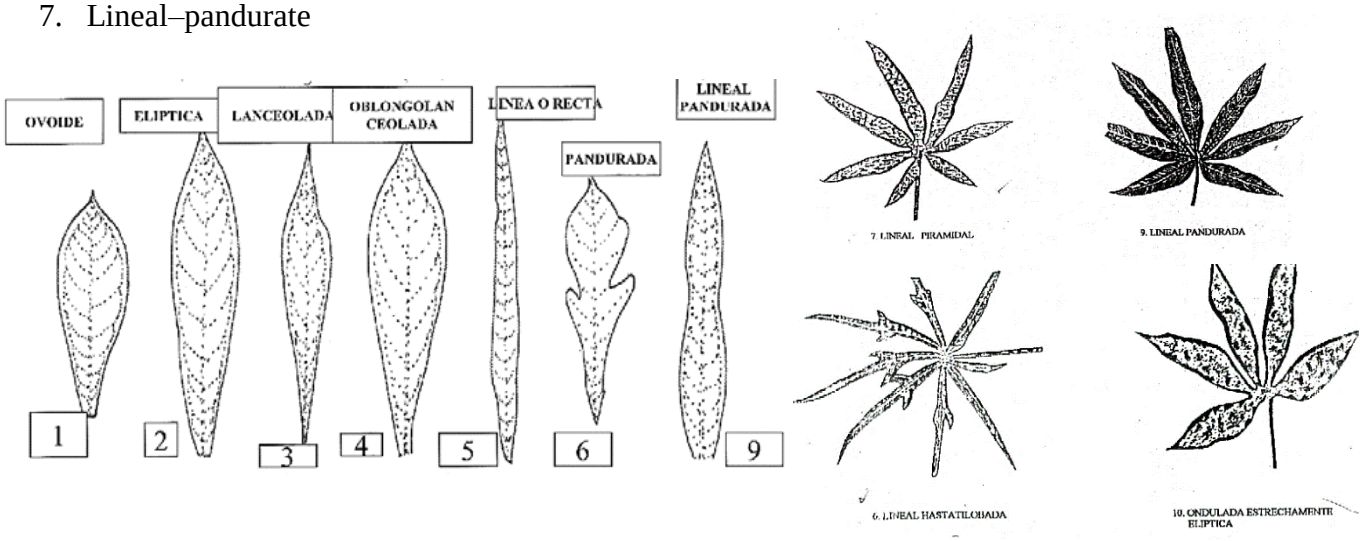
Evaluar al tiempo con forma del lóbulo. Usar hojas del tercio medio. Se pueden presentar series en una planta, pero predominan las del tercio medio. Edad de evaluar: 30 a 60 días

1. lóbulos
2. lóbulos
3. lóbulos
4. lóbulos
5. 11 lóbulos

4.1.5 Forma del lóbulo central

Consultar guía de dibujos con cada una de estas formas y colocarse por la tendencia dominante. Usar hojas del tercio medio. Edad de evaluar: 4 a 6 meses

1. Ovoide
2. Elíptica
3. Lanceolada
4. Oblanceolada
5. Lineal o recta
6. Pandurada
7. Lineal–pandurate

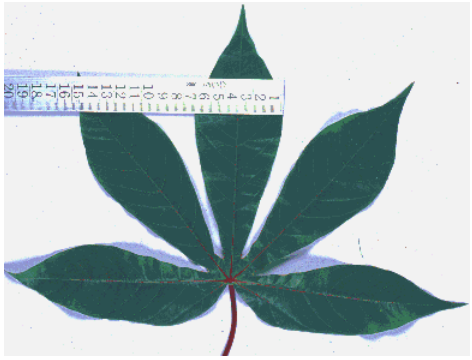


4.1.6 Longitud del lóbulo central en hojas maduras

Se mide en cm. (con un decimal)

4.1.7 Ancho del lóbulo central en hojas maduras

Se mide en cm (con un decimal). Evaluar longitud y ancho del lóbulo central al mismo tiempo. Usar 4 lóbulos por planta y sacar promedio, usar 5 hojas del tercio medio.



