



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Comportamiento agronómico de dos variedades
de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), Centro
Experimental El Plantel, 2022**

Autores

Br. Freddy Alexander Alemán Sotelo

Br. Ricardo Bricton Cano García

Asesores

MSc. Martha Elizabeth Moraga Quezada

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

Ing. Luis Enrique Ruíz Obando

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

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Roberto C. Larios González
Presidente

Ing. Harlem Tania Ríos Peralta
Secretario

Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 19 de diciembre del 2023

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por ser bondadoso y misericordioso en brindarme la sabiduría necesaria, sobre todo guiándome y protegiéndome de todo mal a lo largo de todo este camino, dándome las fuerzas necesarias para seguir siempre hacia adelante, esperando siempre dar lo mejor de mí y ser cada día una buena persona y un excelente profesional.

A mis padres William Freddy Alemán López y Mélida Rosa Sotelo Álvarez, por ser esa fuente de inspiración y ser el motor de mi vida brindándome palabras de alientos y sobre todo ese amor incondicional que me cubre cada día, seguido de ese apoyo financiero que me han extendido a lo largo de estos años.

De igual manera a mis hermanas Ashley Rachel Alemán Sotelo y Danis Aracely Alemán Sotelo, por ser parte fundamental de mi vida y estar presente cada día brindándome consejos y palabras de aliento de seguir hacia adelante para poder culminar y ser un profesional.

Aprecio mucho la ayuda de mi novia Maverick Pulido, en brindarme ideas sobre la búsqueda de información, siendo eje importante en mi vida, dándome amor y sobre todo palabras de seguir hacia la meta deseada y poder culminarla con muchos éxitos de la manera más amable muchas gracias a todas las personas que han estado presente brindándome su ayuda y confianza en el éxito de esta investigación.

Br. Freddy Alexander Alemán Sotelo

DEDICATORIA

A Dios por concederme la oportunidad e inteligencia para hacer posible lo que, con mucho anhelo, un día me propuse conseguir, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta de los que pones en frente mío para que mejore como ser humano y crezca de diversas maneras.

A mis Padres Juana Irene García Martínez (QEPD) y Benjamín Cano López que con mucho esfuerzo y esmero me dieron su apoyo moral, económico y espiritual para alcanzar esta meta. por ser los pilares fundamentales en mi educación a lo que le debo todo lo que soy hoy en día. A mis hermanos (as) Johan, Azucena, Brihanna y Yesenia Cano García quienes en todo momento de mis estudios supieron aconsejarme y apoyarme.

A mis amigos por demostrarme confianza y apoyo oportuno en los momentos difíciles que compartimos como estudiantes.

Br. Ricardo Bricton Cano García

AGRADECIMIENTO

A nuestro señor Jesucristo por el regalo que es la vida, por la sabiduría y sobre todo por la protección que me brinda en cuidarme de todo peligro y conducirme por el camino del bien.

Aprecio mucho la ayuda de nuestros asesores MSc. Martha Elizabeth Moraga Quezada, Ing. Miguel Jerónimo Ríos y el Ing. Luis Enrique Ruíz Obando, por orientarnos y la ayuda extensa que nos proporcionaron en la organización, revisión y escritura del trabajo investigativo, que Dios los bendiga siempre.

Deseo extender mi aprecio a nuestros compañeros de clases como son José Luis Herrera Umaña y Hosni Josué Huembes Estrada quienes nos han brindado esa mano amiga para la culminación del presente trabajo bendiciones siempre.

A la Universidad Nacional Agraria por darme la oportunidad de formarme como persona, profesional y a todos los docentes que han venido dejando huellas en el camino para poder seguir hacia la meta y culminarla con mucho éxito eternamente agradecido.

Br. Freddy Alexander Alemán Sotelo

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, por haberme dado la oportunidad de estudiar y culminar mis estudios para la obtención de un título profesional.

A mi familia por ser el apoyo más importante en mi formación profesional, por todo su amor y confianza depositada para la culminación de mi carrera.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Alma Mater de la educación Superior, por darnos la oportunidad de obtener un título profesional.

A la Facultad de Agronomía (FAGRO) y a todo el personal docente que nos impartió clase a lo largo de este tiempo de estudio.

A nuestros asesores de tesis por su apoyo y dedicación, quienes nos aportaron sus conocimientos que fueron de gran importancia para la realización de esta tesis.

A mis amigos quienes nos apoyaron en todo momento en la etapa de campo siendo primordial su valiosa ayuda.

Br. Ricardo Bricton Cano García

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Generalidades del cultivo	4
3.2 Requerimientos edafoclimáticos	5
3.3 Fertilizantes químicos	5
3.4 Utilización de estudio de Variedades	6
3.5 Actividad productiva de yuca en el país	7
3.6 Producción mundial de yuca	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Ubicación del estudio	10
4.2 Diseño experimental	11
4.3 Manejo del ensayo y metodología	11
4.4 Variables evaluadas	12
4.4.1 Variables de crecimiento	12
4.4.2 Variables de rendimiento	13
4.4.3 Recolección de datos	14
4.5 Análisis de datos	14
4.6 Manejo de factores no sujeto a evaluación (manejo agronómico)	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 Variables de crecimiento	16
5.1.1 Longitud del lóbulo central (cm)	16
5.1.2 Ancho del lóbulo central (cm)	17
5.1.3 Longitud del pecíolo (cm)	17

5.1.4	Altura de la planta (cm)	18
5.1.5	Diámetro del tallo (cm)	19
5.1.6	Peso fresco del follaje y tallo (kg)	20
5.2	Variables de rendimiento	21
5.2.1	Peso fresco de raíces de reservante por planta (cm)	21
5.2.2	Número de raíces reservante por planta	23
5.2.3	Longitud de la raíz reservante (cm)	25
5.2.4	Diámetro de la raíz reservante (cm)	26
5.2.5	Rendimiento comercial de raíces reservante frescas (kg)	27
5.2.6	Rendimiento (kg)	29
VI.	CONCLUSIONES	31
VII.	RECOMENDACIONES	32
VIII.	LITERATURA CITADA	33
IX.	ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de Yuca	5
2. Dimensiones	11

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del área de establecimiento del ensayo. Universidad Nacional Agraria, el Centro de Experimentación y Validación Agropecuaria El Plantel	10
2. Medición de la longitud del lóbulo central	12
3. Medición del ancho del lóbulo central	12
4. Medición de longitud del peciolo	13
5. Longitud del lóbulo central (cm) en diferentes meses del año 2022	16
6. Ancho del lóbulo central (cm) en diferentes meses del año 2022	17
7. Longitud del peciolo (cm) en diferentes meses del año 2022	18
8. Altura de planta (cm) en diferentes meses del año 2022	19
9. Diámetro del tallo (cm) en diferentes meses del año 2022	20
10. Peso follaje y peso del tallo	21
11. Peso fresco de raíz	22
12. Número de raíces por planta	24
13. Número de raíces grandes, medianas y pequeñas	24
14. Peso de raíces grandes, medianas y pequeñas	23
15. Longitud de raíces grandes, medianas y pequeñas	25
16. Diámetro de raíces grandes, medianas y pequeñas	26
17. Peso del tallo comercial	27
18. Longitud del tallo comercial	28

19. Número de esquejes Perla y Valencia	29
20. Rendimiento (kg ha ⁻¹)	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Longitud del lóbulo central	35
2.	Ancho del lóbulo central	35
3.	Longitud del peciolo	35
4.	Altura de la planta	35
5.	Diámetro del tallo	35
6.	Número de raíz por planta y peso fresco de raíz por planta	36
7.	Componentes del rendimiento de dos Variedades de yuca según tamaño de raíz	36
8.	Componentes del rendimiento comercial de dos Variedades de yuca	36
9.	Componentes del peso del follaje y tallo de dos Variedades de yuca	36
10.	Rendimiento de raíz de dos Variedades de yuca kg ha ⁻¹	37

RESUMEN

Se evaluaron dos Variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), con el propósito de mejorar el rendimiento del cultivo de yuca, generando mayores ingresos a los productores y también garantizar la seguridad alimentaria. El ensayo se estableció en el centro experimental El Plantel en enero 2022, siendo el objetivo el comportamiento agronómico en las Variedades Perla y Valencia utilizando una dosis de fertilización sintética (NPK). Dentro de las cuales se evaluaron variables de crecimientos y rendimientos de las Variedades ya antes mencionados, los resultados obtenidos se analizaron mediante el estadístico prueba T student, las variables de crecimiento longitud del pecíolo y longitud del lóbulo central presentaron diferencias significativas en los meses de octubre Perla 18.73 cm y Valencia 13.41 cm, en noviembre Perla 18.81 cm y 13.54 cm Valencia, la longitud del lóbulo central fue similar a la variable anterior en los meses de octubre 13.03 cm Perla y 11.99 cm Valencia, en noviembre 13.14 cm Perla y 12 cm Valencia; diámetro del tallo presentó diferencias significativas en ambos Variedades en los meses de octubre 3 cm Perla y 2.32 cm Valencia, en noviembre 3.08 Perla y 2.38 cm Valencia; las variables de rendimientos el peso de raíz presentó diferencias significativas en los tres grupos seleccionados, siendo los valores de 0.93 kg Perla y 0.74 kg Valencia grande, respectivamente similar en los resultados mediano y pequeños en ambos Variedades, Perla 0.57 kg y 0.43 kg Valencia mediana, en las pequeñas 0.52 kg Perla y 0.32 kg Valencia, las variables longitud y número de raíces no fueron significativas, el diámetro de raíz solo presentó diferencias significativas en las medianas y pequeñas en ambos Variedades, Perla 57.37 mm y Valencia 49 mm y las pequeñas 57.23 mm Perla y 39.58 mm Valencia; el peso del tallo comercial presentó diferencia significativa de 0.54 kg Perla y 0.49 kg Valencia, la longitud del tallo comercial no presentó diferencia significativa igual al número de esquejes en ambos Variedades, el rendimiento fue significativo para el variedad Perla 46 913 kg ha⁻¹ y Valencia de 34 201 kg ha⁻¹

Palabras clave: rendimiento, tecnologías, T-student, Fertilización sintética, variable

ABSTRACT

Two cassava Variedades (*Manihot esculenta* Crantz) were evaluated, with the purpose of improving the performance of the cassava crop, generating greater income for producers, and guaranteeing food security. The trial was established at the El Plantel experimental center in January 2022. The objective being the agronomic behavior in the Perla and Valencia Variedades using a dose of synthetic fertilization (NPK). Within which growth and yield variables of the Variedades already mentioned were evaluated, the results obtained were analyzed using the statistical student T test, the growth variables petiole length and central lobe length presented significant differences in the months of October Perla 18.73 cm and Valencia 13.41 cm, in November Perla 18.81 cm and 13.54 cm Valencia, the length of the central lobe was similar to the previous variable in the months of October 13.03 cm Perla and 11.99 cm Valencia, in November 13.14 cm Perla and 12 cm Valencia; Stem diameter presented significant differences in both Variedades in the months of October 3 cm Perla and 2.32 cm Valencia, in November 3.08 Perla and 2.38 cm Valencia; The yield variables, the root weight presented significant differences in the three selected groups, with the values being 0.93 kg Perla and 0.74 kg Large Valencia, respectively similar in the medium and small results in both Variedades, Perla 0.57 kg and 0.43 kg Medium Valencia, in the small 0.52 kg Perla and 0.32 kg Valencia, the variables length and number of roots were not significant, the root diameter only presented significant differences in the medium and small ones in both Variedades, Perla 57.37 mm and Valencia 49 mm and the small ones 57.23 mm Pearl and 39.58 mm Valencia; The weight of the commercial stem presented a significant difference of 0.54 kg Perla and 0.49 kg Valencia, the length of the commercial stem did not present a significant difference equal to the number of cuttings in both Variedades, the yield was significant for the Perla variedad 46 913 kg ha⁻¹ and Valencia of 34 201 kg ha⁻¹.

