

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y
AGRONÓMICAS DE TRES VARIEDADES DE YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz), EN UN SUELO DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA –VALLE
DEL CAUCA**

LUCELY CUERO PORTOCARRERO.

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGRONOMÍA DEL TRÓPICO HÚMEDO
BUENAVENTURA 2010**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y
AGRONÓMICAS DE TRES VARIEDADES DE YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz), EN UN SUELO DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA –VALLE
DEL CAUCA**

LUCELY CUERO PORTOCARRERO.

**Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar por el título de
Agrónoma**

**Director.
JAVIER LOPEZ, I. A; MSc.**

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGRONOMÍA DEL TRÓPICO HÚMEDO
BUENAVENTURA 2010**

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza y sabiduría en los momentos críticos de mi vida y permitirme alcanzar uno de mis más anhelados sueños.

A mis padres el señor Héctor Cuero y Miriam Portocarrero por el amor la dedicación confianza y el apoyo incondicional que me han dado en todos los momentos de mi vida.

A mis hermanas Flor Mireya, Maricel y Betty Vanessa por el apoyo en los momentos difíciles de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Pacífico por existir y darme la oportunidad de realizar mis estudios superiores.

A mis tías Maura Portocarrero y Marleny Portocarrero por el apoyo brindado en el proceso de mi carrera.

A mis sobrinos Angie Melisa, Edinson David, Yuli Marley, Marlín y Yuceli por llenarme de alegría y fortaleza en los momentos difíciles.

A mi director de tesis Javier López Molina por la disposición y dedicación en las asesorías brindadas.

A mis compañeros por compartir su sabiduría y momentos agradables.

CONTENIDO

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	10
1. JUSTIFICACIÓN	11
2. OBJETIVOS	12
3. MARCO TEORICO	13
3.1 YUCA	13
3.1.1 Hojas	13
3.1.2 Inflorescencia	13
3.1.3 Fruto	14
3.1.4 Tallo	14
3.1.5 Altura de la planta	15
3.1.6 Ramificación	15
3.1.7 Raíz	16
3.1.8 Rendimiento	16
3.2 CONTENIDO DE ACIDO CIANHIDRICO	16
3.3 SUELOS	17
3.4 PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGICAS	17
3.5 PRINCIPALES ENFERMEDADES VATERIANAS	18
3.6 PRINCIPALES PLAGAS	18
4. MATERIALES Y METODOS	18
4.1 LOCALIZACIÓN	18
4.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO	19
4.3 MATERIAL EXPERIMENTAL	19
4.4 SISTEMA DE SIEMBRA	20
4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	20
4.6 VARIABLES EVALUADAS	21
4.7 COSECHA	21
5. RESULTDOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA PARTE AEREA	22
5.1.2 Color del peciolo	22
5.1.3 Color del tallo	23
5.1.4 Tipo de ramificación	23
5.1.5 Floración	24
5.2 CARACTERISTICAS MORFOLÓGICAS DE LA RAÍZ	25
5.3 VARIABLES EVALUADAS	25
5.3.1 Longitud de tallos con hojas	26
5.3.2 Longitud del pedúnculo	27
5.3.3 Altura de la primera ramificación	27
5.3.4 Altura de la planta	28
5.3.5 Número de ramificación por planta	28
5.3.6 Número de tallos por planta	28
5.3.7 Número de estacas por planta	29
5.3.8 Producción de raíces comerciales por planta (Número y Peso)	29

5.3.9 Tamaño de raíces comerciales por planta (Longitud en y Perímetro en cm)	30
5.3.10 Peso (kg/ha) de raíces comerciales por variedad	31
5.3.11 Producción de raíces no comerciales por planta (Número y Peso)	32
5.3.12 Peso (kg/ha) de raíces no comerciales por variedad	32
5.3.13 Número y peso de raíces totales por planta	33
5.3.14 Porcentaje de pudrición de las raíces	34
5.3.15 Rendimiento	35
5.3.16 Índice de cosecha	35
5.3.17 Porcentaje de materia seca	35
5.3.18 Porcentaje de almidón	36
5.3.19 Contenido de ácido cianhídrico	36
6. INSIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO	37
6.1 GUSANO CACHÓN (<i>Erinnyis ello</i>)	37
6.2 HORMIGA ARRIERA (<i>Atta, sp</i>)	38
7. ENFERMEDADES	38
8. DETERIORO FISIOLÓGICO DE LAS RAICES	39
9. CONCLUSIONES	40
10. RECOMENDACIONES	41
11. BIBLIOGRAFIA	42
12. ANEXOS	48

LISTA DE FIGURA.

- Figura 1.** Fruto.
- Figura 2.** Preparación del terreno
- Figura 3.** Material experimental
- Figura 4.** Sistema de siembra
- Figura 5.** Cosecha
- Figura 6.** Color del follaje
- Figura 7.** Color del peciolo
- Figura 8.** Color del tallo
- Figura 9.** Floración
- Figura 10.** Color de la corteza
- Figura 11.** Forma de la raíz
- Figura 12.** Color de la pulpa
- Figura 13.** Longitud de tallos con hojas
- Figura 14.** Longitud del pedúnculo
- Figura 15.** Altura de la primera ramificación
- Figura 16.** Altura de la planta
- Figura 17.** Número de ramificación
- Figura 18.** Número de tallos con hojas
- Figura 19.** Número de estacas por planta
- Figura 20.** Número de raíces comerciales por planta
- Figura 21.** Peso de raíces comerciales por planta
- Figura 22.** Longitud de raíces comerciales
- Figura 23.** Perímetro de raíces comerciales
- Figura 24.** Peso de raíces comerciales por variedad
- Figura 25.** Número de raíces no comerciales por planta
- Figura 26.** Peso de raíces no comerciales por planta
- Figura 27.** Peso (kg/ha) de raíces no comerciales por variedad
- Figura 28.** Número de raíces totales por planta
- Figura 29.** Peso de raíces totales por planta
- Figura 30.** Porcentaje de pudrición de las raíces
- Figura 31.** Rendimiento
- Figura 32.** Porcentaje de Materia seca
- Figura 33.** Porcentaje de Almidón
- Figura 34.** Contenido de ácido cianhídrico
- Figura 35.** Gusano cachón
- Figura 36.** Hormiga Arriera (*Atta, sp*)
- Figura 37.** Deterioro fisiológico de las raíces

RESUMEN

En Zacarías, vereda de Buenaventura, en un suelo de textura Franco Arcillo Limosa, se hizo la caracterización agromorfológica de tres variedades de yuca corrientemente sembradas en la región, de las cuales no hay información documentada que sirva de base tanto para el mejoramiento de las actuales prácticas de cultivo y de postcosecha como de un futuro mejoramiento genético. Se determinaron las siguientes características morfológicas: color del follaje, de los pecíolos y del tallo; arquitectura de las plantas; épocas de floración; color de la corteza y de la pulpa de las raíces; presencia de pedúnculo, forma y tamaño de las raíces; contenido de almidón, de materia seca y de HCN de las raíces; calidad culinaria y deterioro fisiológico de las raíces. Las características agronómicas evaluadas fueron: altura de las plantas y de la primera ramificación; número de tallos y de ramificaciones por planta; producción de follaje; producción de semilla vegetativa; producción de raíces comerciales y no comerciales; porcentaje de pudrición de las raíces. Adicionalmente se registró la presencia de plagas y enfermedades. La cosecha se realizó a los 7½ meses debido a que el exceso de humedad estaba causando pudrición de las raíces. Las variedades Chirosa, Copi Blanca y Copi Roja presentaron respectivamente rendimientos de 17,92; 11,98 y 3,62 ton/ha; pudrición de las raíces de 25,35; 42,97 y 64,25 %; contenidos de materia seca de 36,47; 34,84 y 33,53 %; contenido de HCN de 15-25; 60-85 y 25-40 p.p.m; deterioro fisiológico de 19,76; 3,30 y 8,17 % presentando además una producción de semilla vegetativa de 23,35; 21,97 y 16,5 estacas por planta. Se presentaron ataques incipientes de gusano cachón (*E. ello*) y de hormigas cortadoras (*Atta, sp.*) que fueron controlados oportunamente; no se presentaron enfermedades.

Palabras claves: yuca, variedades, características, agro morfológicas.

ABSTRACT

In Zacaria rural zone of Buenaventura, on a ground of Franco Arcillo Limoso was done the Agromorphological Characterización of three different kinds of common Yuca, sowed in the Región, which documented information, to be used as base of to improve the nowadays practices crop us cultivation and the postcrop as a future genetic improvement. It was determined the following morphological characteristics: color of the foliage, of the petioles and the stem; the architecture of the plants; flowering period; color the bark and the pulp of the roots; the precency of pedunculo form and size of the roots; starch content, dry material and HCN of the roots; culinary quality and physiological deterioration of the roots; the Agronomical characteristics that were evaluated are: the plants size and the first ramification; number of stems and the ramification per plants; production of foliage; production of vegetative seed; production of commercial roots and non commercial roots; percentage of production of the roots in addition to we registered presence of plaques and illnesses. The crop was done ground 7 ½ months because of the excess of humidity was causing the of the roots these kinds of yuca; Chiroso, Copi Blanca and Copi Roja presented respectively Rendiments of 17,92; 11,98 and 3,62 ton/ha; production of the roots of 25,35; 42,97 and 64,25 %; content of dry stuff of 36,47; 34,84 and 33,53 %; HCN content of 15-25; 60-85 and 25-40 p.p.m; physiological damage of 19,76; 3,30 and 8,17 % presenting besides a production of vegetative seed of 23,35; 21,97 and 16,5 estacas per plants. There were incipient attacks of gusano cachón (*E. ello*) and hormiga arriera (*Atta, sp*) which were controlled there was not any presence of illness.

Key words: Cassava, kinds, characteristics Agromorphological

INTRODUCCIÓN

La yuca *manihot esculenta Crantz*, planta originaria de América tropical, es un arbusto leñoso perenne, que pertenece a la familia Euphorbiaceae; un género muy importante de esta familia es Manihot, al que pertenece la yuca y se encuentra distribuido desde el suroeste de Estados Unidos (33° N), hasta Argentina (33° S). Naturalmente solo se encuentran especies del género manihot en las Américas (Ospina, 2002).

Este es un cultivo con alta producción de raíces reservantes, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas. Las características de este cultivo permiten su total utilización: el tallo (estacón) para su propagación vegetativa, sus hojas para producir harinas y las raíces reservantes para el consumo en fresco, la agroindustria o la exportación (3).

Tradicionalmente se ha reconocido en la yuca su notable adaptación a las condiciones abióticas extremas y marginales, pues comparándolas con otras especies son grandes sus ventajas, especialmente su tolerancia a las condiciones de acidez del terreno (El-Sharkawy y Cock, 1984). De acuerdo a las características de las raíces, Sánchez y Alonso (2002) las clasifican en dos categorías: para consumo fresco y uso industrial. Cada tipo de uso está determinado por ciertas exigencias en cuanto a la calidad que deben presentar las raíces, siendo el mercado para consumo fresco el más exigente.

El porcentaje de materia seca y el contenido de almidón, comúnmente considerados factores de calidad, varían mucho entre las distintas variedades de yuca. Además, se ha observado que estos factores están muy ligados con el contenido de potasio del suelo, con la edad del cultivo y el clima, principalmente la lluvia y contenido de humedad del suelo (Toro y Cañas A, 1983).

Dentro de la especie *M. esculenta* se ha identificado una amplia variabilidad genética, incluyendo rasgos de naturaleza agronómica y morfológica, resistencia a las principales plagas y enfermedades y rasgos de calidad (Goncalvez, 1992). Uno de los aspectos más importantes de una colección dada es el conocimiento cabal del material en cuanto a factores como rendimiento, adaptabilidad, resistencia a enfermedades y plagas, entre otros, de modo que permita al mejorador usar el material de forma conveniente a la hora de solucionar un problema. La caracterización morfológica de cultivares es de importancia ya que provee información sobre la forma general de la planta y aspectos organolépticos, entre otros, que facilitan la escogencia de los “ideo tipos” empleados en los trabajos de mejoramiento (Polanco, 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfológicas y agronómicas de tres variedades de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), corrientemente sembradas por los agricultores de Buenaventura y de las cuales no se tiene información escrita, esperando que un mayor conocimiento de ellas sirva de base para el mejoramiento de las actuales prácticas tanto de cultivo como de pos cosecha y en un futuro de su mejoramiento genético, todo lo cual conducirá a un aumento de la calidad de vida de la población rural del Pacífico.