4.1.8 Longitud del pecíolo

Usar pecíolos del tercio medio por 5 plantas

1. Sin pecíolo
2. Corto :5 – 10 cm
3. Medio :10.1 – 20 cm
4. Largo :>20.1

4.1.9 Color del pecíolo

Evaluar al mismo tiempo con longitud. Tratar de ver a la sombra

1. Verde claro
2. Verde
3. Verde con poco rojo
4. Verde con rojo
5. Verde púrpura
6. Rojo
7. Rojo oscuro
8. Púrpura claro
9. Púrpura o Morado

4.1.10 Distribución de la antocianina en el pecíolo

1. Ausente
2. Parte basal
3. Parte central
4. Parte superior(apical)
5. Totalmente pigmentado

4.1.11 Angulo de inserción del pecíolo

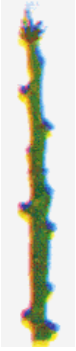
Angulo entre la rama y el pecíolo Edad de evaluar. 5 a 6 meses

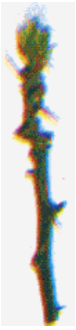
1. Ausencia del pecíolo 2. 15 30º
2. 30.1 45º
3. 45.1 60º
4. 60.1 75º
5. 75.1 90º
6. > 90º

4.1.12 Tamaño de estípulas

Edad de evaluar. 5 a 6 meses en tallo maduro.

1. Corta
2. Media
3. Larga

Larga 

Corta 

4.1.13 Margen de estípula

1. Lanceolada
2. Entera
3. Aserrada

Entera Lanceolada

4.2 Descriptores del Tallo, color de la colénquima del tallo

Tejido que se observa al raspar el tallo suave con la uña a más o menos 50 cm. de altura del piso.

1. Amarillo verdoso
2. Verde claro
3. Verde oscuro
4. Crema púrpura
5. Púrpura

4.2.1 Color de la superficie interna de epidermis en el tallo

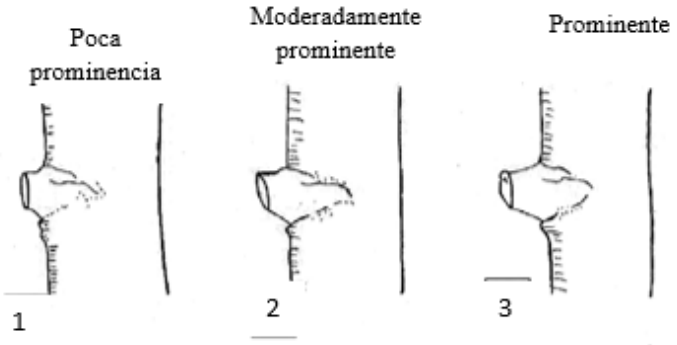
Al levantar la epidermis, el color que se observa en su superficie interna. Se evalúa al mismo tiempo con el color del tallo y colénquima.

1. Crema
2. Amarillo
3. Verde claro
4. Café claro
5. Café oscuro
6. Púrpura claro (crema púrpura)

4.2.2 Prominencia de señales ó cicatrices de la hoja

Medido en cicatrices frescas. Consultar guía de dibujos. Edad de evaluar: en tallo maduro

1. Poco prominente
2. Moderadamente prominente
3. Prominente

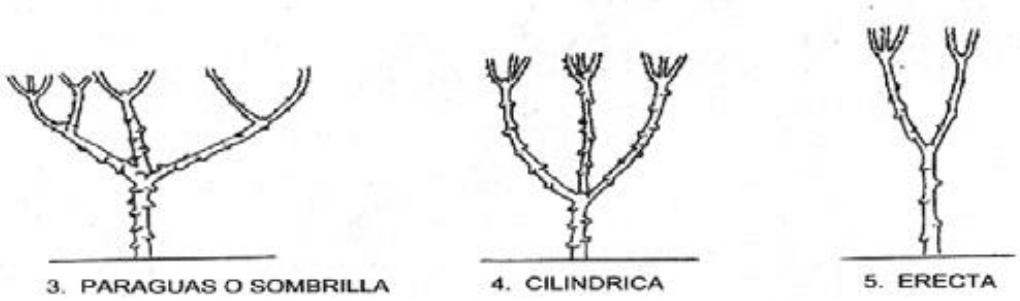


4.2.3 Angulo de ramificación entre el plano vertical y la primera ramificación (si la hay)

Medición aproximada. Edad de evaluar: en tallo maduro. 0. Sin ramificación 1. 0 – 5º