Keywords: performance, technologies, T-student, Synthetic fertilization, variable

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una especie de raíces amiláceas que se cultiva en los trópicos y subtropicos, es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad alimentaria de muchos países. El nombre científico de la yuca fue dado originalmente por Crantz en 1766. Posteriormente, fue reclasificada por Pohl en 1827 y Pax en 1910 en dos especies diferentes: yuca amarga *Manihot utilisima* y yuca dulce *M. aipi*. Sin embargo, Ciferri (1938) reconoció prioridad al trabajo de Crantz en el que se propone el nombre utilizado actualmente.

En Nicaragua, la producción de yuca se concentra principalmente en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), en los departamentos de León, Masaya y en el departamento de Río San Juan; a esta actividad se dedican pequeños y medianos productores, con un área promedio de 0.28 ha a 2.47 ha (INEC, 2001).

Ministerio Agropecuario (MAG, 2002), estima que a nivel nacional existen 21 108 ha cultivadas con rendimiento promedio de 9.7 t ha⁻¹, con una producción total a nivel nacional aproximadamente de 204 747 t. Se ha demostrado que los principales problemas en la producción de yuca dependen en gran medida de la inadecuada densidad de siembra y falta de un plan de fertilización apropiado y eficiente, por lo que se obtienen bajos rendimientos (Cock, 1999). La yuca extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo, especialmente potasio (K) y nitrógeno (N). Para una producción comercial sostenida, se hace necesario suministrar al suelo al menos la misma cantidad de nutrientes que el cultivo haya extraído (Castro, 1996).

La yuca ha demostrado ser un excelente sustituto del maíz amarillo en la dieta animal, al ser un cultivo con una alta producción de raíces ricas en almidón y de follaje con un alto porcentaje de proteína. La yuca y el maíz son dos productos similares, están formados casi totalmente por almidones y son de fácil digestión. Por lo tanto, la yuca es apropiada para alimentar animales en desarrollo y en engorde, por lo que el maíz puede ser sustituido por yuca para la alimentación de cerdos, ganado de leche, ganado de engorde y aves (Aguilar *et al.*, 2017, p. 67).

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, tanto para el consumo humano como industrial (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 2).

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. Además de ser un cultivo con una altísima tolerancia al estrés biótico (plagas y enfermedades), es de fácil adaptación a las características de la pequeña producción (Aguilar *et al.*, 2017, p. 67).

Indudablemente el cultivo de yuca protege al suelo contra la fuerte insolación, sus largas raíces aflojan y sueltan al suelo y ayudan para cultivos posteriores e igualmente proporcionan un microclima, libre de arvenses, que contribuye a la recuperación del bosque, en aquellas regiones, donde se acostumbra la rotación de cultivos, hasta la regeneración del bosque. Los agricultores reproducen el cultivo de la yuca mediante la propagación vegetativa utilizando semillas asexuales (estacas o partes del tallo) en plantaciones repetidas lo que constituye un riesgo, debido a que es posible diseminar plagas y enfermedades, principalmente organismos sistémicos (virus y micoplasmas), constituyendo una de las principales limitantes en los rendimientos y la expansión del cultivo. Además del valor económico que brindan los productos y subproductos que se obtienen de la yuca, este cultivo presenta otras ventajas, como la tolerancia a la sequía, capacidad de producir en suelos degradados, tolerancia a plagas y a suelos ácidos.

La presente investigación tiene como finalidad evaluar el crecimiento y rendimiento de dos Variedades de Yuca (INTA Perla y Valencia), con fertilización sintético.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Comparar variables de crecimiento y rendimiento de las Variedades Perla y Valencia (*Manihot esculenta* Crantz), en el centro experimental El Plantel.

2.2 Objetivos específicos

Determinar las variables de crecimiento de dos Variedades de yuca

Estimar las variables de rendimiento de dos Variedades de yuca

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Generalidades del cultivo

Aguilar *et al.* (2017) indican que:

La yuca es originaria del trópico americano y su área de distribución se extiende desde Arizona, Estados Unidos, hasta la cuenca del Plata en Argentina. Sin embargo, en la parte norte de Brasil es donde se han encontrado especies taxonómicamente más afines a *M. esculenta*. Las áreas donde se da la mayor diversidad de especies son las partes central, norte y oeste (Mato Grosso) de Brasil, la zona sur de México y Bolivia (p. 67).

Nicaragua *et al.* (2004) expresa que:

La yuca, pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, constituida por unas 7 200 especies que se caracterizan por la secreción lechosa de las plantas de esta familia. Es una planta diploide ($2N=36$ cromosomas). Únicamente *Manihot esculenta* tiene importancia económica y es cultivable (p. 6).

Suárez y Mederos, (2011) determinaron que:

El tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de dos a seis centímetros (cm). Se pueden observar tres colores básicos de tallo maduro: gris-plateado, morado y amarillo verdoso. Tanto el diámetro como el color de los tallos varía significativamente con la edad de la planta y, obviamente, con la variedad. Los tallos 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 (p. 3).

Suárez y Mederos, (2011) indican:

Las hojas son caducas, es decir, envejecen, mueren y se desprenden de la planta a medida que esta se desarrolla. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre tres y nueve. El tamaño de la hoja es una característica típica de cada cultivar, aunque depende mucho de las condiciones ambientales. 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 (p.3).

3.2 Requerimientos edafoclimáticos

La yuca se cultiva en países tropicales y cálidos siendo de gran adaptabilidad en diferentes tipos de suelos, ver Cuadro 1 requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de yuca (Aguilar *et al.*, 2017, p. 14).

Cuadro 1. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo 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

3.3 Fertilizantes químicos

Según Suarez y Mederos (2011), la fertilización es un mecanismo de manejo que permite mantener, recuperar y al mismo tiempo sostener la fertilidad de los suelos para aumentar la producción de los cultivos. Para realizar una buena fertilización se debe de tener en cuenta la necesidad de fertilización del cultivo a trabajar, dándose en términos de la disponibilidad de los nutrientes que se tengan en el suelo, la eficiencia que nos da el fertilizante que se va a aplicar y

los requerimientos nutricionales ponderados que necesita el cultivo, por esta razón se debe de realizar un diagnóstico del suelo en el cual se va a trabajar, que proporciona información de la disponibilidad de nutrientes y cómo repercute cualquier limitante o exceso en el cultivo.

La fertilización se define sobre la base de diferentes factores, entre estos las pérdidas que un nutriente tiene después de la aplicación y contacto en el suelo (Cadavid, 2011).

Se han realizado muchos estudios con respecto a la respuesta a la fertilización en el cultivo de yuca, orientados a la producción de raíces para mejorar la producción y evitar algunas enfermedades en el cultivo y se ha evidenciado como estos tratamientos han dado muy buenos resultados, con aplicaciones de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio entre otros elementos (Cadavid, 2011).

El máximo crecimiento en la acumulación de nutrimentos ocurre entre los dos y cuatro meses después de la siembra, por lo que extrae grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio; con las aplicaciones moderadas de NPK se incrementó notablemente el rendimiento de yuca (Cadavid, 2011).

La fertilización se realiza para recuperar, sostener y aumentar la productividad de los suelos y para aumentar el rendimiento y la calidad del cultivo. La fertilización puede ser química u orgánica. Para realizar una adecuada fertilización es necesario realizar un diagnóstico del suelo, este incluye principalmente el análisis químico, físico y de tejido vegetal, del nivel crítico de nutrientes en el suelo, el conocimiento de desórdenes nutricionales y la respuesta del cultivo a la fertilización (Johanna Aristizábal, 2007).

3.4 Utilización de estudio de Variedades

INTA-Perla es una variedad resistente a sequía, producción de ciclo corto y tiene rendimiento promedio de 462 quintales por manzana. Por las características y textura de la raíz, esta variedad presenta mayor demanda de exportación y comercialización en el mercado nacional. Es una variedad con excelente sabor y características culinarias deseables, por presentar poca fibra y

requiere menor tiempo de cocción. Alta capacidad de rendimiento en suelos poco fértiles, debido a su precocidad y poca exigencia del recurso agua, (Brochure-Yuca-INTA-Perla, 2016).

Se recomienda sembrar INTA Perla a nivel nacional, principalmente en las zonas secas (León, Chinandega, Juigalpa, Nueva Segovia y Estelí), El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ha adaptado a las condiciones de Nicaragua, durante los años 2005 a 2011, una variedad de yuca proveniente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), a la que hemos denominado INTA -Perla, (Brochure-Yuca-INTA-Perla, 2016).

Murillo (1995), expone que las principales ventajas de la yuca son 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, y se puede producir en condiciones adversas y climas marginales.

La variedad Valencia se utiliza en la elaboración de almidón, por lo cual se realizaron pruebas de fermentación de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad Valencia para conocer el proceso de elaboración del almidón.

La variedad de yuca Valencia está empezando a tener auge entre los productores debido a sus rendimientos altos en comparación a otras Variedades y a su adaptación a las condiciones climáticas que predominan, así como el impacto económico que ha tenido esta variedad ya que su demanda para el mercado local e internacional tiene un crecimiento constante (Buechsel Reyes, 2012)

3.5 Actividad productiva de yuca en el país

INFOAGRO (2009) menciona que la principal problemática de la actividad productiva de yuca en los países es la falta de industrialización es muy poca y los rendimientos son reducidos a través de los años, por lo tanto, se quiere lograr que la producción tome un auge de expansión donde se cuente con un nivel de tecnificación a nivel de campo y sobre todo la industrialización del producto.

Aristizábal y Sánchez (2007), afirman que el cultivo de yuca tiene una gran importancia para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos, especialmente en las regiones secas y suelos áridos. Es el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y es un componente básico en la dieta de más de 1 000 millones de personas. Entre sus principales características se destacan su gran potencial para la producción de almidón, su tolerancia a la sequía y a los suelos degradados y su gran flexibilidad en la plantación y la cosecha adaptándose a diferentes condiciones de crecimiento. Tanto sus raíces como sus hojas son adecuadas para el consumo humano; las primeras son fuente de carbono hidratado y las segundas de proteínas, minerales y vitaminas, particularmente carotenos y vitamina C. (p. 13).

3.6 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 fue de 248.7 millones de toneladas.

En Nicaragua se producen unos 228.4 miles de toneladas de yuca anualmente, de las cuales se exportan unas cuatro 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.