1. JUSTIFICACIÓN

La yuca es una planta que crece bien en los trópicos, especialmente en climas cálidos y secos y que se adapta bien a suelos poco fértiles. En el Pacífico colombiano ubicado en el trópico húmedo, donde predominan los suelos de baja fertilidad se siembran variedades de la yuca que han sido seleccionadas específicamente por los agricultores locales por su tolerancia a las altas precipitaciones.

Las instituciones dedicadas a la investigación agrícola han generado importantes aportes tecnológicos al cultivo de la yuca principalmente dirigidos a las regiones más productoras del país. La región Pacífico, con una producción de yuca que tiene bajo impacto en la economía nacional, pero de indudable importancia socioeconómica en la comarca, no se ha beneficiado de la generación de componentes tecnológicos que conduzcan a un mayor rendimiento y mejores ingresos para sus agricultores.

La caracterización agronómica y morfológica de tres variedades de yuca corrientemente sembradas por los agricultores locales genera información básica que permitirá hacer recomendaciones técnicas para mejorar las actuales prácticas tanto de cultivo como de postcosecha, orientar la producción hacia el consumo humano, el consumo animal o hacia la industria y además para incluir en futuros esquemas de mejoramiento genético

2. OBJETIVOS

2.2 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las características morfológicas y agronómicas de tres variedades locales de yuca *Manihot esculenta Crantz* en un suelo del corregimiento número ocho vereda Zacarías en Buenaventura-valle.

2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir las características morfológicas de las variedades estudiadas.
- Determinar si existen diferencias significativas para las variables agronómicas estudiadas en las variedades de yuca, Copi Roja, Chirosa y Copi Blanca, comúnmente sembradas en la región.

3. MARCO TEORICO

3.1 YUCA

La yuca es un cultivo importante en países asiáticos, africanos y de América Latina, principalmente por su participación en los sistemas agrícolas y por su aporte a la dieta de la población tanto humana como animal. Las principales ventajas de la yuca es su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca. Adicionalmente, es un cultivo cuya producción se adapta a ecosistemas diferentes, pudiéndose producir bajo condiciones adversas y climáticas marginales.

Según Cock, (1989), la yuca se cultiva en su mayor parte en regiones con un promedio de precipitación superior a 1000mm/año; se adapta bien a precipitaciones de 1.000 a 3.000mm anuales, pero necesita suelos bien drenados. Un día de anegamiento puede destruir el cultivo en suelos pesados, aunque hay varios informes sin confirmar acerca de cultivares de la selva amazónica y de la Costa Pacífica colombiana que pueden sobrevivir a varias semanas de inundación.

En cuanto a los suelos, el mismo autor sostiene que la yuca se adapta a los de baja fertilidad que predominan en los trópicos por lo cual, cuando se siembra en ellos el crecimiento total de la planta sufre menos que la mayor parte de los otros cultivos y que la producción de raíces es muy eficiente en suelos de baja fertilidad.

3.1.1 Hojas. Las hojas de la planta de yuca al igual que las de cualquier otra planta, son los órganos en los que mediante el proceso fotosintético, se transforma la energía radiante del sol en energía química. El número total de hojas producidas, su longevidad y tasa de producción son características varietales que varían según las condiciones ambientales. Las hojas son simples, constan de una lámina foliar y el pecíolo. La lámina foliar es palmeada y lobulada según el cultivar las hojas completamente desarrolladas son de diferentes colores; los colores básicos son morados, verde oscuro y verde claro (CIAT, 1981).

El número de lóbulos, por lo general impar entre 3 y 9, varía según la variedad; también puede ser diferente en hojas de una misma planta. Los lóbulos tienen de 4 a 20 cm de longitud, y de 1 a 6 cm de anchura. Los lóbulos centrales son de mayor tamaño que los laterales (CIAT, 1981).

3.1.2 Inflorescencia. No todas las variedades de yuca florecen y entre las que lo hacen hay marcadas diferencias en cuanto al tiempo de floración y a la cantidad de flores que producen. Como todas las plantas del género manihot, la yuca es una planta monóica, ya que tiene flores masculinas y femeninas en una misma planta.

La polinización en la yuca normalmente es cruzada y se realiza básicamente por la acción de los insectos. De ahí que la yuca sea una planta altamente heterocigota. En una misma inflorescencia las flores femeninas abren una a dos semanas antes que las

masculinas, lo que se conoce con el nombre de protoginia. También sucede que flores masculinas y femeninas de la misma planta pero de distintas ramificación abren al mismo tiempo. La flor masculina cuyo tamaño es aproximadamente la mitad del de la flor femenina, tiene el pedicelo delgado, recto y muy corto, mientras que el de la flor femenina es grueso, curvo y largo (CIAT, 1981).

3.1.3 Fruto. Después de la polinización y la subsiguiente fertilización, el ovario se desarrolla para formar el fruto, el cual toma entre tres y cinco meses para completar su maduración. El fruto es una capsula dehiscente y trilobular de forma ovoide o globular, de 1 a 1,5cm de diámetro, con 6 aristas longitudinales estrechas y prominentes (**Figura 1**) (CIAT, 1981).



Figura 1. Fruto.

3.1.4 Tallo. Los tallos son el medio para la multiplicación sexual de la especie al servir como “semilla” para la producción comercial de la yuca.

El tallo maduro es cilíndrico, su diámetro varía de 2 a 6 cm, y tanto el grosor como el color varían según la edad de la planta y la variedad. Se presentan tres colores básicos en tallos maduros: plateado o gris, morado y café. Los tallos están formados por la alternación de nudos y entrenudos. El nudo es el punto en que una hoja se une al tallo y el entrenudo es la porción del tallo comprendida entre dos hojas sucesivas, en el nudo se insertan el peciolo de la hoja, una yema axilar protegida por una escama y dos estipulas laterales (CIAT, 1981).

La longitud de los entrenudos en el tallo principal es muy variable, porque además de depender de la variedad, hay otros factores que también influyen, como la edad de la planta, una sequía, un ataque de insecto, etc.

Una planta proveniente de material vegetativo, es decir de una estaca, puede producir tantos tallos primarios, cuantas yemas variables tenga la estaca. En algunas variedades con fuerte dominancia apical solo se desarrolla un tallo. Otros factores que determinan el número de tallos primarios además de la variedad, son el tamaño las condiciones de la estaca y la posición en que esta se siembra (CIAT, 1981).

3.1.5 Altura de la planta. La yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50-2,50 m) y altos más de 2.50m.

3.1.6 Ramificación. El tallo produce dos tipos de ramificaciones laterales y reproductoras; estas últimas constituyen el carácter varietal más estable. La yuca es una planta de ramificación simpodial, cuyo tallo o tallos principales al ramificarse en dicotomía, tricotomía o toracotomía, originan ramas secundarias; estas a su vez, dan origen a otras ramificaciones sucesivas. Estas ramificaciones son inducidas por una floración, por lo cual, han sido llamadas “ramificaciones reproductoras”, sin embargo, estas ramas se desarrollan produciéndose o no la inflorescencia. El momento en el cual se producen estas ramificaciones y los factores que la controlan, aún no están totalmente determinados (CIAT, 1981).

El patrón de ramificación de la planta de yuca varía en los distintos cultivares, pero en algunos una vez que el tallo principal se ha desarrollado produce simultáneamente, por ejemplo tres ramas, cada una de estas también produce simultáneamente tres ramificaciones y así sucesivamente; en otros cultivares el patrón de ramificación no es tan regular.

Otras características importantes de la ramificación son la altura de la primera ramificación y el ángulo formado entre las ramas de la primera ramificación y el tallo principal. Las ramificaciones laterales son esporádicas y dependen del número de plantas/ha, de las condiciones climáticas y del cultivar. Son ramas o “chupones” provenientes de las yemas axilares de las hojas del tallo principal; generalmente estas ramas son más delgadas que el tallo principal con entre nudos más largos y hojas pequeñas (Pereira, 1979).

3.1.7 Raíz. La raíz de yuca se compone de tres tejidos; el periderma (cascarilla), el parénquima cortical (corteza) y el parénquima interior. El 80% del peso fresco de la raíz aproximadamente corresponde al parénquima o pulpa, que es el tejido en que la planta almacena el almidón. El contenido de materia seca de la raíz de yuca fluctúa entre el 30% y 40%. La materia seca del parénquima está constituido en su mayor parte (90% a 95%) por la fracción no nitrogenada es decir por carbohidratos (almidones y azúcares). Las raíces de la planta de yuca tienen como característica principal la 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 (Alarcón, 2002).

El sistema radical de la planta de yuca tiene una baja densidad de raíces pero una penetración profunda lo cual le da a la planta capacidad para resistir periodos largos de sequía. Hasta la fecha se ha encontrado que las raíces fibrosas de yuca pueden penetrar alrededor de 2,5 m (CIAT, 1980).

La planta absorbe el agua y los nutrientes por medio de las raíces fibrosas y aparentemente todas esas raíces tienen esa capacidad, que disminuye considerablemente cuando se vuelven raíces tuberosas. Solamente unas pocas raíces fibrosas en cada planta, por lo general menos de diez, se vuelven tuberosas; la mayoría permanecen y

continúan en su función de raíces alimentadoras. El número de raíces tuberosa generalmente se determina en las primeras etapas del crecimiento del cultivo (CIAT, 1980).

Las raíces tuberosas de yuca son morfológica y anatómicamente idénticas a las raíces fibrosas, la diferencia esencial radica en que la polaridad del crecimiento de la raíz cambia de longitudinal a radial cuando se inicia la acumulación de almidón. Sin embargo, esto no implica que la raíz no siga creciendo longitudinalmente (CIAT, 1980).

3.1.8 Rendimiento. En condiciones experimentales y en monocultivo la yuca rinde hasta 90 t/ha de raíces (25 a 30 t/ha de materia seca); sin embargo en condiciones reales (suelos marginales, clima severos y asociación con otros cultivos) es de 9.8 t/ha en el mundo, (12.4 t/ha en América Latina). Con una tonelada (1000 kg) de yuca fresca se pueden obtener, 280 kg de harina o 230 kg de almidón o 350 kg de trozos secos o 170 litros de alcohol (CIAT, 1996).

La producción de yuca en Colombia ascendió, en 1997 a 1.9 millones de toneladas métricas que corresponden al puesto 16 en el mundo (FAO, 1997); el rendimiento medio es de 9.95 t/ha según los datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) del país (Alarcón, 2002).

La principal zona productora de yuca es la Costa Atlántica, una cantidad considerable de este producto sale también de los Llanos Orientales. El departamento del Cauca figura con un 3% de la producción del país (Alarcón, 2002).

3.2 CONTENIDO DE ACIDO CIANHIDRICO.

Los tejidos de la planta de yuca, contienen diferentes concentraciones de glucósidos cianogénicos (linamarina y lotaustralina) que al hidrolizarse mediante la acción de la enzima linamarasa (glicosidasa), dan origen al ácido cianhídrico libre que, en últimas es el causante de los efectos tóxicos sobre el organismo humano o animal (Buitrago, 1990).

La linamarina y la lotaustralina presentes en muchas plantas, se han considerado como precursoras de la síntesis de proteína, excretoras inertes de productos en el metabolismo del nitrógeno. También se consideran estos compuestos como responsables de la repelencia que las plantas ejercen sobre algunos insectos fitófagos o herbívoros en general, lo mismo sucede en variedades consideradas como “amargas”, cuyo contenido de HCN es mayor de 100 ppm en lo que respecta a la tolerancia a ciertas enfermedades (Frederick, 1978).

Durante el ciclo de desarrollo de la planta, las condiciones de HCN en los diferentes tejidos fluctúan y esto depende en gran medida de factores externos como la temperatura, condiciones edáficas, variedad, edad de la planta, manejo del cultivo, altitud, deficiencia de potasio, disponibilidad de agua, etc. (Cadavid, 2002).

3.3 SUELOS

No es un cultivo exigente en cuanto a suelo; se da en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos (www.Agri-niva.com, 2010).