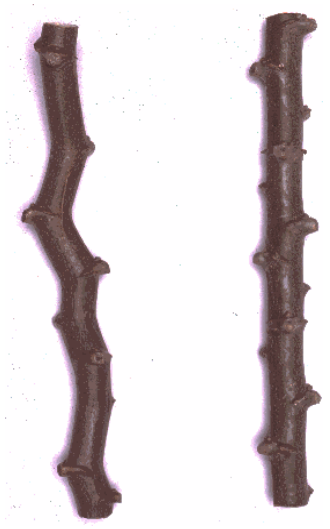
1. 2. 5.1 – 15º
2. 15.1– 30º
3. 30.1 – 45º
4. 45.1 – 60º
5. 60.1 – 75º
6. 75.1 – 90º
7. Mayor 90. 1º

1. Compacta
2. Abierta
3. Paraguas o parasol
4. Cilíndrica
5. Erecta



4.2.5 Hábito de crecimiento del tallo

1. Recto
2. Zig - zag



Zig-zag Recto

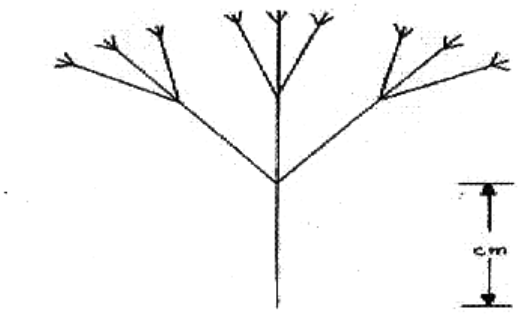
4.2.6 Altura de la planta (hasta la punta del dosel o copa)

Se mide en cms. (sin decimales) 5 plantas por variedad y se saca el promedio. Usar vara o regla de madera. Edad de evaluar antes de la cosecha: 6 – 10 meses.

4.2.7 Altura de la primera ramificación (si la hay)

Se mide en cms. (sin decimales) desde el suelo, más de un clon por variedad y se saca el promedio. Consultar guía de dibujos. No confundir con brote lateral. Edad de evaluar antes de la cosecha: 6 – 10 meses 1. 0 – 20 cm.

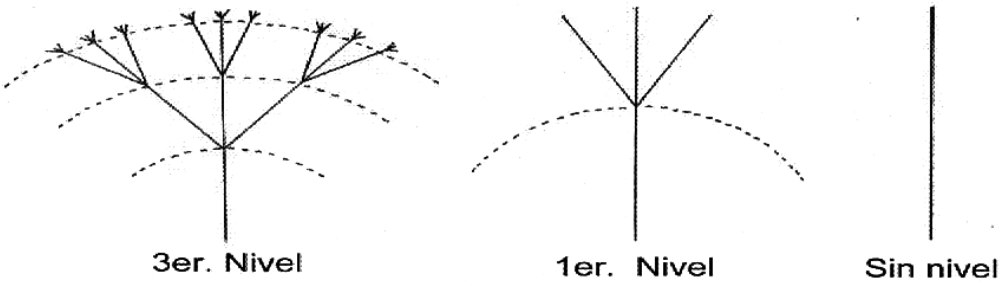
1. 20.1 – 50 cm
2. 50.1 –100 cm
3. 100.1 - más



4.2.8 Número actual de niveles de ramificación

Evaluar las ramificaciones presentes en ese momento, evaluar al mismo tiempo antes de la cosecha en 5 plantas con los dos parámetros anteriores.

1. Sin nivel
2. Primer nivel
3. Segundo nivel
4. Tercer nivel
5. Cuarto nivel a mas



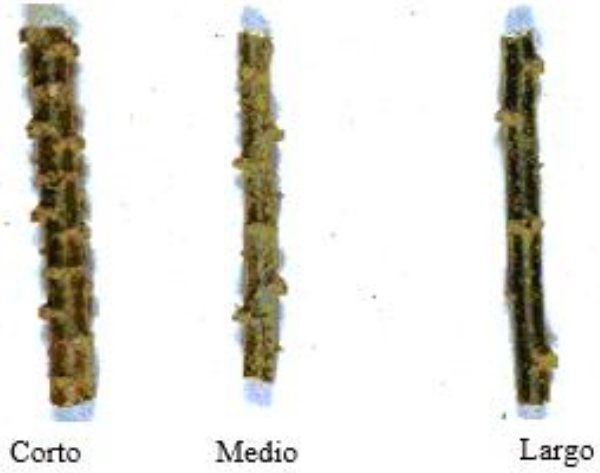
4.2.9 Color del Tallo maduro

1. Verde oscuro
2. Café verde
3. Café oscuro
4. Café claro
5. Anaranjado
6. Café plateado
7. Café amarillento
8. Dorado verde
9. Rojo ladrillo
10. Pajizo tono plateado
11. Gris
12. Púrpura
13. Otros (especificar)

4.2.10 Longitud de entrenudos.

Medida de la distancia entre las cicatrices de la hoja en la planta. Edad de evaluar en tallo maduro: a la cosecha.