Para blog agricultura “la producción mundial de yuca fue de 302 662.494 toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de 28 243.258 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio quedó en 10.7 toneladas por hectárea. Según el Diario Barricada (2021), afirma que “La estrategia nacional de consumo para la producción de raíces y tubérculos en Nicaragua, presenta mejores oportunidades de aumento en los índices de proyección para su venta tanto en el exterior como el interior del país”.

Actualmente en Nicaragua, existen 43 200 manzanas destinadas al cultivo de yuca, quequisque, malanga, entre otros, de lo cual, se espera una producción de 69 mil de quintales anuales para el próximo año (Herrera, 2021).

La producción nacional de yuca es cultivada por 30 mil pequeños productores en 27 mil manzanas, siendo las zonas más productivas la Costa Caribe Sur, Costa Caribe Norte, Río San Juan, León, Matagalpa, Jinotega y Masaya. En el ciclo 2021/22 la producción fue de 5.9 millones de quintales (19.5% respecto al ciclo anterior), con exportaciones de 0.1 millones quintales y US \$2.4 millones. Para el ciclo 2022/23, la meta de producción es 6.0 millones de quintales (3.3%), y de exportación es de 0.12 millones de quintales y US \$2.4 millones. (MEFCCA, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se estableció en el Centro de Experimentación y Validación El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa- Masaya, con coordenadas geográficas de 12°07'02'' de latitud Norte y 86°05'33'' longitud Oeste, con una altura de 114 msnm, presentando suelos franco arcilloso con pH de 6.5 (Pérez Rugama, 2018).

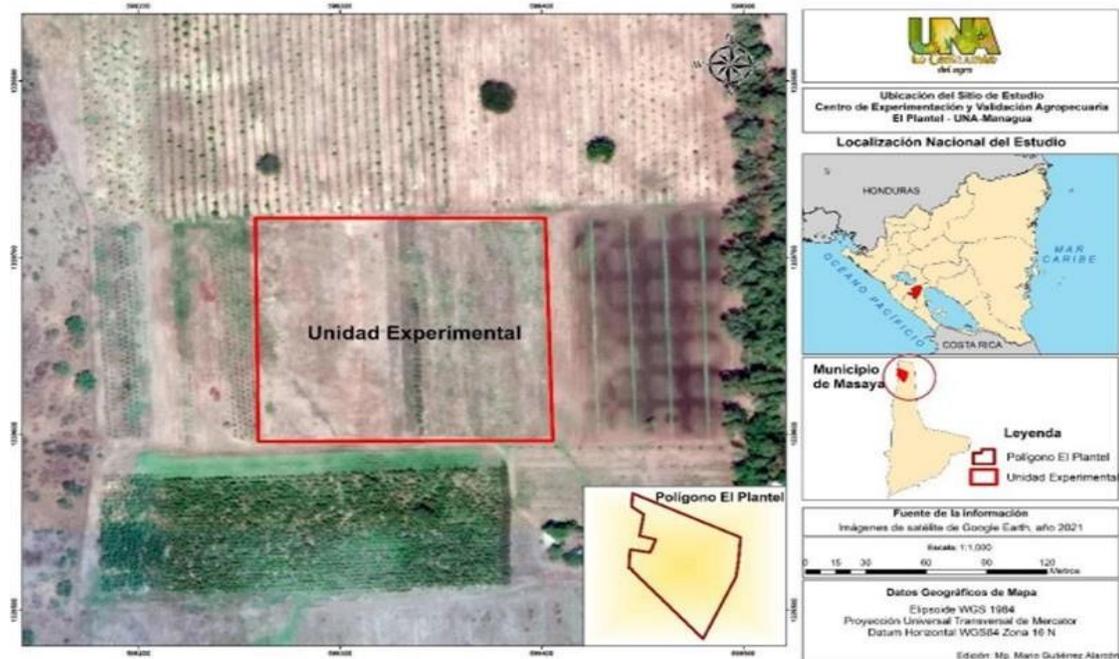


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

La temperatura anual promedio es de 28 °C, con una precipitación que va de los 796 a 800 mm anual, presenta una humedad relativa del 71%, con velocidad media del viento de 3.5 m/s (INETER, 2015).

El experimento se estableció el 19 de enero del 2022 y finalizó el 14 de enero del 2023.

4.2 Diseño experimental

Se utilizó el estadístico prueba t de Student de muestras apareadas, es un tipo de estadística deductiva, se utilizapara determinar si hay diferencia significativa entre las medias de dos grupos, con toda la estadística deductiva, asumimos que las variables dependientes tienen una distribución normal.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{N}}$$

μ : Media de la población

\bar{x} : Media de la distribución de los datos

N : Tamaño de la muestra

S : Error estándar de la muestra

Los tratamientos evaluados fueron 2 Variedades de yuca Perla y Valencia.

4.3 Manejo del ensayo y metodología

El ensayo fue un trabajo de campo, se establecieron en la finca experimental el plantel, el material vegetativo utilizado en el estudio, estuvo conformado por dos Variedades de yuca, INTA Perla y Valencia, el material genético fue proporcionado por el INTA. La semilla vegetativa o agámica (madera, estacas o cangres), fueron de un tamaño promedio entre 15 y 30 cm, provenientes de plantas maduras, se plantaron de forma oblicua, a una profundidad de 5 cm.

Cuadro 2. Dimensiones del área experimental

Área total	Parcela útil	Separación entre parcela	Parcela principal
(46 m * 8.10 m) = 372.6 m ²	(16.2 m * 4.5 m) = 72.9 m ²	1 m	(22.5 m * 8.10 m) = 182.25 m ²

4.4 Variables evaluadas

4.4.1 Variables de crecimiento

Longitud del lóbulo central (cm). Para la medición de las variables de crecimiento se utilizaron 25 plantas de cada variedad de la parcela útil (midiendo una hoja por planta). Longitud del lóbulo central. Se midió la hoja ubicada en el tercio medio de la planta desde la inserción del lóbulo central hasta el ápice de la hoja con una cinta métrica, (Figura 2).



Figura 2. Medición de la longitud del lóbulo central

Ancho del lóbulo central (cm). Se midió la hoja del tercio medio de la planta con una cinta métrica, (Figura 3).



Figura 3. Medición del ancho del lóbulo central

Longitud del pecíolo (cm). con una cinta métrica se midió la longitud del pecíolo desde el pedúnculo hasta la base foliar de la hoja, (Figura 4).

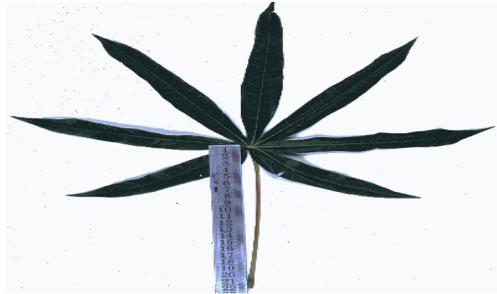


Figura 4. Medición de longitud del peciolo

Altura de planta (hasta la punta del dosel o copa, cm). se tomó una muestra de 25 planta por variedad con ayuda de una cinta métrica, se procedió a medir desde la base de la planta sobre la superficie del suelo hasta la última yema terminal, cabe recalcar que todas estas variables se midieron desde los 3 hasta los 10 meses de edad.

Diámetro del tallo (cm). Con ayuda de un vernier se midió el diámetro del tallo, su diámetro varía de 2 a 6 centímetros.

Peso fresco del follaje y tallo (kg). Se seleccionaron 10 plantas de la parcela útil, con una balanza se pesó el follaje de cada planta y el tallo.

4.4.2 Variables de rendimiento

Peso fresco de raíces reservante por planta (kg). Se tomó el número de raíces de las 25 planta por variedad, se procedió a pesarlas con una pesa digital en kilogramo dando como resultado el peso fresco de raíz de cada planta.

Número de raíces reservante por planta. Se contabilizo el número de raíces para un total de 25 plantas por variedad.

Longitud de la raíz reservante (cm). se midió la longitud a 60 raíces por cada variedad, luego con una cinta métrica se midieron los extremos de cada raíz, donde se distribuyeron en tres grupos conformados de 20 unidades en grandes, medianas y pequeñas.

Diámetro de la raíz reservante (cm). Se tomó el diámetro de las raíces con un Vernier colocando el vernier en el centro de la raíz para poder tomar bien el dato de 60 unidades de raíces por variedad y se distribuyeron en tres grupos grandes, medianos y pequeños.

Rendimiento comercial de raíces reservante frescas (kg). Se eligieron 20 raíces por cada variedad, agrupadas en grandes, medianas y pequeñas donde se les midió el peso del tallo, longitud de tallo y número de esquejes.

Rendimiento (kg). Se cosecharon las plantas de la parcela útil donde se les tomo el peso por planta en ambos Variedades la sumatoria de los pesos de todas las plantas de la parcela útil fue el resultado del rendimiento de la parcela útil. Para el cálculo del rendimiento total (kg ha^{-1}) se extrapoló a hectárea el rendimiento obtenido de la parcela útil de ambos Variedades.

4.4.3 Recolección de datos

Durante el período de la etapa fenológica del cultivo se vino recolectando datos en diferentes momentos que van de los tres, seis, ocho, nueve y diez meses con ayuda de formatos modificados que hicieron más fácil el levantamiento de las variables durante el período, de descriptores cuantitativos estos fueron medidos con cinta métrica en mediciones de longitudes del tallo y de la raíz, así como la utilización de vernier para medir el diámetro y grosor; asimismo se hizo uso de balanzas en la medición de las variables cuantitativas de pesos.

4.5 Análisis de datos

Se realizaron análisis estadísticos de las variables de crecimiento y rendimiento a través de la prueba de t-Student con el programa estadístico INFOSTAT versión 2008.

4.6 Manejo de factores no sujeto a evaluación (manejo agronómico)

La yuca, como cualquier otro cultivo, requiere una buena preparación del suelo esta se ejerció con tracción mecánica, 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 y 20 cm, siendo la longitud de los esquejes 15 y 30 cm equivalente de 5 y 6 nudos por esquejes, con una distancia entre plantas de 80 cm y entre surco 90 cm, se contabilizo la cantidad de plantas en una hectárea dando como resultado 13 888 plantas. La fertilización que se utilizó para asistir a las parcelas de los Variedades perla y valencia a los primeros 45 DDS se aplicó la fórmula 18-46-00. Es el fertilizante sólido fosfatado más utilizado. Por su alta concentración de nutrientes primarios N (18%) y P (46%), en cuanto a aporte de nutrientes totales (64%). Posteriormente se realizó la segunda aplicación a los 70 DDS de la fórmula 15-15-15 comúnmente conocido como completo por los productores y finalmente realizar una tercera aplicación a los 110 DDS de urea al 46% para la obtención de 114 kg ha⁻¹.

Para evitar el crecimiento de plantas no deseadas, es necesario realizar el manejo 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 manejo de arvenses puede realizarse de forma manual, mecánica o química.

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

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables de crecimiento

5.1.1 Longitud del lóbulo central (cm)

Según Montaldo (1983) y Carlos *et al.* (1981) el número de lóbulos varía según la variedad, también pueden ser diferentes en hojas de una misma planta, la forma del lóbulo puede ser aovada¹ o lineal y se divide en largos, medios y cortos. En las ramificados, los lóbulos centrales varían de 20-30 cm, en los pocos ramificados entre 20 cm y 40 cm.