3.4. PRINCIPALES ENFERMEDADES FÚNGICAS

3.4.1 Mancha parda de la hoja. Causada por *Cercospora henningsii*. Es una de las enfermedades más importantes de la yuca. Los síntomas que provoca son manchas marrones, más definidas en el haz y menos en el envés. Las venas cercanas a las lesiones circulares pueden aparecer de color negro. Las hojas situadas en la parte baja de la planta son más susceptibles de ser atacadas. Para controlar la enfermedad, lo mejor es utilizar variedades resistentes al hongo. Como control químico se recomiendan fungicidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral (www.Agri-niva.com, 2010).

3.4.2 Mancha blanca de la hoja. Causada por *Cercospora caribae*. Es una enfermedad frecuente en los periodos húmedos y frescos. Los daños que causan estas especies comienza por un amarillamiento en la hoja, en el centro aparece un color pardo en cuyo borde en ocasiones aparece una línea irregular pardo-violeta. En las hojas produce manchas irregulares, primero amarillas y posteriormente pardas de unos 5 - 10 mm. El hongo penetra en la planta a través de los estomas, invadiendo posteriormente los espacios intercelulares. El hongo sobrevive en la época seca sobre los tejidos viejos infectados, para volver a iniciar su actividad en el periodo de lluvias. No se conoce ninguna variedad resistente específica (www.Agri-niva.com, 2010).

3.4.3 Ceniza o mildiu. Causada por *Oidium* sp. Esta enfermedad aparece en la época seca. La ceniza de la yuca está causada por *Oidium manihotis*. Ataca preferentemente a las hojas más desarrolladas. Provoca lesiones amarillentas en las que en ocasiones aparecen áreas necróticas de color marrón, pudiendo llegar hasta provocar la defoliación de la planta. En cuanto al control de la enfermedad, parece ser que existen variedades resistentes. También se recomienda la aplicación de productos a base de azufre por aspersión (www.Agri-niva.com, 2010).

3.4.4 Añublo pardo fungoso. Causada por *Cercospora vicosae*. Suele presentarse donde aparece la mancha parda. Los síntomas son manchas grandes de color marrón, siendo marrón grisáceo en el envés. Puede ocasionar defoliaciones severas en variedades susceptibles. No obstante, no es una enfermedad que ocasione grandes pérdidas. Para controlar la enfermedad se recomienda evitar excesiva humedad en el suelo y el empleo de variedades resistentes.

3.4.5 Pudrición seca del tallo y la raíz. Causada por *Diplodia manihotis*. Aparece una pudrición radical que conllevará a la muerte de la planta. También ataca el material de propagación almacenado, sobre todo en condiciones de alta humedad relativa, y a los

restos de tallos que se han dejado en el terreno. Para controlar la enfermedad se recomienda la rotación con cultivos como maíz o sorgo. Se deben utilizar estacas sanas en la plantación desinfectando adecuadamente las herramientas (www.Agri-niva.com, 2010).

3.5 PRINCIPALES ENFERMEDADES BACTERIANAS

3.5.1 Bacteriosis; pudrición Causada por *Xanthomonas manihotis*. Es una enfermedad importante en Argentina, Paraguay y Brasil. Provoca el marchitamiento de las hojas y la exudación de goma. La enfermedad a veces aparece el extremo de las ramas, secándose las hojas nuevas. Existen variedades resistentes a la enfermedad. Se recomienda sembrar estacas sanas (www. finagro, 2010).

3.6 PRINCIPALES PLAGAS

3.6.1 El taladrador de tallos y ramas. *Coelostermus* sp. Existen cinco especies de este género que ataca a la yuca. Las larvas hacen galerías que pueden llegar a los 13 mm. El mejor método de control es la rotación de cultivos y la utilización de material de propagación sano (www. finagro, 2010).

3.6.2 Gusano de la hoja. *Erinnyis ello*, Lepidóptera. Es una plaga importante que ataca por toda América y acaba con las hojas de la yuca y otras plantas. Como control biológico se han indicado las especies *Trichogramma spp*, *Telenomus dilopphonotae* y *Telenomus monolicornis*; *Apanteles americanus*, *Apanteles flaviventris* y *Belvosia williamsi* (www. Finagro, 2010).

3.6.3 "Mosquinha dos mandiocais" o "Broca dos brotes", *Lonchaea pendula*. Es una de las plagas más importantes de América. La mosca coloca los huevos en los brotes, llegando a acabar con las hojas en desarrollo. Existen variedades con resistencia genética (www. Finagro, 2010).

3.6.4 Ácaros. Provoca decoloración y deformación de las hojas, llegando a la caída de las mismas. Desorganiza todo el proceso de crecimiento de la planta, provocando acortamiento de los nudos y la muerte en los extremos apicales, incluso en toda la planta. Se observa una mayor proliferación en la estación seca. Son enemigos naturales *Somatium spp*, *Karschomia spp* de *Tetranychus bimaculatus* (www. Finagro, 2010).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 LOCALIZACION

La investigación se llevó a cabo en la Finca Sinaí ubicada en el corregimiento número ocho, vereda Zacarías en un suelo de textura franco arcillo limoso cuyas características químicas se relacionan en la Tabla 1 (anexo a).

La vereda Zacarías, que se encuentra a 10km del perímetro urbano por la antigua via Cali-Buenaventura, a 5msnm con una latitud 3° 48" y longitud 76° 44" presenta las siguientes características climáticas: precipitación media anual 6408 mm; temperatura promedio de 25,6-26,1 °C; brillo solar efectivo de 3horas/día y humedad relativa del 86-88% (Eslava, 1994).

4.2 PREPARACION DEL TERRENO

En la preparación del terreno se realizaron las labores de: soca, tumba, destronque, arrume y limpieza (**Figura 2**).



Figura 2. Terreno utilizado. Izquierda estado inicial. Centro: labores de limpieza. Derecha: terreno preparado.

4.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental se utilizaron las variedades locales, Chirosa, Copi Roja y Copi Blanca cuya semilla se obtuvo de una finca de la región; la siembra se realizó 8 días después del corte de la semilla utilizando estacas de 20 cm de longitud (**Figura 3**).

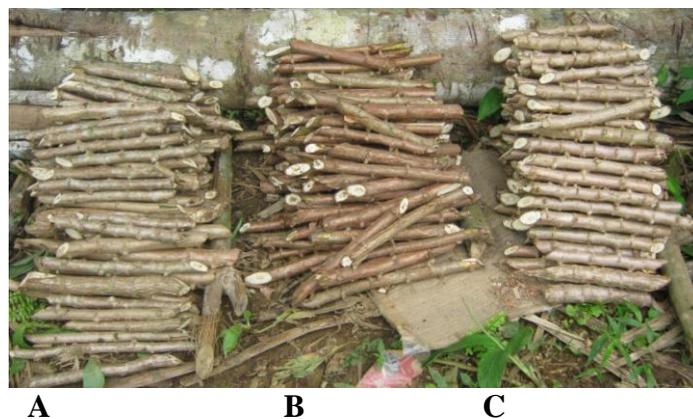


Figura 3. Material de siembra: (A) Chirosa; (B) Copi Roja, (C) Copi Blanca

4.4 SISTEMA DE SIEMBRA

La siembra se hizo utilizando una distancia de 1 metro entre plantas y 1 metro entre surcos para una densidad de 10000 plantas por hectárea, removiendo el suelo y haciendo un montículo en cada sitio donde luego se sembró la estaca de forma horizontal de acuerdo con la práctica local (**figura 4**).

4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El ensayo se estableció usando un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales consistentes en parcelas de 5 metros de ancho por 5 metro de largo, para un área total de 300m². Como área de cálculo se utilizaron los 9 metros centrales de cada parcela.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

T1: variedad Chirosa.

T2: variedad Copi Roja.

T3: variedad Copi Blanca.



Figura 4. Sistema de Siembra: (A) distancia de 1m por 1m: (B) remoción del suelo y conformación de un montículo: (C) estaca en posición horizontal: (D) presentación final de la siembra.

4.6 VARIABLES EVALUADAS

Las variables que se evaluaron fueron:

- Altura de la planta.
- Número de tallos por planta.
- Altura de la primera ramificación.
- Número de ramificaciones.
- Incidencia de plagas y enfermedades.
- Número de estacas por plantas.
- Tolerancia a la humedad.
- Peso de raíces comerciales y no comerciales.
- Tamaño de las raíces (longitud y perímetro).
- Forma de las raíces.
- Color de la cascara.
- Calidad culinaria.
- Deterioro fisiológica de la raíz.
- Contenido de materia y almidón de la raíz.
- Contenido de ácido cianhídrico (HCN).

4.7 COSECHA

La cosecha se realizó manualmente, a los 225 días después de la siembra arrancando las nueve plantas centrales de cada parcela y dejando sin cosechar las plantas periféricas para evitar el efecto de borde (**Figura 5**).



Figura 5. Cosecha.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Inicialmente se había previsto hacer la cosecha cuando la yuca tuviera 10 meses de edad. Sin embargo, las lluvias se intensificaron y los agricultores vecinos comenzaron arrancar sus yucas desde los 6 meses de edad, por lo cual después de verificar que en el

experimento estaba ocurriendo pudrición de las raíces a pesar de además de la siembra en montículos se habían hechos drenajes, tanto en la periferia como en los bloques se tomo la decisión de arrancar la yuca cuando esta apenas había cumplido 7 meses con 15 días.

5.1 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA PARTE AEREA

5.1.1 Color del follaje. Según Ceballos y De la Cruz, 2002, el color del follaje es una característica de diferenciación varietal. Las variedades de yuca en estudio presentaron follaje desde verde oscuro en la variedad Chirosas, menos oscuro en la Copi blanca y verde claro en la variedad Copi Roja (**Figura 6**).

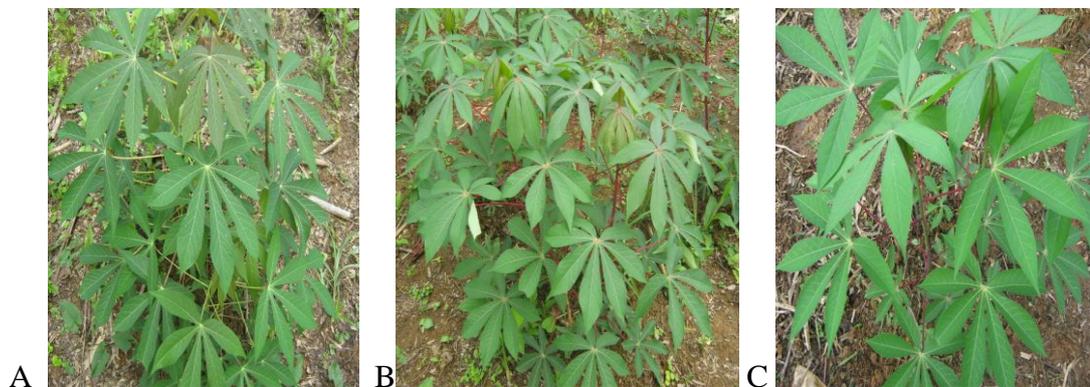


Figura 6. (A) Variedad Copi Banca, (B) Copi Roja y (C) Chiroso.

5.1.2 Color del peciolo. Esta es una característica varietal que contribuye a la identificación de los genotipos de yuca. En este caso, los colores que se presentaron fueron rojo en la variedad Copi Roja, morado intenso en la Chiroso y verde claro en la Copi Blanca (**Figura 7**).

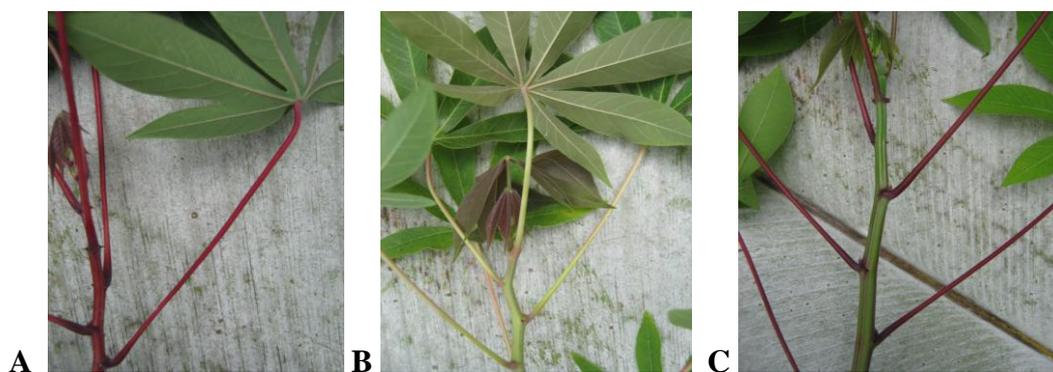


Figura 7. (A) Variedad Copi Roja, (B) Copi Blanca y (C) Chiroso.