1. Corto (Mayor de 8.0 cm)
2. Medio (8.1 a 15.0 cm)
3. Largo (Mayor de 15.1 cm)



4.2.11 Hábito de ramificación

Observar en la primera ramificación. Edad de evaluar: en la cosecha. Evaluar 5 plantas.

1. Erecto
2. Dicotómico
3. Tricotómico
4. Tetracotómico

Erecto Dicotómico Tretacotómico Tricotómico

4.3 Descriptores de raíz y parámetros evaluados a la cosecha, peso fresco total del follaje y tallo/ planta.

Medida en kg. Sin la raíz

4.3.1 Pedúnculo de la raíz reservante

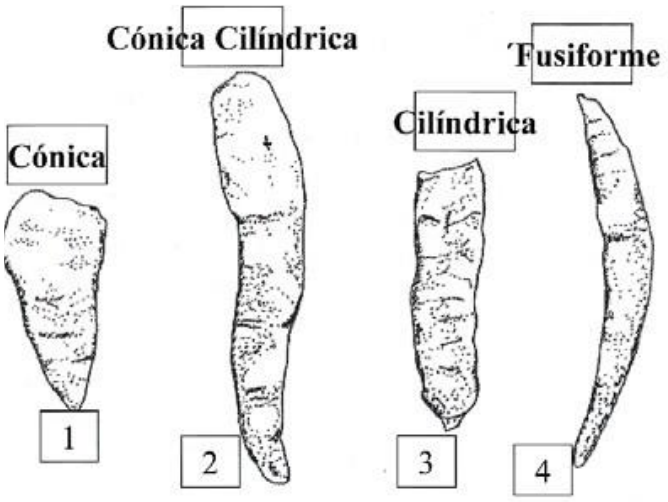
1. Ausente (sésil o sentado)
2. Corto
3. Intermedio
4. Largo

Ausente Intermedio Largo

4.3.2 Forma de la raíz reservante

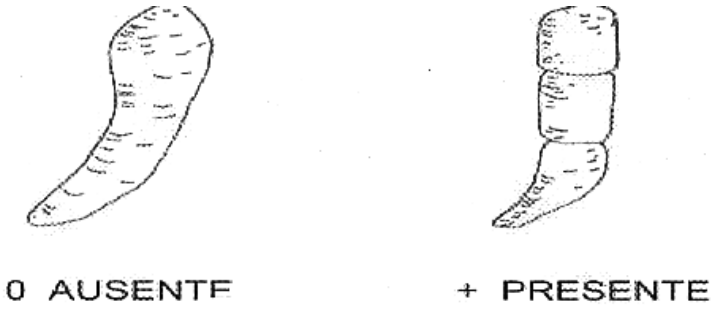
Consultar guía de dibujos y colocar por la tendencia dominante

1. Cónica
2. Cónica cilíndrica
3. Cilíndrica
4. Fusiforme (forma de uso)



4.3.3 Constricciones de la raíz reservante

1. Ausente (no perceptibles)
2. Presente (perceptibles)



4.3.4 Posición de las raíces

1. Tendencia vertical
2. Tendencia horizontal
3. Irregular

4.3.5 Textura de la superficie de la raíz reservante

1. Suave o liso
2. Media o regular
3. Rugoso o áspero

Lisa Rugosa

4.3.6 Longitud de la raíz reservante

1. Corto (15 cm)
2. Medio (15.1-30 cm)
3. Largo (30.1 – más)

4.3.7 Diámetro de la raíz reservante

1. Delgado (4 cm)
2. Medio (4.1 - 8 cm)
3. Grueso (8.1 a más)

4.3.8 Número de raíces reservantes por planta

1. Comerciales (cantidad)
2. No comerciales (cantidad)

4.3.9 Peso fresco de raíces por accesión

Se evalúa tomando las raíces de las plantas que pertenecen a la accesión medida en kg.