Las variedades Perla y Valencia registraron diferencias significativas ($p= 0.0085$), en los meses de octubre (variedad perla, 13.03 cm) y noviembre ($p= 0.0022$) (variedad perla, 13.14 cm) la longitud del lóbulo central es considerado como una longitud corta en comparación con Montaldo (1983) y Carlos *et al.* (1981), la variedad Valencia presentó una longitud de 11.99 cm en octubre y 12 cm en noviembre (figura 5).

Basándome en los datos obtenidos, se observa que la longitud del lóbulo central de ambos Variedades es mayoritariamente corta.

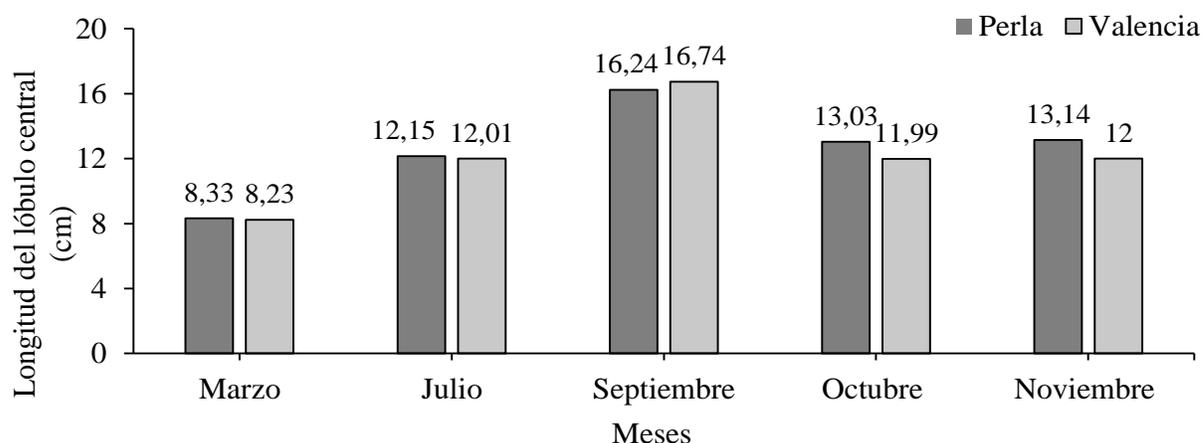


Figura 5. Longitud del lóbulo central (cm) en diferentes meses del año 2022

¹ De forma de huevo.

5.1.2 Ancho del lóbulo central (cm)

Carlos *et al.* (1981) aseguran que “los lóbulos miden entre 4 cm y 20 cm de longitud y entre 1 cm y 6 cm de ancho, los lóbulos centrales son de mayor tamaño que los laterales” (p. 10). No se registra diferencias estadísticas para esta variable.

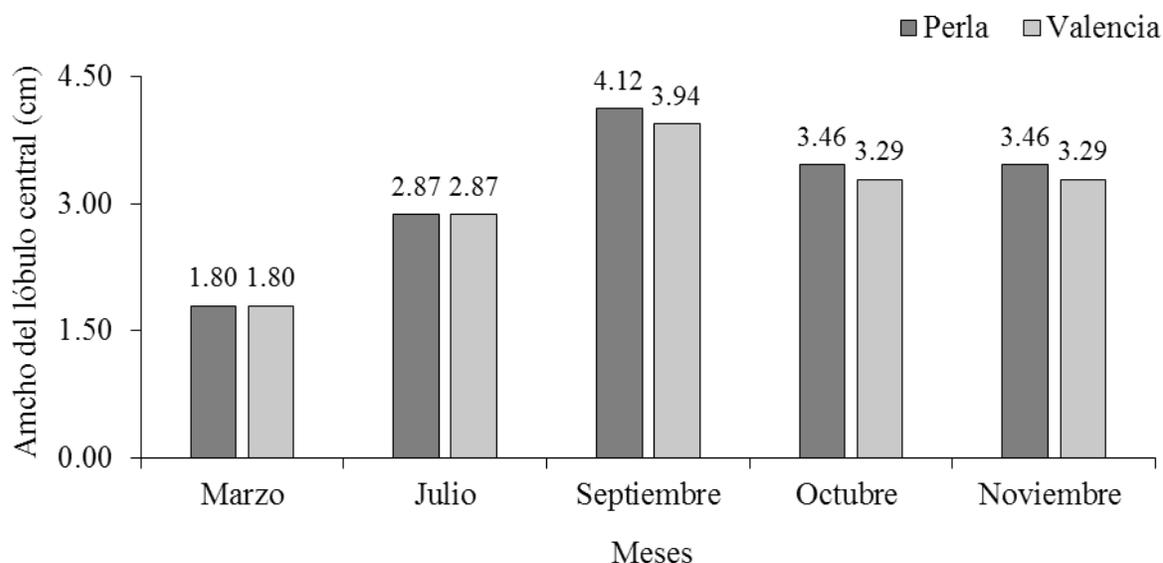


Figura 6. Ancho del lóbulo central (cm) en diferentes meses del año 2022

5.1.3 Longitud del pecíolo (cm)

Carlos *et al.* (1981) determinaron “Que la longitud de los pecíolos de las hojas va entre 9 cm y 20 cm, siendo delgados y de diferentes pigmentaciones, que varían de verde a morado, no siendo siempre el color del pecíolo igual que las nervaduras” (p. 12).

La longitud del pecíolo mostró un efecto altamente significativo entre los Variedades evaluados. La variedad Perla presentó una longitud del pecíolo de 18.73 cm en octubre y 18.81 cm en noviembre, mientras que la variedad Valencia registró longitudes de 13.41 cm en octubre y 13.54 cm en noviembre (Figura 7). Estos resultados indican que la variedad Perla se encuentra dentro del rango de longitud descrito por Carlos *et al.* (1981).

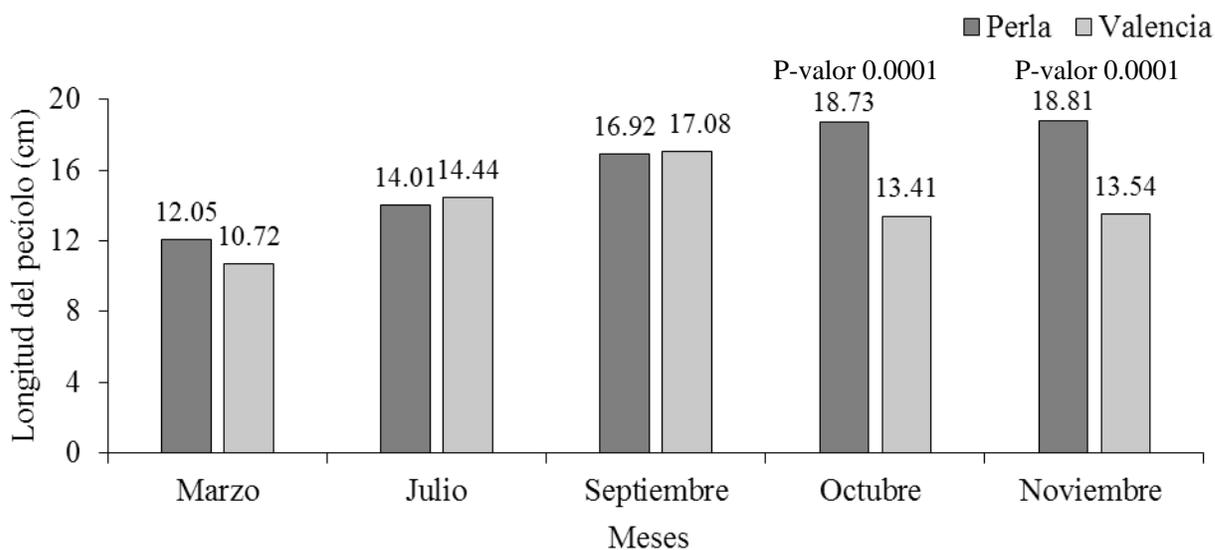


Figura 7. Longitud del pecíolo (cm) en diferentes meses del año 2022

5.1.4 Altura de la planta (cm)

CIAT (1987) sostiene que la altura de la planta no influye en el rendimiento y no es una característica específica de cada variedad. Agronómicamente, la variación en la altura de las plantas entre Variedades no afecta el interés del productor, ya que el objetivo principal es la producción de raíces tuberosas (Chavarría Medina, 2003).

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los Variedades. La variedad Valencia presentó una altura de planta de 401 cm en los meses de octubre y noviembre, superando el promedio de 253.84 cm reportado por Chavarría.

La variedad Valencia, clasificado por INTA (2016) como un cultivar de crecimiento de guía larga, mostró la mayor altura de planta. Este resultado era esperado debido a su hábito de crecimiento característico, que favorece el desarrollo de plantas más altas.

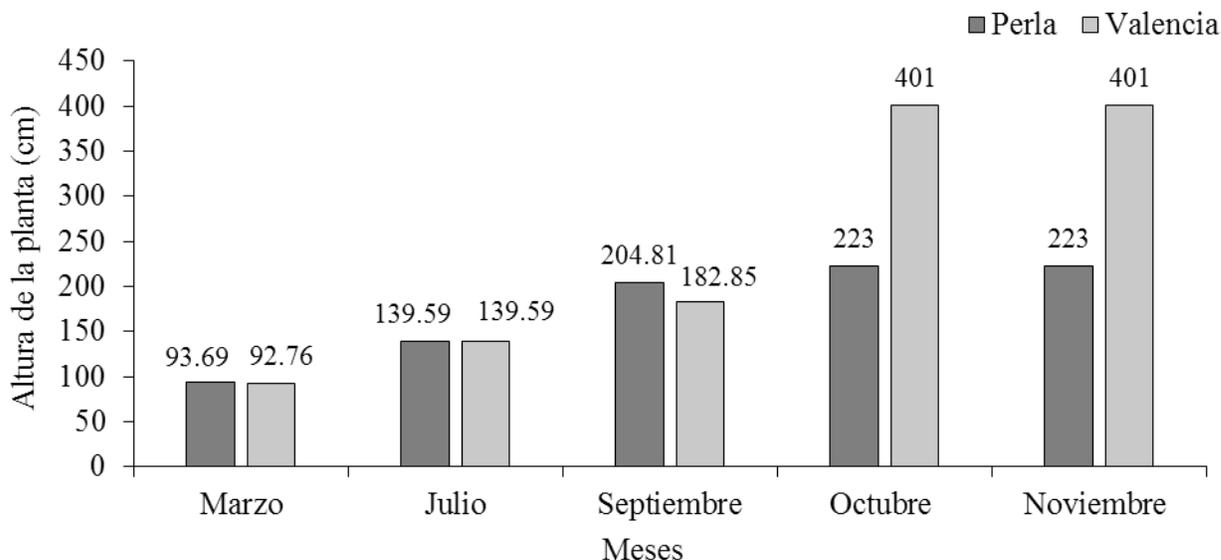


Figura 8. Altura de planta (cm) en diferentes meses del año 2022

5.1.5 Diámetro del tallo (cm)

Chavarría Medina (2003) explica que el diámetro del tallo varía según la edad de la planta y la variedad. Carlos *et al.* (1981) señala que los tallos son el medio para la multiplicación asexual de la especie sirviendo como semilla asexual para la producción comercial de yuca.