5.1.3 Color del tallo. El color externo del tallo en las variedades evaluadas presentó variabilidad coincidiendo con Montaldo (1991) y con Ceballos y De la Cruz (2002), quienes afirman que esta característica varía significativamente dependiendo de la variedad y de la edad de la planta. Entre las variedades evaluadas varió desde rojo en la variedad Copi Roja, marrón oscuro en la variedad Chirosa y marrón claro en la Copi Blanca. La corteza debajo de la epidermis presentó color verde oscuro en la variedad Chirosa, intermedia en la Copi Blanca y verde claro en la Copi Roja (**Figura 8**).

5.1.4 Tipo de ramificación. Según Montaldo (1991), las yucas cultivadas presentan predominantemente tres ramificaciones. En el presente estudio las variedades resultaron ser de porte erecto, pero sin ramificación para la variedad Copi Blanca, la Chirosa con habito tricotómicos (tres ramificaciones) y la Copi Blanca mostró un hábito de ramificación dicotómico.



Figura 8. Color de corteza y tallo externo Chirosa (A), Copi Blanca (B) y Copi Roja (C).

5.1.5 Floración. La floración es una característica de importancia en el mejoramiento de plantas, ya que permite la realización de los cruces entre variedades seleccionadas y con ello la obtención de nuevos clones con características deseables. En la variedad Chirosa se observó la presencia de flores a los tres meses de edad y en la Copi Roja a los cuatro meses de edad, a partir de las cuales posteriormente se originaron frutos. Se pudo observar en ellos la producción de polen, mientras que en la Variedad Copi Blanca no se observó ninguna floración durante el periodo vegetativo de la planta.

El cultivo de yuca es una planta monoica, ya que presenta flores masculinas y femeninas en la misma planta (**Figura 9**).



Figura 9. Flor femenina (A), flor masculina (B)

5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DE LA RAIZ

Las características de las raíces reservantes también son útiles en la identificación de genotipos en este cultivo, dada su amplia variabilidad. En las variedades evaluadas, el color de la corteza (felodermis) varió de blanco crema a morado lila, coincidiendo con lo indicado por Montaldo (1991) para esta característica; siendo el blanco el color de mayor frecuencia ya que lo presentaron dos de las tres variedades evaluadas, (Copi Roja y Copi Blanca) y la Chirosa de color morado lila (**Figura 10**).



Figura 10. Variedad Chirosa (A), Copi Blanca (B), Copi Roja (C).

Las raíces pueden adquirir formas y tamaños muy variables, siendo estas características dependientes tanto de la variedad como de las condiciones ambientales en que la planta crece (Ceballos y De la Cruz, 2002). En las variedades estudiadas la Forma de las raíces fue Conica-cilindrica (**Figura 11**). El color de la pulpa de las raíces varió de blanco intenso a blanco crema, coincidiendo con Montaldo (1991), quien señaló que estos cultivos poseen tres tipos de coloración de pulpa: amarilla; crema y blanca.

La variedad Chirosa tuvo un color blanco intenso, mientras que las variedades Copi Blanca y Copi Roja una coloración blanca crema (**Figura 12**).



Figura 11. Forma de la raíz.

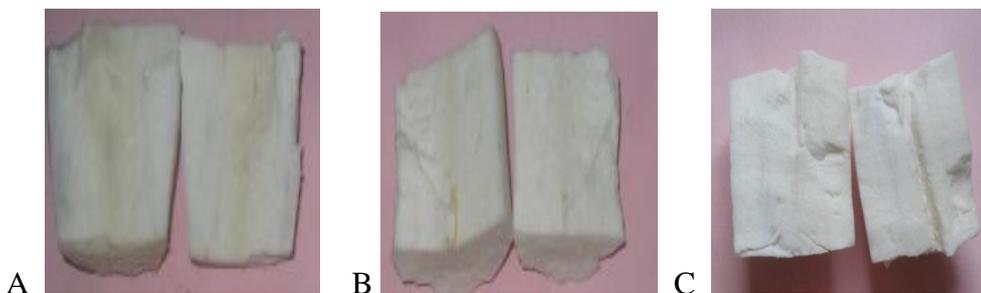


Figura 12. Copi Roja (A), Copi Blanca (B), Chiroso (C).

La buena calidad culinaria de la yuca depende de un tiempo de cocción <30min y al final la yuca cocida debe tener una consistencia entre dura y muy blanda, y no debe tener fibras ni tejidos lignificados (Sánchez y Alonso, 2002). Con respecto a la calidad culinaria de las raíces, la tendencia fue buena ya que presentaron una consistencia suave a los 25 minutos de cocción. Pero en esta característica sobresalió la variedad Chiroso, conforme al dato emitido por un grupo de 10 personas que hicieron una degustación de las tres variedades.

De acuerdo con estas características de calidad y los resultados obtenidos se puede observar que las raíces producidas por las variedades estudiadas cumplen con las exigencias del mercado para consumo fresco.

5.3 VARIABLES EVALUADAS

5.3.1 Longitud de tallos con hojas. La variedad Copi Blanca mantuvo una longitud en promedio de tallos con hojas hasta el día de la cosecha de 24,56 cm, la Chiroso de 16,44 cm, y la Copi Roja de 13,12 cm, (**Figura 13**), lo cual nos indica que al

permanecer más tiempo con sus hojas, la Copi Blanca realiza durante más tiempo el proceso de fotosíntesis y por consiguiente, la planta además de tener un mayor potencial para aumentar el rendimiento a través de una mayor producción de fotosintatos, también libera una mayor cantidad de oxígeno a la atmósfera

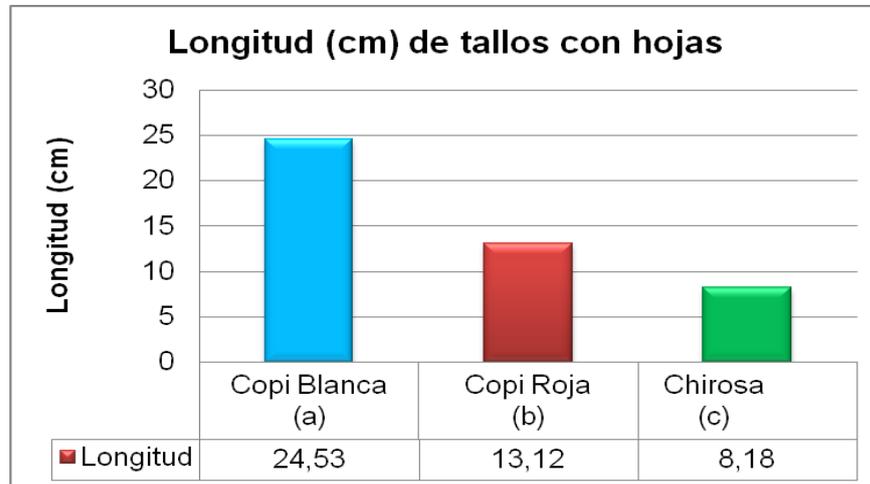


Figura 13. Longitud de tallos con hojas.

5.3.2 Longitud del pedúnculo. Según Sánchez y Alonso (2002) los criterios de calidad morfológica indican que las variedades de yuca más apropiadas para ser conservadas son las que tienen raíces de tamaño mediano con pedúnculos bien desarrollados, ya que sufren menos pérdidas por daños físicos durante la cosecha, selección y almacenamiento. De las variedades evaluadas la longitud del pedúnculo en promedio para la variedad copi Blanca fue de 7,7cm, y para las variedades Copi Roja y Chiroso fueron de 8,1 y 8,2cm de longitud. Aunque se presentó una pequeña diferencia numérica, según los análisis estadísticos esta no es significativa entre las variedades (Figura 14).

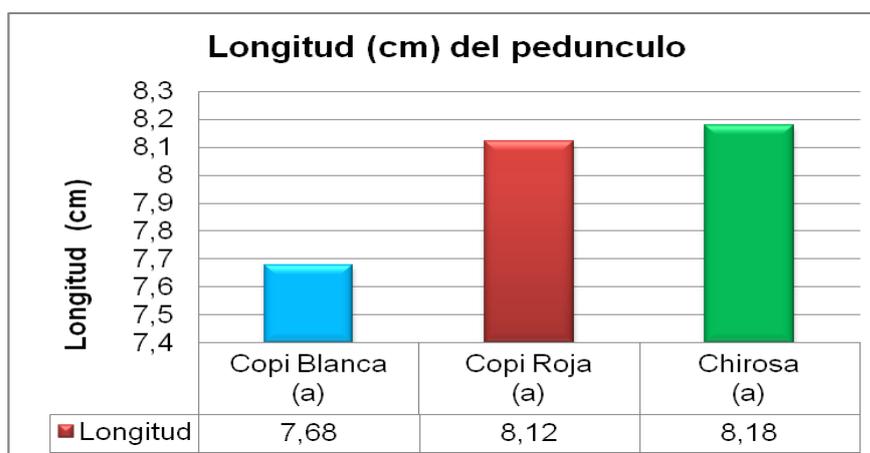


Figura 14. Longitud del pedúnculo por planta.

5.3.3 Altura de la primera ramificación. Para la altura de la primera ramificación solo se le tomo altura a dos variedades; Copi roja y Chirosa puesto que la variedad Copi Blanca no tuvo ramificación durante todo el proceso vegetativo de la planta. La variedad Copi Roja, presento una altura en la primera ramificación en promedio de 154,85 cm y la Chirosa de 120,92 cm (**Figura 15**) dando como resultado una diferencia significativa en estas dos variedades. Por consiguiente la variedad Copi Roja al tener la altura de la primera ramificación más alta, presenta junto con la Copi Blanca, ventajas agronómicas como son mayor facilidad para el almacenamiento de las ramas, mayor facilidad en el corte de las estacas, mayor posibilidad de sembrarlas en asocio con otros cultivos de ciclo corto y facilidad para el desplazamiento del agricultor dentro del cultivo cuando realiza labores tales como control de malezas y de plagas.

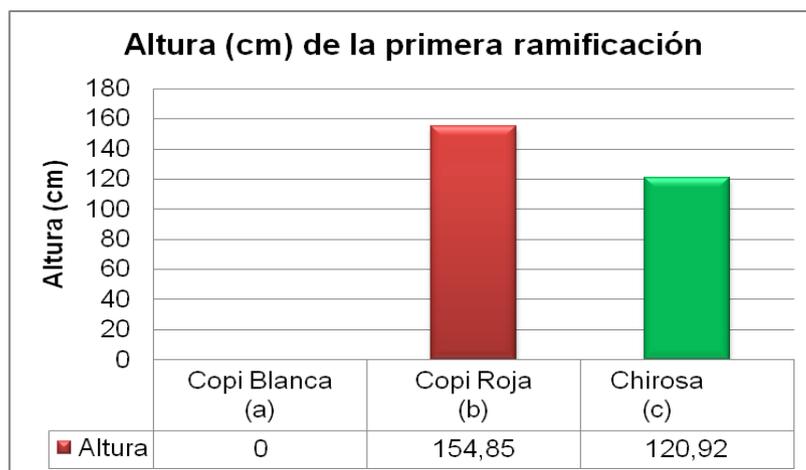


Figura 15. Altura de la primera ramificación.

5.3.4 Altura de la planta. La variedad Copi Roja presento una altura de 380,43 cm, la Chirosa de 377,43 cm y la Copi Blanca de 352,56 cm; obteniendo diferencia significativa entre las variedades evaluadas (**Figura 16**).