4.3.10 Peso fresco de raíces reservantes por planta

Medido en kg.

4.3.11 Desprendimiento de la corteza

Facilidad de retirar el peridermo (cáscara exterior) de la raíz.

1. Fácil
2. Difícil

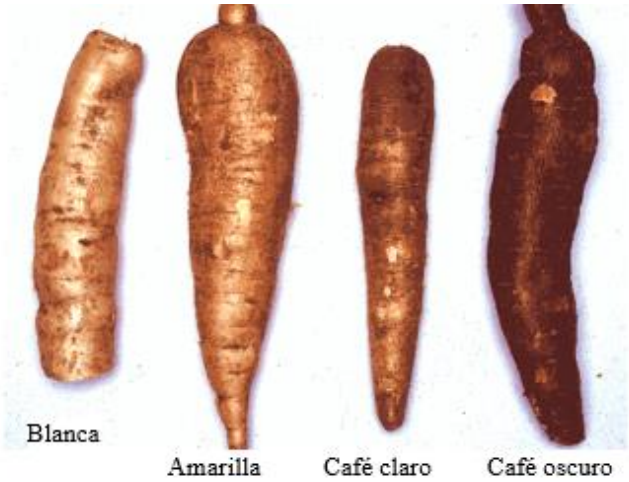
4.3.12 Facilidad de pelado de la corteza (corteza interior)

Facilidad de retirar cáscara (corteza interna de la raíz).

1. Fácil
2. Difícil

4.3.13 Color externo de la corteza de la raíz reservante

1. Blanco o crema
2. Amarillo
3. Café claro
4. Café oscuro

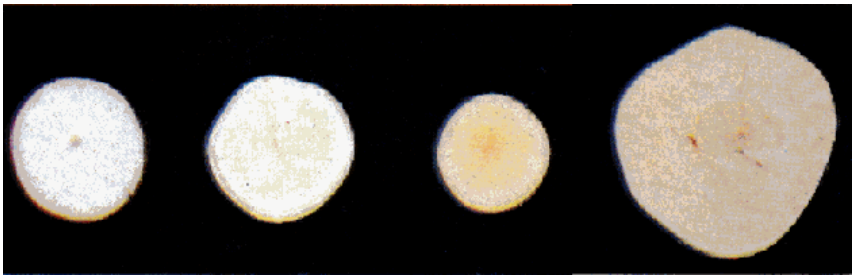


4.3.14 Color de la corteza de la raíz reservante

1. Blanco
2. Crema
3. Amarilla
4. Rosada
5. Púrpura

4.3.15 Color del cilindro central ó pulpa

1. Blanca
2. Crema
3. Amarilla
4. Rosada
5. Crema con estrías



4.3.16 Cantidad de raíces podridas por planta

Evaluación cuantitativa del deterioro fisiológico de acuerdo al número de raíces podridas en relación al número de raíces comerciales y no comerciales. Facilidad de desprendimiento de raíces reservantes ya sea a mano o con alguna ayuda adicional

1. Fácil
2. Intermedio
3. Difícil

4.3.17 Porcentaje de materia seca de la raíz reservante

Calcular de acuerdo al período vegetativo por el "Método para determinación de contenido de almidón y materia seca en yuca por el sistema de gravedad especifica".

4.3.18 Textura de la superficie de la raíz

1. Liso
2. Medio
3. Aspero

4.3.19 Sabor de la pulpa, evaluar probando la pulpa fresca de acuerdo al sabor

1. Amarga
2. Dulce

4.3.20 Calidad culinaria

1. Regular
2. Media
3. Buena

4.3.21 Índice de cosecha

$$IC = \frac{\text{Peso fresco de raíz reservante}}{\text{Peso total de planta}}$$

4.3.22 Contenido de fibras

1. No Fibrosa
2. Poca fibra
3. Fibrosa

4.3.23 Dureza de la pulpa

Evaluar las raíces cocidas.

1. Suave
2. Intermedio
3. Duro

4.3.24 Precocidad

Evaluar el tiempo desde la siembra hasta la cosecha 3. Precoz (3 a 6 meses)

1. Intermedio (más de 6 a 9 meses)
2. Tardía (más de 9 meses)

4.3.25 Rendimiento total de raíces reservantes frescas

Expresado en kg ha^{-1}.

4.3.26 Rendimiento comercial de raíces reservantes frescas

Expresado en kg ha^{-1}.