Carlos *et al.* (1981) mencionan que el tallo maduro es cilíndrico, con un diámetro que oscila entre 2 cm y 6 cm. Tanto el grosor como el color del tallo varían según la edad y el tipo de variedad.

En la Figura 9 se observan diferencias significativas en el diámetro del tallo durante los meses de octubre y noviembre. La variedad Perla presentó un diámetro promedio de 30.79 mm (equivalente a 3.079 cm), mientras que la variedad Valencia tuvo un diámetro promedio de 23.75 mm (equivalente a 2.375 cm). Estas diferencias se atribuyen al nivel de madurez alcanzado por ambas Variedades, considerando que la variedad Perla es un cultivar de crecimiento temprano, mientras que Valencia es un cultivar de crecimiento de guía larga (INTA, 2016).

El valor encontrado de 30.79 mm (3.079 cm) de Perla entra en el rango de diámetro descrito

por Carlos *et al.* (1981).

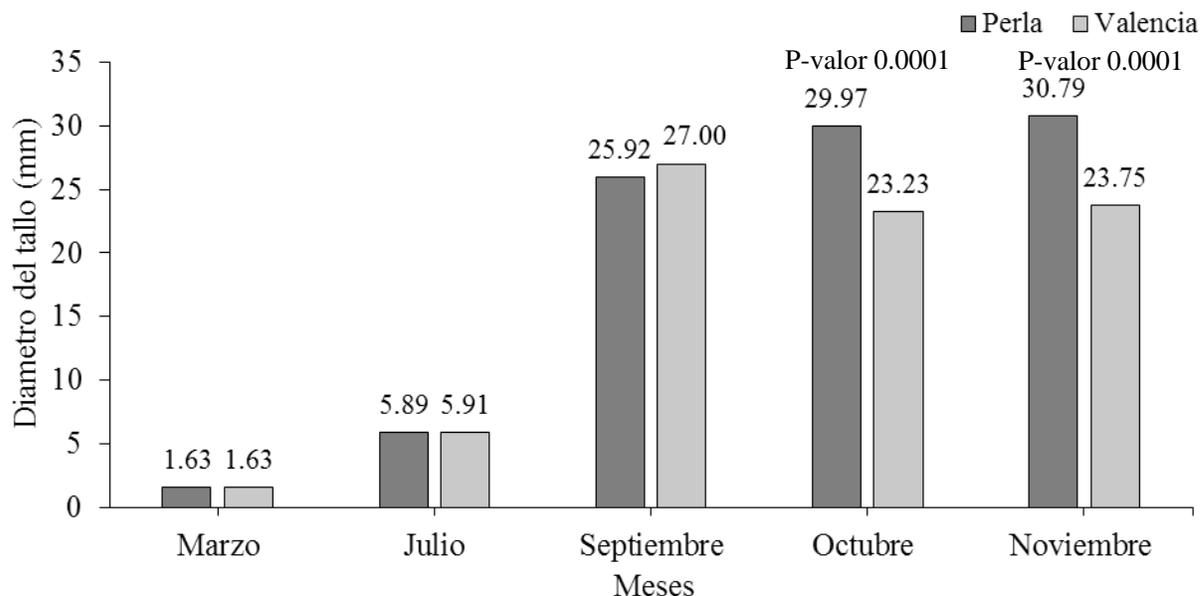


Figura 9. Diámetro del tallo (cm) en diferentes meses del año 2022

5.1.6 Peso fresco del follaje y tallo (kg)

No se registró diferencia estadística en el peso del follaje, obteniéndose un valor de 0.43 kg en la variedad Perla y 0.45 kg con la variedad Valencia. Igual comportamiento se registró en el peso del tallo, encontrándose los siguientes valores de 1.23 kg en Perla y 2.43 kg en Valencia.

Según Montaldo (1983) el tallo es muy ligero, se rompe fácilmente y contiene una corteza delgada que se quita con facilidad, los vasos leñosos están compuestos por haces fibrosas y paredes delgadas.

CIAT (1987) detalla que las hojas del cultivo de yuca son los órganos mediante el cual ocurre el proceso fotosintético, donde se transforma la energía solar en energía química, el número total de hojas producidas, su longevidad y tasa de producción son características varietales que varían según las condiciones ambientales. En cuanto al tamaño de las hojas se diferencia entre las distintas variedades, el cual varía con la edad de la planta.

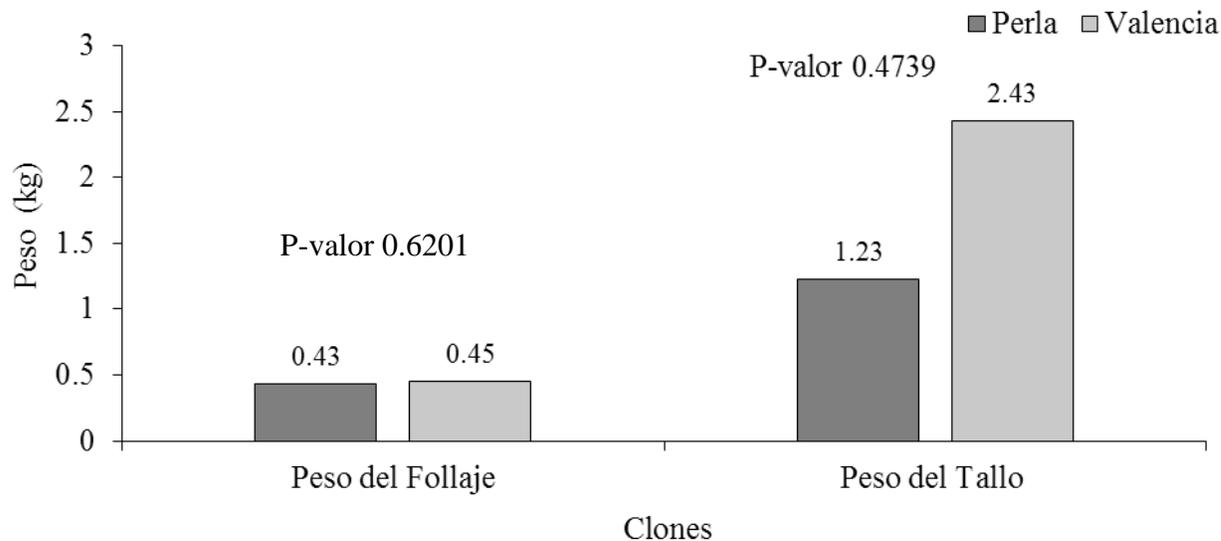


Figura 10. Peso follaje y peso del tallo (kg)

5.2 Variables de rendimiento

5.2.1 Peso fresco de raíces de reservante por planta (cm)

Peso fresco de raíz (kg). La raíz reservante no tiene médula y pueden ser raíces de pulpa amarilla, crema y blanca. El rendimiento de raíces por planta suele ser de 1 kg a 3 kg (INFOAGRO, 2020). Las raíces reservante son morfológica y anatómicamente idénticas a las raíces fibrosas, la diferencia esencial radica en que las raíces reservante tienen mayor desarrollo radical y alta cantidad de almidón. El almacenamiento de almidón le da valor económico (INTA, 2004).

El rendimiento de las raíces por planta normalmente oscila entre 3 kg y 5 kg, aunque algunos cultivares pueden llegar a producir hasta 10 kg con la aplicación de una buena tecnología. Según la Figura 12, la variedad Perla registró un peso fresco de raíz de 3.38 kg, mientras que la variedad Valencia alcanzó 2.46 kg. Esto indica que la variedad Perla presenta el mayor peso fresco de raíz, situándose dentro del rango promedio de 3kg a 5 kg reportado por Montaldo (1983).

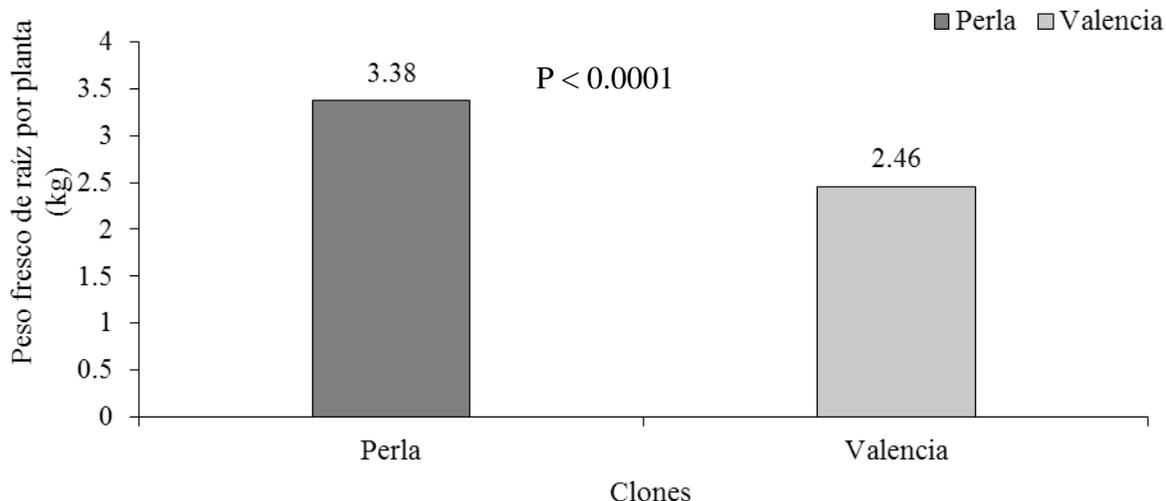


Figura 11. Peso fresco de raíz (kg)

Peso de raíz grande, medianas y pequeñas (kg). El CIAT (1989) asegura que las oportunidades de mejorar la productividad del cultivo de yuca varia, siendo necesario los objetivos que se tomen cuidadosamente para contribuir al incremento de la producción, también plantean que la primera característica de las raíces de la yuca es su capacidad para almacenar almidones, razón por la cual es el órgano de la planta que tiene un mayor valor económico.

En la Figura 14, se evidencian diferencias significativas entre los Variedades Perla y Valencia. Específicamente, la variedad Perla mostró un rendimiento inferior en los tres grupos seleccionados: grandes, medianos y pequeños.

Según el CIAT (1989), existen diversas oportunidades para mejorar la productividad del cultivo de la yuca, por lo tanto, los objetivos deben seleccionarse con cuidado para maximizar su contribución al aumento de la producción.

La variedad Perla es reconocida por el INTA (2004) como uno de los Variedades destacados en Nicaragua en cuanto al peso de las raíces.