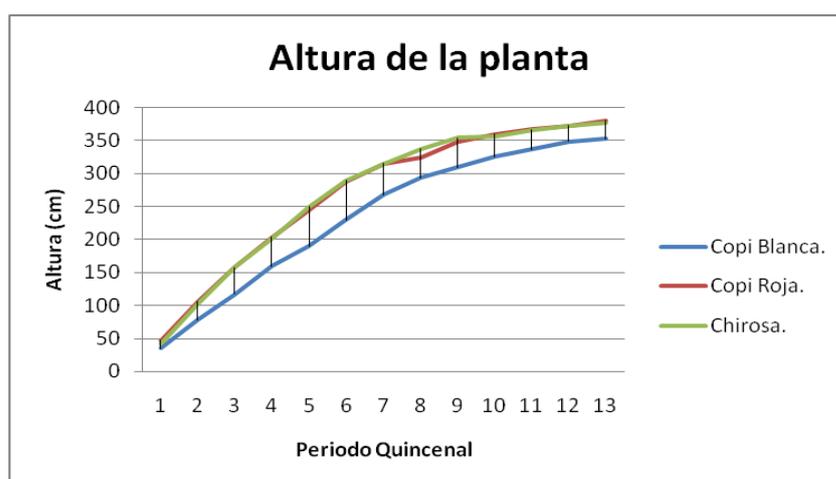


Figura 16. Altura de la planta.

5.3.5 Número de ramificación por planta. Según los análisis estadísticos de la ANOVA, hubo una diferencia significativa en el número de ramificación por planta entre las variedades Copi Roja, Chirosa y Copi Blanca ya que esta última no ramifico; quedando en promedio la variedad Copi Roja con 2,63 y la Chirosa con 3,19 ramas por planta (**Figura 17**).

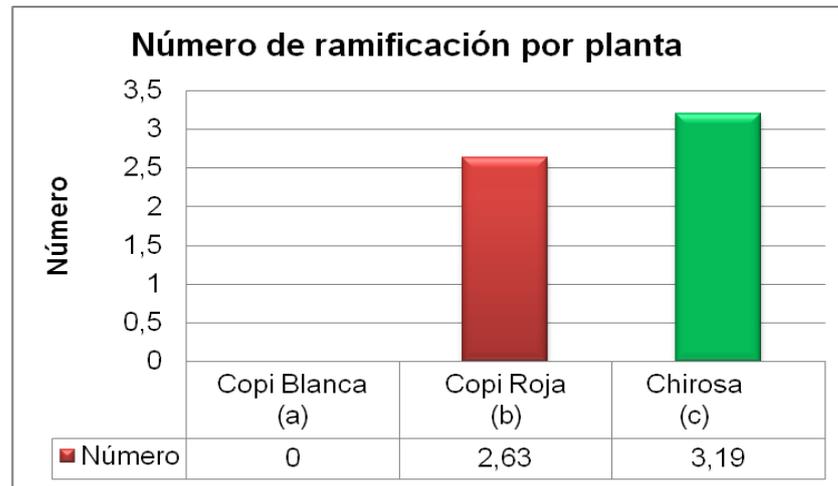


Figura 17. Numero de ramificación.

5.3.6 Numero de tallos por planta. La variedad Copi Blanca tuvo un número de tallo en promedio de 3,14, la Copi Roja de 1,89 y la Chirosa de 2,2 tallos, presentando diferencia significativa entre las variedades (**Figura 18**) siendo la variedad Copi Blanca la que mayor numero de tallos por planta tuvo, aunque muchos de ellos por ser delgados no se pueden aprovechar como material de siembra.



Figura 18. Numero de tallos por planta.

5.3.7 Número de estacas por planta. Este dato es importante para tener idea de la tasa de multiplicación, es decir, del número de nuevas plantas que es posible sembrar, a partir de una planta cosechada. El análisis estadístico ANOVA, dio como resultado que no hubo diferencia significativa entre el número de estacas por planta, presentándose únicamente diferencias numéricas entre ellas; la variedad Copi Blanca tuvo un número de estacas en promedio de 21,97, Copi Roja de 16,5 y la Chirosa de 23,35 número de estacas por planta (**Figura 19**).

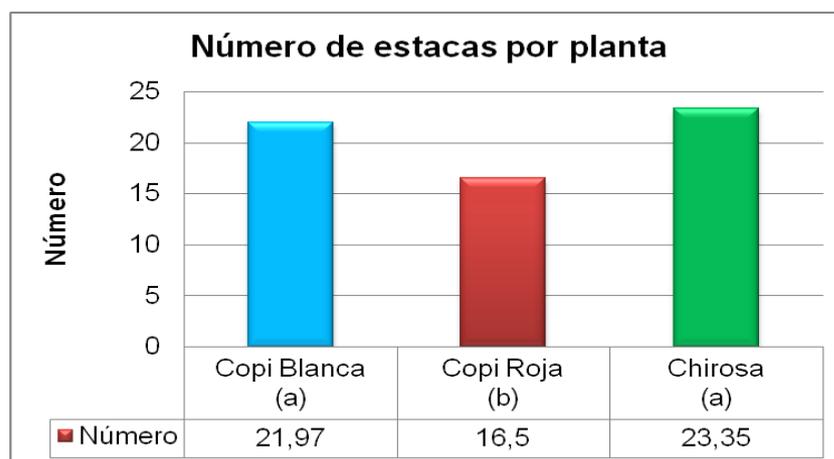


Figura 19. Numero de estacas por planta.

5.3.8 Producción de raíces comerciales por planta (número y peso). En el número de raíces comerciales por planta, no se presentó diferencia significativa entre las variedades evaluadas, la variedad Copi Blanca tuvo un número de raíces comerciales de 1,99, la Copi Roja de 0,30 y la Chirosa de 2,8 raíces comerciales por planta (**Figura 20**).

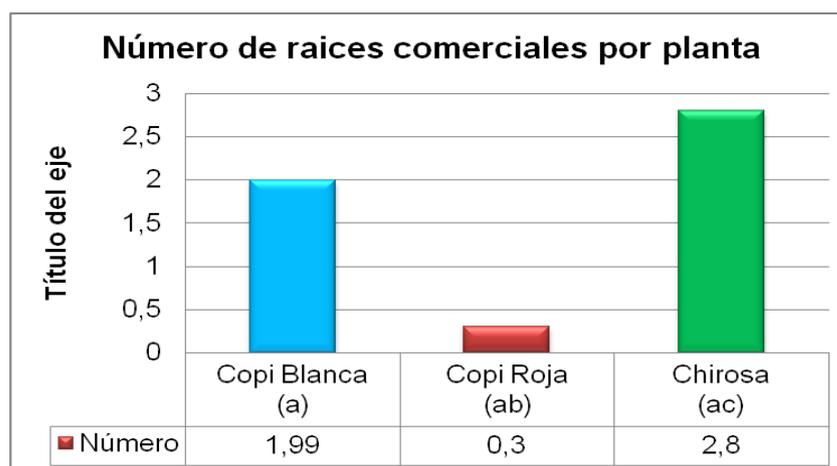


Figura 20. Número de raíces comerciales.

La variedad Copi Blanca tuvo un peso (kg) de raíces comerciales en promedio de 0,66 kg, la Copi Roja de 0,13 kg y la Chirosa de 1,22 kg, no presentando diferencia

significativa según el análisis estadístico, pero sobresalió la variedad Chiroso con una diferencia numérica (**Figura 21**).

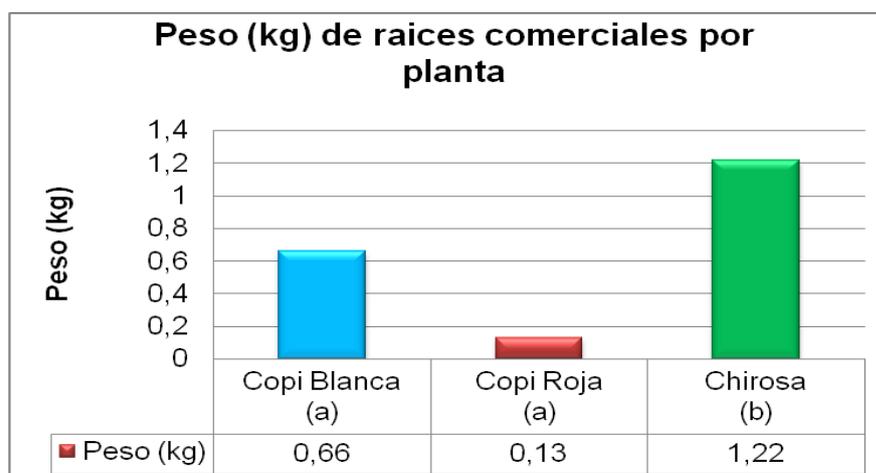


Figura 21. Peso de raíces comerciales.

Según Pearson el número y peso de raíces comerciales por planta tiene una correlación inversamente proporcional con el porcentaje (%) de pudrición de las rices, en cuanto a menor porcentaje de pudrición mayor número y peso de raíces comerciales por planta.

La variable peso (kg) de raíces comerciales se refiere al peso promedio que tiene una raíz de tamaño comercial en una planta.

5.3.9 Tamaño de raíces comerciales por planta (longitud en cm y perímetro en cm).

En la longitud de raíces comerciales por planta no hubo diferencia significativa, según el análisis estadístico, pero en promedio la variedad Copi Blanca tuvo una longitud de 23,35 cm; la Copi Roja de 15,86 cm y la Chiroso de 24,75 cm (**Figura 22**).

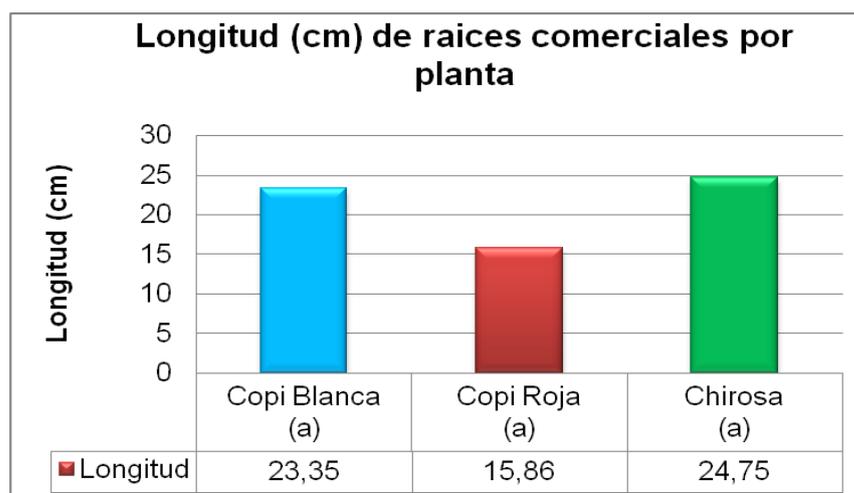


Figura 22. Longitud de raíces Comerciales.

El perímetro de raíces comerciales no tuvo diferencia significativa entre las variedades evaluadas pero en promedio la variedad Copi Blanca presento un perímetro de 17.55 cm, la Copi Roja de 9.25 cm y la Chirosa de 18 cm, siendo la variedad Copi Roja la de menor perímetro, sobresaliendo numéricamente la variedad Chirosa (**Figura 23**).

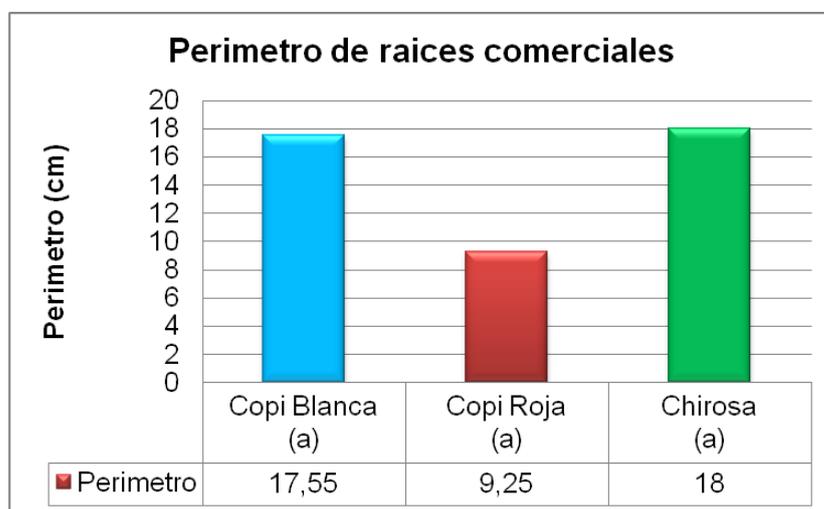


Figura 23. Perimetro de raices comerciales.