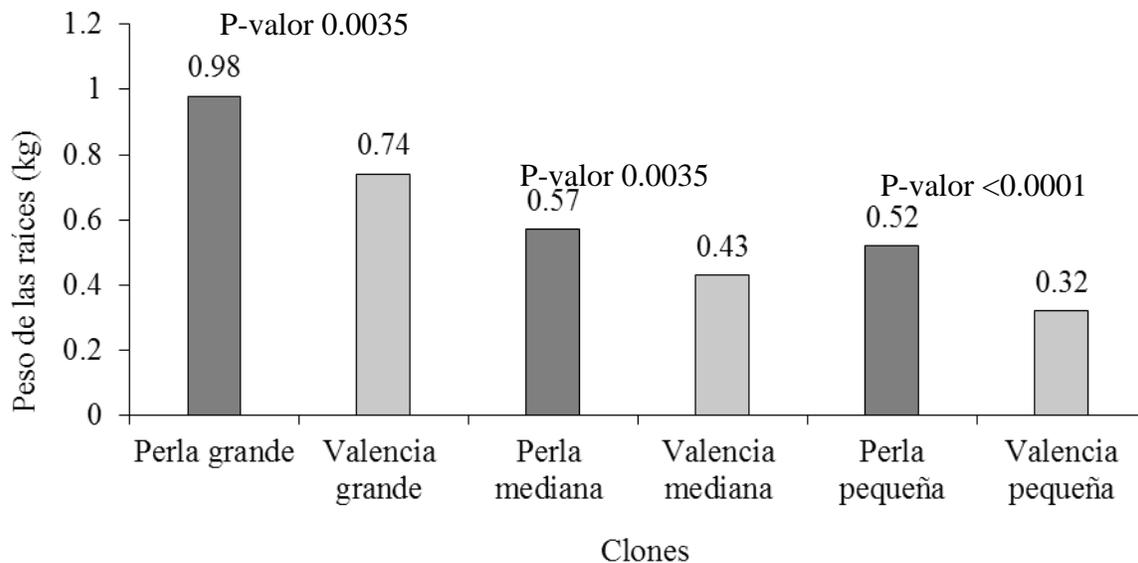


Figura 12. Peso de raíces grandes, medianas y pequeñas (kg)

5.2.2 Número de raíces reservante por planta

Número de raíz por planta. Según el CIAT (1987), la planta de yuca es tolerante al ataque de enfermedades e insectos que pueden infringir daños y reducir el número de raíces disponibles para el consumo. Carlos (1979) asegura que el número de raíces que engrosan es generalmente determinado en las fases iniciales del período de crecimiento y depende del genotipo, de las condiciones del material de siembra y de las condiciones ambientales en que se desarrolle la planta. Para el (CIAT, 1974) determina que, desde los dos hasta los siete meses, el número de raíces por planta permanece constante con un valor de 9.6 raíces por planta.

La Figura 12 revela que la variedad Perla presenta un promedio de 9.15 raíces por planta, mientras que la variedad Valencia registra un promedio de 7.67 raíces por planta. Esta diferencia es estadísticamente significativa y muestra que la variedad Perla produce un mayor número de raíces por planta en comparación con la variedad Valencia.

La variedad Perla se encuentra en los rangos provisto por CIAT (1974), el valor encontrado fue de 9.15 número de raíces / planta, además de que la variedad Perla posee mayor número de raíces, presentando similitud con las variedades INTA Reyna, INTA Nicaragua y Señorita como las Variedades que mayor número de raíces producen en Nicaragua (Ana *et al.*, 2022, p. 19).

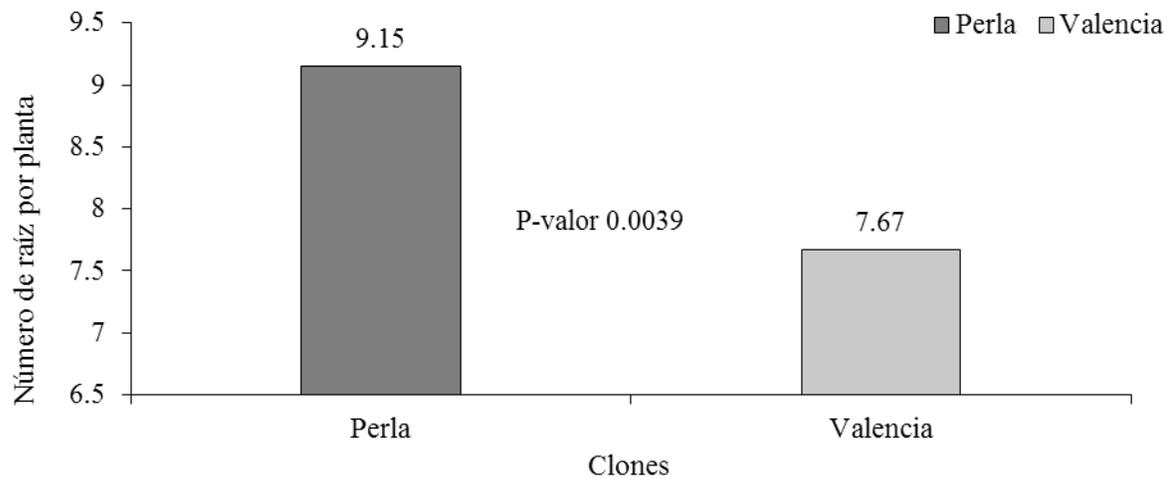


Figura 13. Número de raíces por planta

Número de raíces grandes, medianas y pequeñas. La tolerancia de la planta de yuca al ataque de enfermedades e insectos, según el CIAT (1987), resalta su capacidad para mantener un rendimiento estable, a pesar de posibles amenazas externas que podrían reducir el número de raíces disponibles para el consumo.

Por otro lado, los datos recopilados en la Figura 13 indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de raíces grandes, medianas y pequeñas entre los Variedades Perla y Valencia.

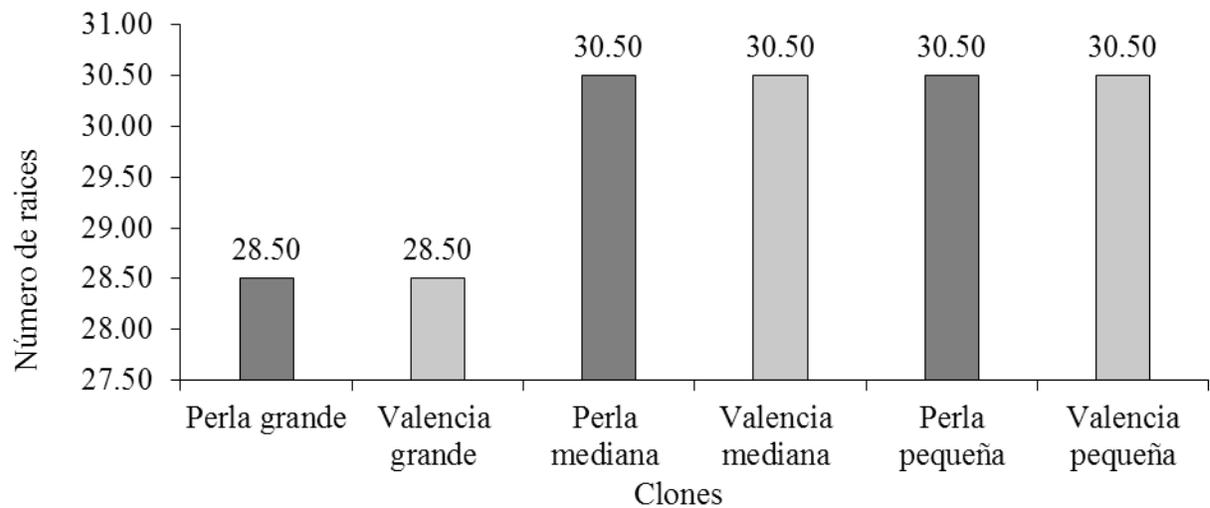


Figura 14. Número de raíces grandes, medianas y pequeñas

Esto sugiere una uniformidad en la distribución de tamaños de raíces en ambas Variedades, lo cual puede tener implicaciones importantes para la producción y comercialización de la yuca, garantizando un suministro consistente de raíces de diversos tamaños para satisfacer las demandas del mercado.

5.2.3 Longitud de la raíz reservante (cm)

CIAT (1989) y Montaldo (1983) mencionan que las raíces son irregulares y tienen por lo general una dirección de crecimiento de forma oblicua, (formando un ángulo que no es recto), siendo su tamaño entre 20 cm y 50 cm de largo, la longitud de la raíz al igual que el diámetro se ve influenciado por cada variedad.

Se determinaron las longitudes de las raíces de los dos Variedades seleccionando un total de 60 unidades y agrupándolas en las categorías de grandes, medianas y pequeñas. En la categoría de raíces grandes, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre la variedad Valencia y el variedad Perla. Sin embargo, en las categorías de raíces medianas (24.83 cm Perla y 25.37 cm valencia) y pequeñas (23.65 cm perla y 22.58 cm valencia), no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos Variedades (Figura 15).

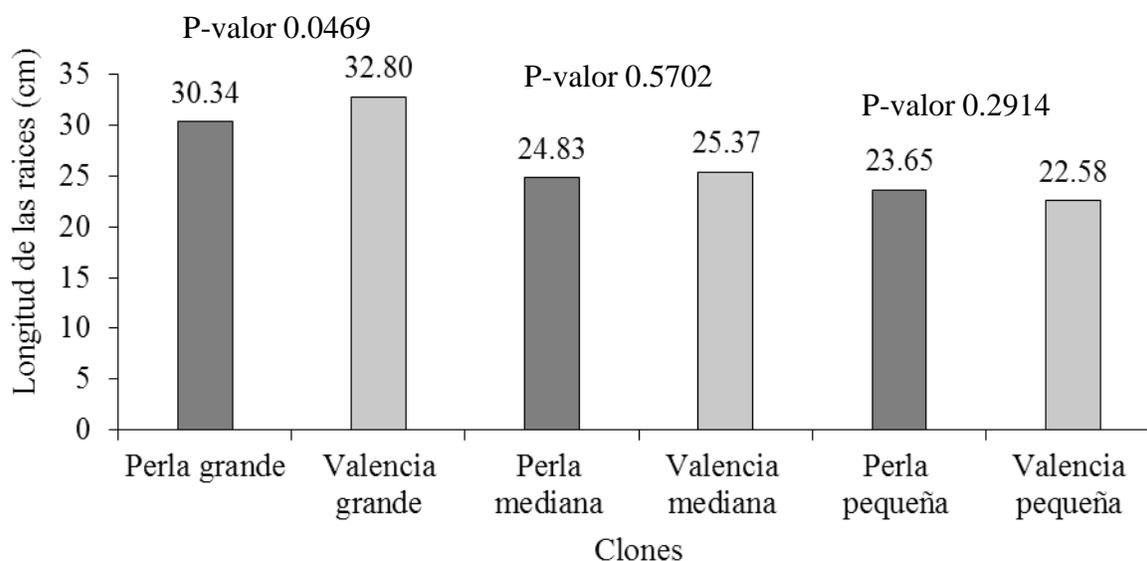


Figura 15. Longitud de raíces grandes, medianas y pequeñas (cm)

5.2.4 Diámetro de la raíz reservante (cm)

Chavarría (2003) señala que el carácter del diámetro de raíz de la yuca está relacionado en gran medida con el rendimiento del cultivo, según el CIAT (1983) el diámetro de las raíces entre 5 cm y 10 cm de diámetro además menciona que el carácter está influenciado por el medio ambiente.

El engrosamiento de las raíces empieza después de los primeros seis meses va acelerando al trascurrir el tiempo y dura aproximadamente cinco meses al final de este período, la producción de hojas ha disminuido (Murillo,1995). Las raíces tienen la característica principal de almacenamiento de almidón.