5.3.10 Peso por hectárea de raíces comerciales. En el peso de raíces comerciales hubo diferencia significativa en las variedades evaluadas. La variedad Chirosa con un peso en promedio de 12.300 kg/ha, la Copi blanca de 6.688,8kg/ha y la Copi Roja de 1.388,8 kg/ha; siendo la Chirosa la de mayor peso en (kg/ha) de raíces comerciales debido a que fue la variedad con mayor número de raíces comerciales por planta pero también con menor porcentaje de pudrición de las raíces (**Figura 24**).

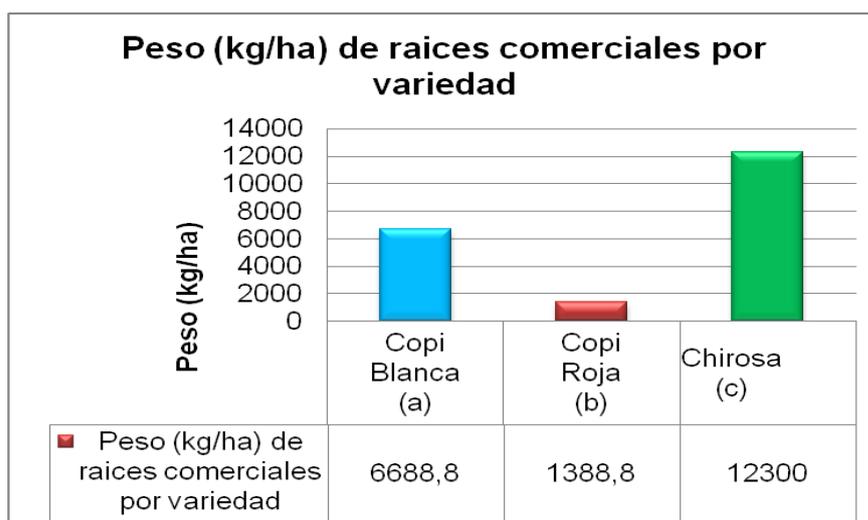


Figura 24. Peso (kg/ha) de raíces comerciales por variedad.

5.3.11 Producción de raíces no comerciales por planta (número y peso). La variable número de raíces no comerciales por planta se refiere a las raíces más pequeñas que no se utilizan para el comercio fresco y que son utilizadas en otros fines tales como para el consumo del agricultor o para la alimentación de animales.

En esta evaluación se presentó una diferencia significativa entre las variedades Copi Blanca, Copi Roja y Chirosa obteniendo en promedio un número de raíces no comerciales por planta de 3.24, 1.38 y 3.21 respectivamente (**Figura 25**).

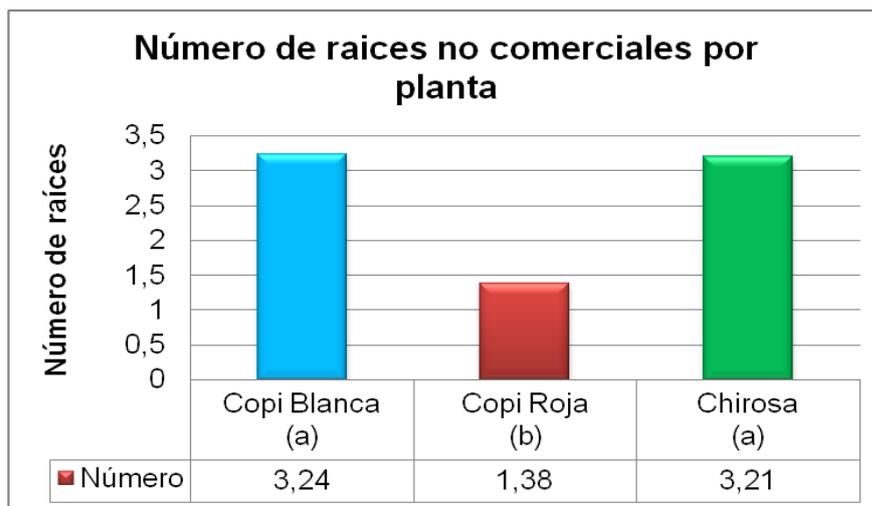


Figura 25. Numero de raíces no comerciales por planta.

La variedad Copi Blanca tuvo un peso por planta de raíces no comerciales de 0,52 kg, Copi Roja 0,22 kg y la Chirosa 0,55 kg, presentando una diferencia significativa entre las variedades según el análisis estadístico ANOVA (**Figura 26**).

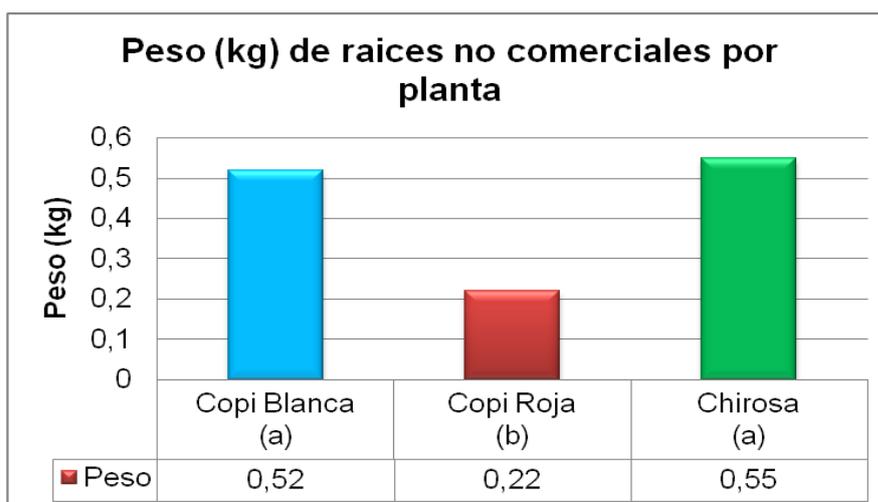


Figura 26. Peso de raíces no comerciales por planta.

5.3.12 Peso por hectárea de raíces no comerciales. En las variedades evaluadas se presentó una diferencia significativa en el peso de raíces no comerciales por hectárea; en el cual la variedad Chiroso presentó un peso en promedio de 5.622,2 kg/ha; Copi Blanca 5.300 kg/ha y la Copi Roja de 2.233,3 kg/ha. (Figura 27).

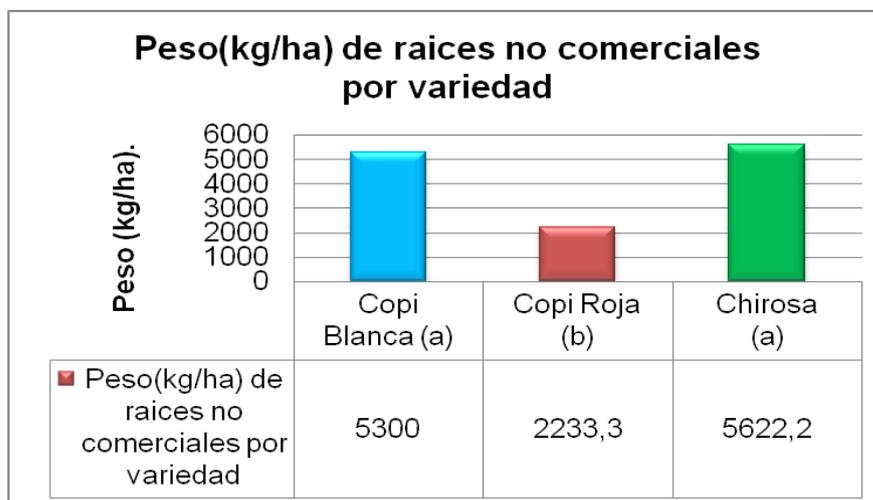


Figura 27. Peso (kg/ha) de raíces no comerciales por variedad.

5.3.13 Número y peso de raíces totales por planta. Hubo una diferencia significativa en el número de raíces totales por planta entre las 3 variedades; en promedio la variedad Copi Blanca presentó 4,49, la Copi Roja 1,68 y la Chiroso 6,07 raíces totales por planta (Figura 28).

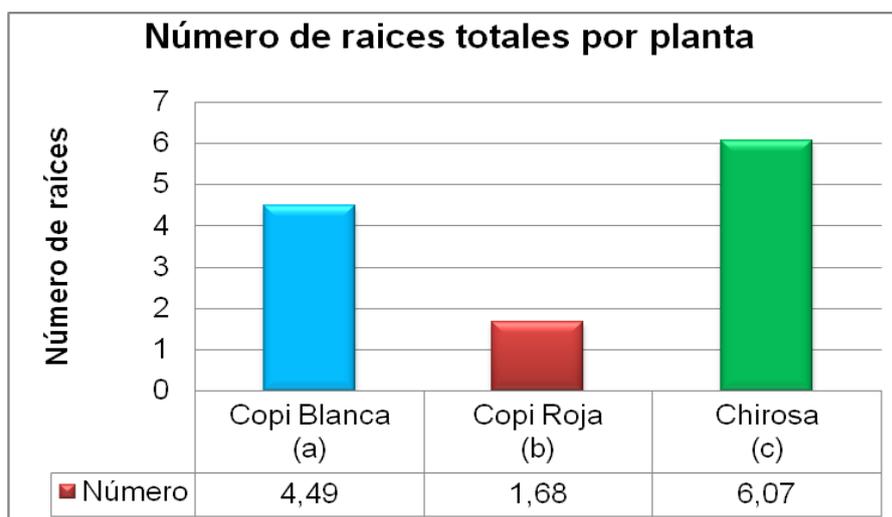


Figura 28. Numero de raíces totales por planta.

El número total de raíces por planta es inversamente proporcional al porcentaje (%) de pudrición de las mismas, puesto que a menor porcentaje de pudrición, mayor numero de raíces totales por planta.

Según el análisis estadístico ANOVA, existe una diferencia significativa en el peso de raíces totales por planta entre las tres variedades; en promedio la variedad Copi Blanca tuvo un peso de 1.32 kg, la Copi Roja de 0.33kg y la Chirosa de 1,79 kg por planta (**Figura 29**). Este peso está asociado directamente con el número y peso tanto de las raíces comerciales como de las no comerciales.

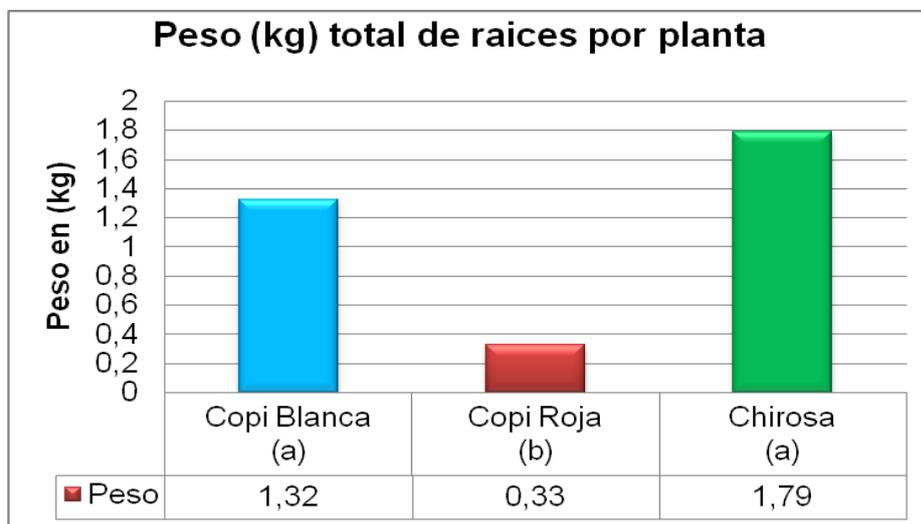


Figura 29. Peso de raíces totales por planta.

5.3.14 Porcentaje (%) de pudrición de las raíces. El análisis estadístico ANOVA demostró que hubo diferencia significativa en el porcentaje de pudrición de las raíces entre las diferentes variedades evaluadas.

La variedad Copi Blanca tuvo un porcentaje de pudrición de raíces en promedio de 42,97 %, la Copi Roja de 64,25 % y la Chirosa de 25,35 % de raíces podridas. La variedad Chirosa con el menor porcentaje de pudrición se constituye la de mayor resistencia al exceso de humedad en el suelo, característica de mucha importancia en las condiciones edafoclimáticas de Buenaventura (**Figura 30**).

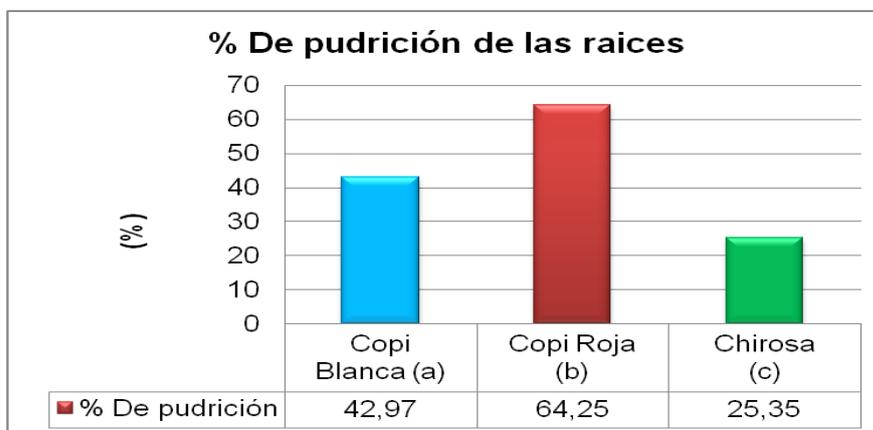


Figura 30. Porcentaje de pudrición de raíces.

5.3.15 Rendimiento (kg/ha) por variedad. Hubo diferencia significativa en el rendimiento entre las variedades evaluadas, en el cual la variedad Chiroso con 17.922,2kg/ha presentó el mayor rendimiento, seguida de la Copi Blanca con 11.988,8kg/ha y por último la Copi Roja con 3.622,2kg/ha (**Figura 31**).

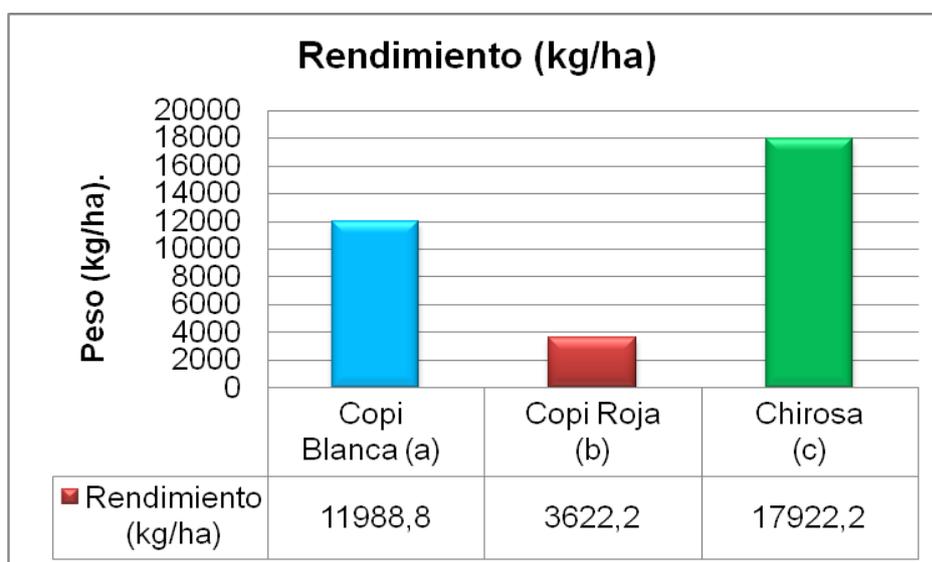


Figura 31. Rendimiento.

Estas diferencias en rendimientos se deben a diferencias genéticas relacionadas con el potencial de producción de cada uno de ellos bajo las condiciones del campo experimental donde se realizaron las evaluaciones.

5.3.16 Índice de cosecha. Esta variable sirve para determinar la eficiencia de la planta en la producción y distribución de fotosintatos. Se evalúa dividiendo el peso de las raíces sobre el peso total de la planta (peso de hojas, tallos, tocones y raíces).

La variedad Copi Blanca tuvo un índice de cosecha de 0,31 %, la Copi Roja de 0,13 % y la Chiroso de 0,35 %. Para la variedad Copi Roja este porcentaje supremamente bajo probablemente estuvo influenciado por el porcentaje tan alto de pudrición que tuvo.

5.3.17 Porcentaje (%) de materia seca. En el porcentaje de materia seca, se presentó una diferencia significativa entre las variedades de yuca evaluadas, en el cual la variedad Copi Blanca tuvo un porcentaje de materia seca en promedio de 34,84 %, la Copi Roja de 33,53% y la Chiroso de 36,47% (**Figura 32**).

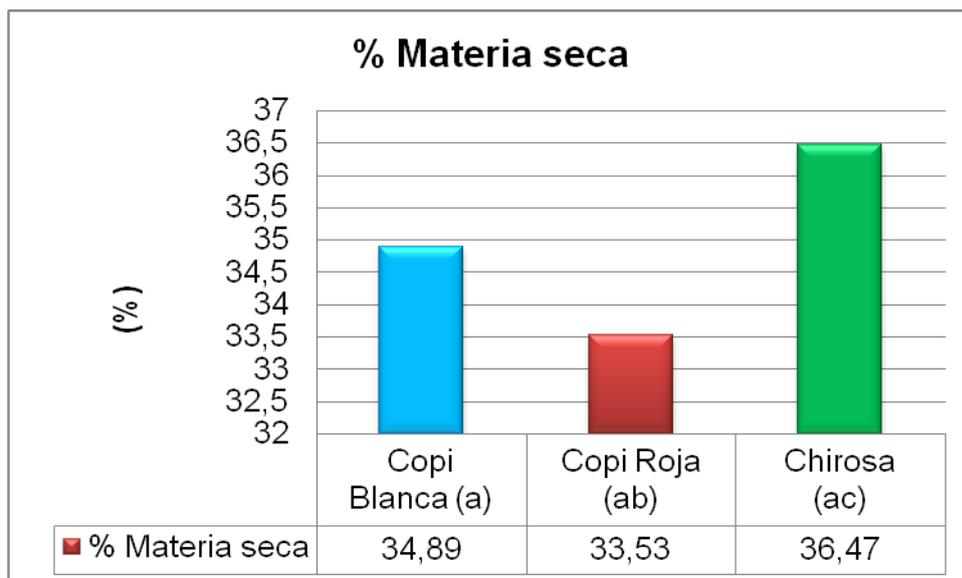


Figura 32. Porcentaje de materia seca.

5.3.18 Porcentaje (%) de almidón. La variedad Copi Blanca tuvo un porcentaje de almidón en promedio de 32,68 %, la Copi Roja de 31,40 % y la Chiroso de 34,28% de almidón, presentando una diferencia significativa entre las variedades evaluadas según el análisis estadístico ANOVA, siendo la variedad Chiroso la de mayor porcentaje de almidón, lo cual le da mayores posibilidades para uso industrial (**Figura 33**).

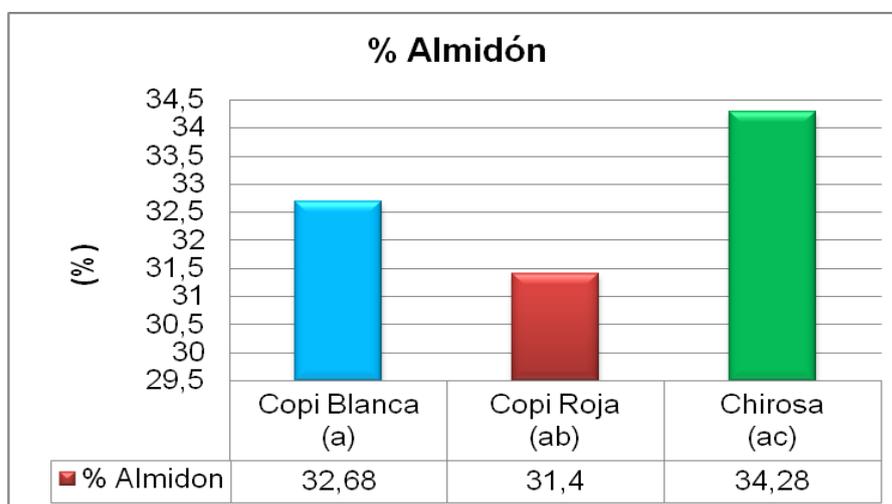


Figura 33. Porcentaje (%) de almidón

5.3.19 Contenido de ácido cianhídrico. Según el método de picrato propuesto por Williams, H. (1980) el contenido de ácido cianhídrico se evalúan mediante una calificación en una tabla de colores que van desde 1 hasta 9 a medida que aumenta la intensidad del color aumenta el contenido de HCN como se observa en la tabla siguiente:

1 (sin cambio de color)	= <10
2	= 10-15
3	= 15-25
4	= 25-40
5	= 40-60
6	= 60-85
7	= 85-115
8	= 115-150
9 (Rojo intenso)	= >150

En las variedades evaluadas, de acuerdo a la intensidad de color obtenido (**Figura 34**), la variedad Copi Blanca tuvo un contenido de ácido cianhídrico en partes por millón en una escala de 60-85 ppm, la Copi Roja en una escala de 25-40 ppm y la Chirosa en una escala de 15-25 ppm. Siendo la variedad Chirosa la de menor contenido de ácido cianhídrico, característica que la hace de gran importancia para el consumo humano porque no le reduce la calidad culinaria y para el consumo animal en fresco porque no les causa intoxicación.

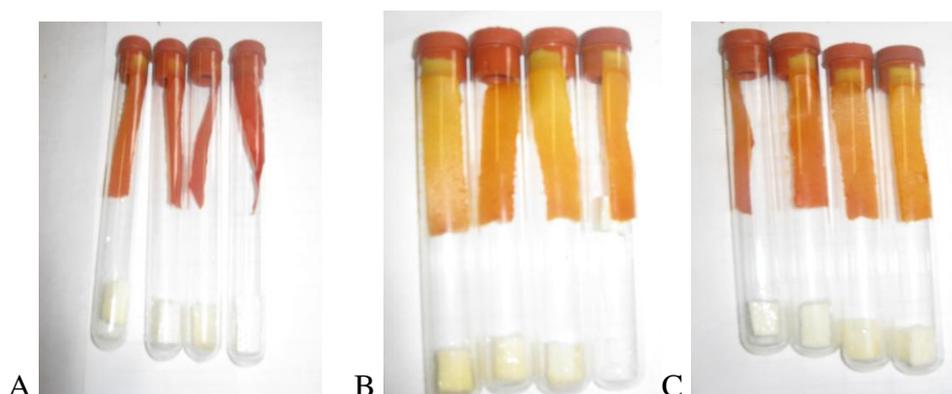


Figura 34. (A) Variedad Copi Blanca; (B) variedad Chirosa; (C) variedad Copi Roja.

6. INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO

6.1 GUSANO CACHON (*enrinyis ello*)

En sus estados larvares es un voraz consumidor de follaje, y es considerado generalmente, como una de las plagas más importantes de la yuca en las Américas. Su habilidad para causar una fuerte defoliación en las plantaciones causa alarma entre los cultivadores de yuca.

Solo se presentó a los cinco meses de edad del cultivo, pero el rápido control efectuado no permitió que la plaga se propagara en el cultivo.

El control se realizó manualmente revisando planta por planta periódicamente y recogiendo las larvas y los huevos encontrados ya que se trató de un área pequeña de cultivo (**Figura 35**).



Figura 35. Gusano cachón.

6.2 HORMIGA ARRIERA

Esta es una plaga que corta en pedazos la lamina foliar y se presento al mes después de la plantación del cultivo. El control se hizo con aplicaciones de Lorsban en polvo alrededor del cultivo (**Figura 36**).



Figura 36. Hormiga arriera

7. ENFERMEDADES

No se presentaron enfermedades en el transcurso del cultivo.

8. DETERIORO FISIOLÓGICO DE LAS RAICES

La detereorizacion fisiológica o primaria se inicia durante las primeras 48 horas después de la cosecha y su sintomatología consiste básicamente en una desecación de color blanco a café, que normalmente aparece en forma de anillo en la periferia de la pulpa (CIAT, 1983).