En la Figura 16 se evidencian diferencias estadísticas entre los Variedades, siendo la variedad Perla quien presenta un mayor diámetro de raíces en las categorías de grandes, medianas y pequeñas. Es importante destacar que ambos Variedades se encuentran dentro del rango de diámetros descrito por el CIAT (1983).

Perla es catalogada por INTA (2004), como uno de los Variedades que más sobresale en Nicaragua con respecto a diámetro de raíces y su capacidad de producir rendimientos en suelos pobres.

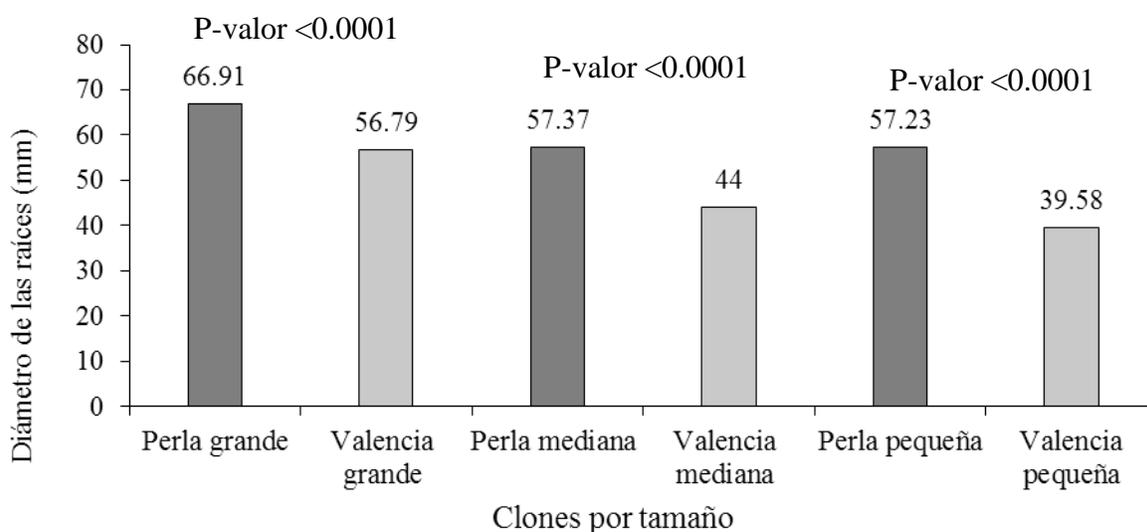


Figura 16. Diámetro de raíces grandes, medianas y pequeñas (cm)

5.2.5 Rendimiento comercial de raíces reservante frescas (kg)

Peso del tallo comercial (kg). Los tallos son particularmente importantes en la planta de yuca ya que son el medio de multiplicación vegetativa o asexual para la planta, el tallo es muy variable y depende no solo de la variedad, sino también de otros factores como la edad de la planta, la ocurrencia de una sequía, un ataque severo de ciertas plagas o una baja fertilidad disponible para la planta, el tallo es un registro perdurable de la historia del desarrollo de la planta.

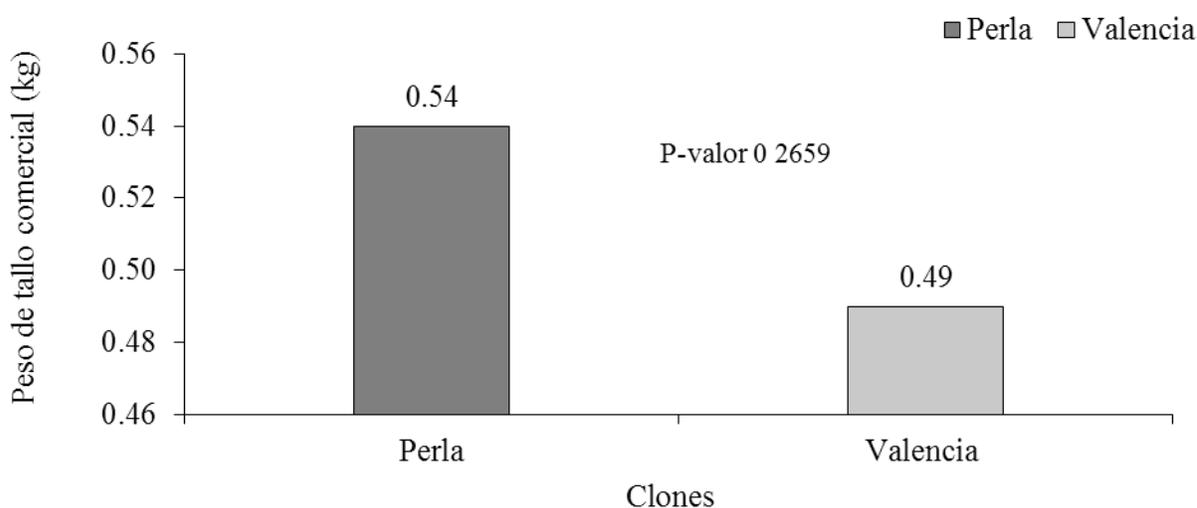


Figura 17. Peso del tallo comercial (kg)

No hay efecto significativo para la variable peso del tallo comercial (Figura 17). Según Montaldo (1983) explica que el tallo es muy ligero, se rompe fácilmente y contiene una corteza delgada que se quita con facilidad, los vasos leñosos están compuestos por haces fibrosos y paredes delgadas.

El peso del tallo se ve influenciado según la edad de la planta y según la variedad, Perla obtuvo mayor peso de tallo.

Longitud del tallo comercial (cm). La yuca es una planta perenne leñosa con un tallo cilíndrico compuesto por nudos (el punto donde se une la hoja al tallo) y entrenudos (la porción del tallo entre dos nudos). El diámetro del tallo varía entre 2 cm y 6 cm, y su altura oscila entre 1 m y 3

m. Debido a su mejor reproducción vegetativa, los tallos son de gran importancia, ya que cuando maduran, se cortan en esquejes de 7 cm a 30 cm de longitud para su uso como semilla vegetativa. Los datos analizados presentaron significancias estadísticas, siendo la variedad Perla quien presenta mayor longitud del tallo (Figura 18).

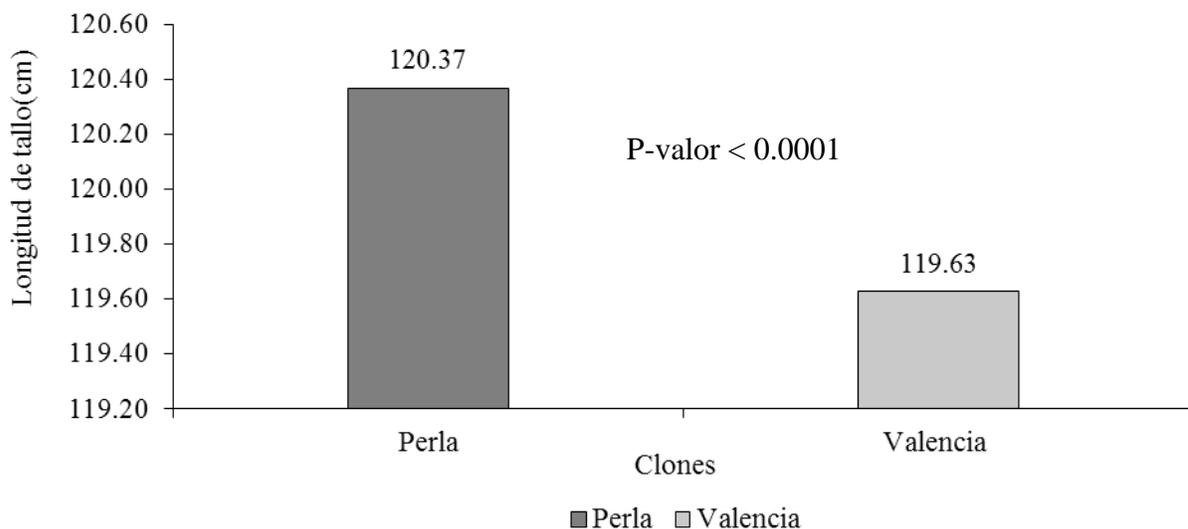


Figura 18. Longitud del tallo comercial (cm)

Número de esquejes. En la figura 19 se observa que la variedad Perla registra el mayor número de esquejes. El número de esquejes se relaciona con la longitud del tallo comercial, por lo que, a mayor longitud, el número de esquejes aumenta; relación que se observa al comparar la figura 18 con la figura 19.

Inicialmente, se seleccionaron 10 tallos por variedad para calcular un porcentaje representativo y así determinar la calidad de la semilla de yuca. Esta calidad depende de varios factores, como la madurez y el grosor del tallo, el número de nudos, el tamaño del cangre o estaca, la variedad, los daños mecánicos causados por la manipulación y su estado de salud, es decir, la ausencia de patógenos. Las partes más apropiadas para seleccionar las ramas de las cuales se obtendrán los esquejes son la basal y la media ya que en ellas hay mayor acumulación de sustancias de reserva y presentan una mejor madurez fisiológica.

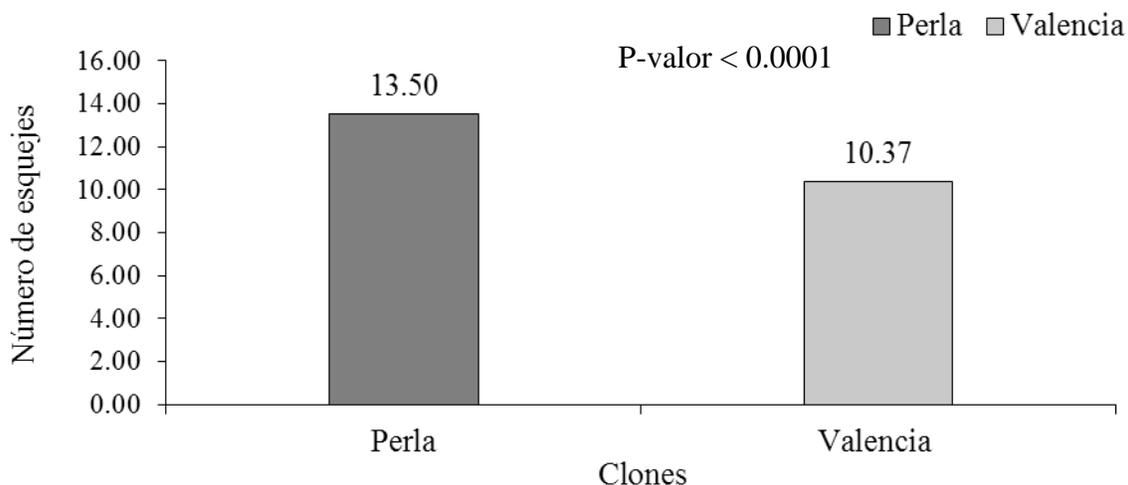


Figura 19. Número de esquejes Perla y Valencia

5.2.6 Rendimiento (kg)

El rendimiento es el factor más crucial en la producción agrícola. Según CIAT (1997), los rendimientos en el cultivo de yuca están en dependencia de la genética (variedad), así como de las condiciones edafoclimáticas, y bajo condiciones ideales, se pueden alcanzar rendimientos entre 40 t ha^{-1} y 50 t ha^{-1} , mientras que en condiciones desfavorables los rendimientos pueden reducirse a 2.6 t ha^{-1} .