La detereorizacion de las raíces tiene una gran importancia económica en pos cosecha ya que limita el tiempo de la durabilidad del producto. La evaluación en las variedades estudiadas se realizo de la siguiente manera:

Se seleccionaron raíces de tamaño comercial aproximadamente de 18 cm de largo que no presentaran daño mecánico, se cortaron con cuchillo los extremos distal (extremo posterior de la raíz) y proximal (extremo siguiente al pedúnculo de la raíz) dejando secciones de 15 cm. Luego se cubrió el lado distal de cada sección de la raíz con una película de PVC para mantener la humedad relativa alta y evitar la desecación lo que hace que la deterioración fisiológica comience por el otro extremo (**Figura 37**).

Una vez seleccionadas las raíces se dejaron en un lugar protegido del sol, la lluvia y los roedores pero expuestas al aire libre y se dejaron durante tres días. Al término del almacenamiento se evaluaron las raíces de la siguiente manera: a partir del extremo proximal de las raíces se hicieron cortes transversales a los 2, 4, 6, 8, 10,12 y 14 cm. Cada corte se evaluó por la superficie proximal asignándole valores numéricos de acuerdo a una escala de 0 a 10 según el porcentaje de superficie periférica deteriorada.



Figura 37. Extremo distal de la raíz cubierto con una película de PVC.

En promedio el nivel de deterioro fisiológico para la variedad Chirosa fue de 19,76%, para la Copi Roja de 8,17% y para la Copi Blanca de 3,3 % lo cual permite que esta variedad se conserve en buenas condiciones durante más tiempo que las otras dos.

9. CONCLUSIONES.

- El mayor rendimiento lo presentó la variedad chirosa con 17922.2 kg/ha, seguido la Copi Blanca con 11988,8 kg/ha y por último la Copi Roja con 3622,2 kg/ha.
- La variedad que presentó mejor calidad culinaria fue la Chirosa.
- La variedad con mayor contenido de materia seca y almidón fue la Chirosa.
- El menor contenido de ácido cianhídrico (HCN) lo tuvo la variedad Chirosa con una escala de 15-25 ppm y el mayor la Copi Blanca con una escala de 60-85 ppm.
- El menor porcentaje (%) de pudrición de raíces lo tuvo la variedad Chirosa con un 25,35% y el mayor lo presentó la Copi Roja con un 64,25%.
- La variedad de mayor tasa de multiplicación fue la Chirosa.
- La arquitectura de las tres variedades evaluadas permite utilizarlas en asociación con otros cultivos.
- El menor deterioro fisiológico lo presentó la variedad Copi Blanca.
- Estas variedades no son de 6 o 7 meses, sino que debido a las condiciones climáticas del Pacífico se tienen que cosechar a ese tiempo de establecido.

10. RECOMENDACIONES.

- Realizar montículos más grandes al momento de sembrar estas variedades o hacer caballones con el fin de reducir los excesos de humedad y evitar así la pudrición de las raíces.
- En terrenos planos y de textura muy arcillosa hacer drenajes profundos.
- Revisar el cultivo periódicamente para evitar la proliferación de plagas como la hormiga arriera y el gusano cachón.
- en vista que la variedad Chirosa tiene ramificación tardía, se puede aprovechar esta característica para evaluar su comportamiento en asociación con cultivos de ciclo corto.

11. BIBLIOGRAFIA.

1. Alarcón F. 2002. Obtención del almidón de yuca a pequeña escala: proceso general de extracción. La yuca frente al hambre del mundo tropical. Universidad Central de Venezuela, Maracay. pp. 349-364.
2. Alves de Medota H., de Melo G. M, Teixeira E. C. 2003. Avaliatao de fenotipos de mandioca en diferentes épocas de colheita no Estado de Acre. Pesq. Agropec. Bras. 38(6): 761-769.
3. BUITRAGO, J, A. 1990. La yuca en la alimentación animal. Cali. CIAT, p.759
4. CADAVID, L.F. 2002. Conservación de suelos dedicados al cultivo de la yuca. El cultivo de la yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización Cali, CIAT.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. almacenamiento de raíces frescas de yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Christopher Wheatley. Producción: Fernando Fernández O, Cali, Colombia. CIAT. 35 pp.
6. CIAT, 1981. Catalogo de la colección de Yuca (manihot esculenta Crantz) del CATIE. 40p. (fotocopiado).
7. CIAT. 1996. Cassava. The lates facts about an ancient. Crop. Cali, Colombia. (Plegable).
8. Ceballos H .2002. La yuca en Colombia y el mundo: Nuevas perspectivas para un cultivo milenario. En Ospina B, Ceballos H (Comps.) La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Cali, Colombia. pp. 1-13.
9. Ceballos H, De La Cruz H .2002. La yuca en Colombia y en el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario: en la yuca en el tercer milenio, sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y caracterización. CIAT. Cali. pp. 17-33.
10. Cock J. H. 1989. La yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional. CIAT. Cali, Colombia. 240p.
11. El-Sharkawy M. y Cock, J. 1984. Water use efficiency of cassava. Crop science 24(3): 497-502.
12. Eslava, J. A. 1994. Climatología del Pacífico colombiano. Academia colombiana de ciencias geofísicas. Colección Eratóstenes N°1. Santafé de Bogotá, Colombia, 79 p.

13. FAO. (2000). Defensa de la causa de la yuca. www.fao.org/inicio. Htm (Consultada. 09/2010).
14. Generalidades sobre la yuca. [Documento en línea]. www.rbita.starmedia.com/~aldocova/.../Yuca.html. [Agosto 20 de 2009]. (2)
15. Goncalvez M. (1992). Cassava breeders' needs for genetic diversity. En International network for Cassava genetic resources. CIAT. Cali, Colombia. pp. 141-144.
16. Grobman Alexander et al. 1978. Programa de yuca. CIAT. Cali, Colombia.
17. Henry G, Westby A, Collison C (1998) Global Cassava end uses and markets: Current situation and recommendations for further study. www.globalcassavastrategy.Net.htm (Cons. 10/2010).
18. Jaramillo, Gustavo. 2002. Factores a tener en cuenta en la selección de la variedad de yuca que se quiere sembrar. CIAT. Cali Colombia.
19. Montaldo A .1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA. Costa Rica. pp. 131-230.
20. Pereira, I.C. y Carvalho D.A; de .1979. Botánica de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Ing. Agrop. Belo Horizonte, 5 (59/60) nov. /. Dic.
21. Polanco D .1998. Caracterización morfológica, isoenzimática, contenido de cianuro y almidón en el banco de germoplasma in vivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 99 pp.
22. Prodeca. 2005. Estudio de mercado de la yuca y sus derivados en Venezuela. www.infocentro.ob.ve/viewusuario/docs/laYucaysusDerivadosenVzla (Const. 10/2010).
23. Producción del cultivo de la yuca. [Documento en línea]. www.lamolina.edu.pe/Investigación/.../yuca/. [Agosto 20 de 2009]. (3).
24. Sánchez, T., y Alonso, L. 2002. Conservación y acondicionamiento de raíces frescas. En: La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Ospina B, Ceballos H (Comps.) CIAT. Cali, Colombia. pp. 503-526.
25. Toro, J., y Cañas, A.1983. Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. En Domínguez C (Comp.) *Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. pp. 567-575.

26. Wheatley, C. 1991. Calidad de las raíces de yuca y los factores que intervienen en ella: Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT).
27. Wheatley, C; Lozano C, Gómez G .1983. Deterioro pos cosecha de raíces de yuca. En Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Domínguez C (Comp.) Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. pp. 493-510.
28. Williams, H. J. and Edwards, T. G. 1980. Estimation of cyanide with alkaline picrate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 31: 15–22.
29. Importancia del cultivo de la yuca. [Documento en línea].[www. mx.answers .yahoo. com/ question/index?qid.](http://www.mx.answers.yahoo.com/question/index?qid.) (1).
30. El cultivo de la yuca. . [Documento en línea]. [www. Infoagro .com/hortaliza s/yuca .htm.](http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm) [Agosto 20 de 2009]. (4).
31. Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenidos. El cultivo de la yuca. [Documento en línea]. [Www. Agri-nova.com.](http://Www.Agri-nova.com) [Octubre 25 de 2010].
32. Plagas en el cultivo de la yuca. [Documento en línea]. [www. finagro.com.co../index.php.](http://www.finagro.com.co./index.php) [Noviembre 25 de 2010].

TABLAS.

Tabla 1. Análisis de suelo.

	g/Kg		cmol/Kg					mg/Kg						
pH	M.O	K	Ca	Mg	Al	Na	CIC	P	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
5.6	40.4	0.09	8.66	4.01	---	0.05	21.00	1.86	26.77	0.36	43.32	112.55	10.74	3.54

Textura: Franco Arcillo Limoso.

Tabla 2. Perímetro, Longitud, Número y Peso de raíces comerciales por planta.

Bloques.	Variedad.	Perímetro (cm) de raíces Comerciales por planta.	Longitud (cm) de raíces Comerciales por planta.	Numero de raíces Comerciales por planta.	Peso (kg) de raíces Comerciales por planta.
1	1	17,6	23	1,88	0,58
2	1	17,8	24,2	1,66	0,61
3	1	18,4	26,6	2,77	1,02
4	1	16,4	19,6	1,66	0,45
	Promedio.	17,55	23,35	1,9925	0,665
1	2	0	18,4	0	0
2	2	21	23,8	0,66	0,35
3	2	0	0	0	0
4	2	16	21,25	0,55	0,2
	Promedio.	9,25	15,8625	0,3025	0,1375
1	3	16,4	22	2,66	0,92
2	3	17,8	26,6	1,66	0,69
3	3	18,6	26,6	2,33	1,36
4	3	19,2	23,8	4,55	1,94
	Promedio.	18	24,75	2,8	1,2275

Tabla 3. Porcentaje de Almidón y Materia seca, Número de ramificación por planta y Longitud de tallos con hojas.

Bloques.	Variedad.	% de materia seca.	% de almidón.	Numero de ramificación por planta.	Longitud (cm) de tallos con hojas por planta.
1	1	32,34	30,24	0	20
2	1	34,22	32,07	0	17,5
3	1	36,95	34,75	0	32,25
4	1	35,85	33,68	0	28,5
	Promedio.	34,84	32,685	0	24,5625
1	2	32,65	30,55	3	7,75
2	2	33,59	31,46	2,77	11,25
3	2	32,65	30,55	2,33	13,5
4	2	35,23	33,07	2,44	20
	Promedio.	33,53	31,4075	2,635	13,125
1	3	35,77	33,6	3,22	7,5
2	3	37,49	35,28	3,33	14,5
3	3	36,09	33,91	3,22	12,25
4	3	36,55	34,36	3	31,5
	Promedio.	36,475	34,2875	3,1925	16,4375

Tabla 4. Longitud del pedúnculo, Número y Peso de raíces totales por variedad y Número de estacas por planta.

Bloques.	Variedad.	Longitud (cm) del pedúnculo por planta.	Peso totales de raíces por variedad.	Número total de raíces por variedad.	Numero de estaca por planta.
1	1	8,75	10,5	57	25,6
2	1	6,25	8,9	32	19,3
3	1	8,75	14,4	55	24
4	1	7	9,4	45	19
	Promedio.	7,6875	10,8	47,25	21,975
1	2	4,25	2,5	13	17,9
2	2	12	5,9	26	21,6
3	2	7,5	0,9	6	9,1
4	2	8,75	3,75	16	17,4
	Promedio.	8,125	3,2625	15,25	16,5
1	3	9	11,8	48	20,9
2	3	8	11,25	38	23,1
3	3	10,75	18,5	53	23
4	3	5	23	78	26,4

	Promedio.	8,1875	16,1375	54,25	23,35
--	------------------	---------------	----------------	--------------	--------------

Tabla 5. Altura de la primera ramificación, Porcentaje de pudrición de las raíces y Número de tallos por planta.

Bloques.	Variedad.	Altura de la primera ramificación por planta.	% de pudrición de las raíces.	Numero de tallos por planta.
1	1	0	41,2	3,24
2	1	0	55,5	3
3	1	0	33,7	2,97
4	1	0	41,5	3,36
	Promedio.	0	42,975	3,1425
1	2	140	60,6	1,68
2	2	144,1	53,5	1,52
3	2	162,7	78,5	2
4	2	172,6	64,4	2,36
	Promedio.	154,85	64,25	1,89
1	3	116,5	28,3	2,24
2	3	126,7	48,6	2,6
3	3	108	22	2,08
4	3	132,5	2,5	1,88
	Promedio.	120,925	25,35	2,2