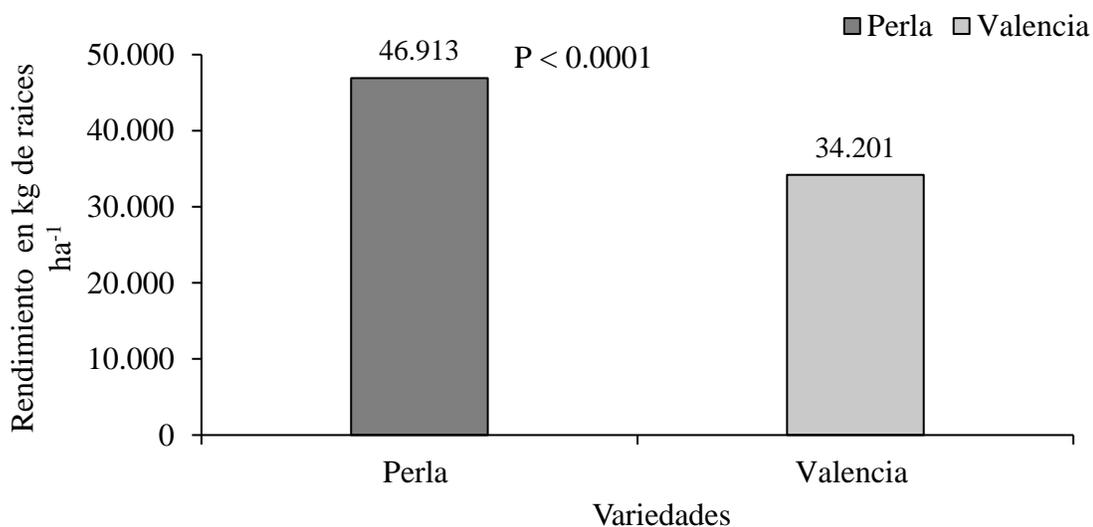


Figura 20. Rendimiento (kg ha⁻¹)

En la figura 20, se aprecian diferencias significativas en los rendimientos. La variedad Perla alcanzó un rendimiento de 46 913 kg, y la variedad Valencia de 34 201 kg; a pesar de esta disparidad, ambos rendimientos se encuentran dentro del rango establecido por el CIAT (1997).

El rendimiento de la variedad Perla se aproxima a los datos reportados por el CIAT (1997), y se destaca como uno de las Variedades con mayor producción de raíces frescas en Nicaragua, siendo catalogado por INTA (2016) como resistente a la sequía y alcanzando un rendimiento promedio de 20,997 kg/ha. Estos hallazgos sugieren que, bajo un manejo adecuado, como el observado en el estudio, se pueden lograr rendimientos superiores, como los obtenidos con la variedad Perla (46 toneladas), en comparación con los datos encontrados de INTA (2016).

VI. CONCLUSIONES

Se determinaron las variables de crecimiento de dos variedades de yuca, siendo la variedad Perla la que mostró una notable superioridad en comparación con Valencia, se observaron diferencias significativas en variables como la longitud del lóbulo central, la longitud del pecíolo y el diámetro del tallo, lo que sugiere un desarrollo más robusto y vigoroso en Perla, lo que indica que puede ser más adecuado en entornos donde se valora un crecimiento vigoroso y una estructura vegetal más desarrollada.

Se logró estimar las dos variedades de yuca siendo la variedad Perla la que se destacó sobre la variedad Valencia en varias variables de relevancia, como el número de raíces, el peso fresco de las raíces en diferentes tamaños, el diámetro de las raíces, la longitud del tallo comercial, el número de esquejes y el rendimiento del cultivo fueron significativamente superiores para Perla. La variedad Valencia mostró un mejor desempeño únicamente en la longitud de las raíces grandes.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere priorizar el cultivo de la variedad Perla por sus excelentes rendimientos en las variables de crecimiento y cosecha, superando a la variedad Valencia.

Se recomienda realizar investigaciones adicionales para comprender que factores contribuyen al éxito de la variedad Perla y explorar las posibles mejoras en el manejo agronómico que puedan optimizar aún más su rendimiento y calidad del producto final.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, E., Segreda, A., Saborío, D., Morales, J., Chacón, M., Rodríguez, L., Acuña, P., Torres, S., y Gómez, Y. (2017). *Manual del cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Aristizábal, J., y Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. FAO. <https://www.fao.org/4/a1028s/a1028s.pdf>
- Buechsel Reyes, C. D. (2012). *Establecimiento in vitro de yuca –variedad Valencia– mediante domos meristemáticos y evaluación de tres medios de cultivo para la producción de brotes* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio Digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1065>
- Cadavid, F. (2011). *Manual de nutrición vegetal: Una visión de los aspectos nutricionales del cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz)*. CIAT.
- Castro, R. J., Marta, F., Riveiro, L. S., Campos, S., y Curi, P. R. (1996). Agrupamentos de divisões regionais em relação ao valor porcentual da produção agropecuária no estado de São Paulo. *Científica*, 21(2), 287-294.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1983). *Yuca: Investigación, producción y utilización*. <https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/yuca-investigacion-produccion-y-utilizacion>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1987). *Yuca: Investigación, producción y utilización*. CIAT.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1989). *Yuca: Investigación, producción y utilización*. CIAT.
- Chavarría, M. E. (2003). *Evaluación agronómica de siete variedades de yuca (Manihot esculenta Crantz) en las condiciones del municipio de Nueva Guinea, Nicaragua, 2002* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional de la UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1878>
- Cock, J. H. (1997). *La yuca: Nuevo potencial para un cultivo tradicional*. CIAT. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABE091.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2010). *Perspectivas alimentarias: Análisis de los mercados mundiales*. <https://www.fao.org/4/al981s/al981s00.pdf>
- Herrera, C. (2021). Proyectan incremento de la producción de raíces y tubérculos para el 2022

en Nicaragua. *Diario Barricada*. <https://diariobarricada.com/proyectan-incremento-de-la-produccion-de-raices-y-tuberculos-para-el-2022-en-nicaragua/>

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2015). Registro de datos meteorológicos. Managua, Nicaragua.

INFOAGRO Costa Rica (Sistema de Información para el Sector Agropecuario Costarricense). (2009). *Síntesis analítica: Situación y tendencias del sector agropecuario 2004–2008*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E16-9861.pdf>

INFOAGRO. (2020). *El cultivo de la yuca o mandioca*. http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_yuca_o_mandioca.asp#menuHeaderSectors

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2004). *Manual del cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz)*. San José, Costa Rica.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2016). *Brochure Yuca INTA Perla*. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2019/11/Brochure-Yuca-INTA-Perla-2016.pdf>

Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA). (2022). *Cultivo de yuca*. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento5592489.pdf>

Montaldo, A. (1983). *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://iica.int/publications/cultivo-de-raices-y-tuberculos-tropicales>

Murillo, O. (1995). *Ficha técnica: Industrialización de la yuca*. Consejo Nacional de Producción (CNP). Costa Rica.

Nicaragua, K., Pavón, F., y Chavarría, E. (2004). *Manejo integrado de plagas*. Repositorio de la Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf>

Pérez Rugama, E. H. (2018). *Evaluación de la fertilización orgánica (biol) y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays L.) cv. NB 9043 bajo riego complementario por goteo, finca El Plantel, Masaya, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional de la UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3674>

Suárez, L., y Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz): Tendencias actuales. *Cultivos Tropicales*, 32(3), 27-35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000300004

IX. ANEXOS

Anexo 1. Longitud del lóbulo central

Variedad	3	6	8	9	10
Perla	8,33	12,15	16,24	13,03	13,14
Valencia	8,23	12,01	16,74	11,99	12
y= 0,05	0,4832	0,6549	0,3299	0,0085	0,0022
	NS	NS	NS	**	**

Anexo 2. Ancho del lóbulo central

Variedad	3	6	8	9	10
Perla	1,80	2,87	4,12	3,46	3,46
Valencia	1,80	2,87	3,94	3,29	3,29
y= 0,05	0,9999	0,5000	0,2768	0,1630	0,1630
	NS	NS	NS	NS	NS

Anexo 3. Longitud del peciolo

Variedad	3	6	8	9	10
Perla	12,05	14,01	16,92	18,73	18,81
Valencia	10,72	14,44	17,08	13,41	13,54
y= 0,05	0,2785	0,1358	0,8003	0,0001	0,0001
	NS	NS	NS	**	**

Anexo 4. Altura de la planta

Variedad	3	6	8	9	10
Perla	93,69	139,59	204,81	2,23	2,23
Valencia	92,76	139,59	182,85	4,01	4,01
y= 0,05	0,2873	0,5000	0,3386	0,4292	0,4292
	NS	NS	NS	NS	NS

Anexo 5. Diámetro del tallo

Variedad	3	6	8	9	10
Perla	1,63	5,89	25,92	29,97	30,79
Valencia	1,63	5,91	27,00	23,23	23,75
y= 0,05	0,9999	0,4833	0,0845	0,0001	0,0001
	NS	NS	NS	**	**

Anexo 6. Número de raíz por planta y peso fresco de raíz por planta

Variable	NRP	PFRP
Perla	9.15	3.38
Valencia	7.67	2.46
<i>p-valor</i>	0.0039	<0.0001

NRP: Número de raíz por planta, PFRP: Peso fresco de raíz por planta

Anexo 7. Componentes del rendimiento de dos Variedades de yuca según tamaño de raíz

Clasificación de raíz	Variable	Variedad	
		Perla	Valencia
Grande	N° raíz por planta	28.50	28.50
	Peso de raíz (kg)	0.98	0.74
	Longitud de raíz (cm)	30.34	32.80
	Diámetro de raíz (mm)	66.91	56.79
Mediana	N° raíz por planta	30.50	30.50
	Peso de raíz (kg)	0.57	0.43
	Longitud de raíz (cm)	24.83	25.37
	Diámetro de raíz (mm)	57.37	44.00
Pequeña	N° raíz por planta	30.50	30.50
	Peso de raíz (kg)	0.52	0.32
	Longitud de raíz (cm)	23.65	22.58
	Diámetro de raíz (mm)	57.23	39.58

Anexo 8. Componentes del rendimiento comercial de dos Variedades de yuca

Variable	PTC	LTC	NE
Perla	0.54	120.37	13.50
Valencia	0.49	119.63	10.37
<i>p-valor</i>	0.2659	<0.0001	<0.0001

PTC: Peso del tallo comercial, LTC: Longitud del tallo comercial NE: Número de esquejes

Anexo 9. Componentes del peso del follaje y tallo de dos Variedades de yuca

Variable	PF	PT
Perla	0.43	1.23
Valencia	0.45	2.43
<i>p-valor</i>	0.6201	0.4739

PF: Peso follaje, PT: Peso del tallo

Anexo 10. Rendimiento de raíz de dos Variedades de yuca kg ha⁻¹

Variables	kg ha⁻¹
Perla	46,913
Valencia	34,201
<i>p-valor</i>	<0.0001