

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Adaptación de genotipos avanzados del banco de germoplasma de
yuca (*Manihot Esculenta* Crantz), bajo las condiciones
agroclimáticas del distrito de Pichanaki**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero(a) Agrónomo**

Autor:

Bach. Henry Abel ASCOY APARCO

Bach. Korin Vanesa BALDEON MONTES

Asesor:

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

La Merced - Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Adaptación de genotipos avanzados del banco de germoplasma de
yuca (*Manihot Esculenta* Crantz), bajo las condiciones
agroclimáticas del distrito de Pichanaki**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
MIEMBRO

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 036-2025/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
ASCOY APARCO, Henry Abel
BALDEON MONTES, Korin Vanesa

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Adaptación de genotipos avanzados del banco de germoplasma de yuca (Manihot Esculenta Crantz), bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki

Asesor
Mag. Marmolejo Gutarra, Karina Jessica

Índice de similitud
4 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 11 de julio de 2025



Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis queridos padres, cuya guía y apoyo incondicional han sido fundamentales en cada paso de mi vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la integridad. A mis hermanos, por su constante aliento y la confianza que siempre han depositado en mí. Este logro es tan suyo como mío.

Henry

A mis queridos padres, cuya sabiduría y amor incondicional han sido la base sobre la cual he construido mis sueños y aspiraciones. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y la integridad. Su apoyo constante y su fe inquebrantable en mis capacidades me han dado la fuerza para alcanzar este logro. Esta tesis es un testimonio de su dedicación y sacrificio. Con todo mi cariño y gratitud, les dedico este trabajo, que no habría sido posible sin su guía y apoyo incondicional.

Korin

AGRADECIMIENTO

A la Asesora M. Sc. Karina Jessica Marmolejo Gutarra, por su valiosa orientación en el desarrollo de este proyecto de tesis.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Dra. Luz Noemi Zúñiga López y al Ing. Itnan Oscoco Medina por su valiosa guía y asesoramiento en la metodología de esta investigación. Su expertise y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de esta tesis.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) por su invaluable apoyo y financiamiento para la realización de esta tesis. Su compromiso con la investigación y el desarrollo agrícola ha sido fundamental para llevar a cabo este estudio.

Agradezco a todos los ingenieros de la UNDAC-Filial La Merced por su enseñanza y orientación durante nuestra formación académica. También extendo mi gratitud a los amigos y colegas que nos han brindado su apoyo y compañerismo a lo largo de este camino, contribuyendo al cumplimiento de nuestros objetivos académicos y profesionales.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la adaptación de genotipos avanzados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma, bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki. Este estudio se llevó a cabo utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), donde se evaluaron 12 genotipos superiores seleccionados del banco de germoplasma del INIA y dos testigos una variedad local y comercial, evaluándose características cualitativas y cuantitativas como forma de raíz, color de la raíz, número de la raíz, peso de la raíz por planta, contenido de materia seca, sobresaliendo los genotipos L224, NR200, IM362SF y AA063. Los resultados indicaron que, los genotipos presentaron mayor número de raíces fueron L224 y NR200 con 10 y 9 raíces/planta y en peso de raíz fueron superiores IM362SF y NB231 con pesos de 636.81 g/planta y 455.82 g/planta en las condiciones de Pichanaki. En el análisis sensorial como en apariencia, sabor y textura de la raíz sancochada destacó KM44004, seguido del genotipo PN211. Sobresalieron los genotipos AA063, CN025 y IM362SF en contenido de materia seca. En la presente investigación podemos concluir que la selección de genotipos adaptados puede aumentar significativamente la productividad de la yuca en la selva central, proporcionando una base sólida para el mejoramiento genético y la sostenibilidad del cultivo.

Palabras clave: Genotipos avanzados, adaptación, condiciones agroclimáticas.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the adaptation of advanced cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes from the germplasm bank under the agroclimatic conditions of the Pichanaki district. The study was conducted using a randomized complete block design (DBCR), where 12 superior genotypes selected from the INIA germplasm bank and two controls, a local and a commercial variety, were assessed. Qualitative and quantitative characteristics such as root shape, root color, number of roots, root weight per plant, and dry matter content were evaluated, with genotypes L224, NR200, IM362SF, and AA063 standing out. The results indicated that the genotypes with the highest number of roots were L224 and NR200 with 10 and 9 roots/plant, respectively, and in terms of root weight, IM362SF and NB231 were superior with weights of 636.81 g/plant and 455.82 g/plant under the conditions of Pichanaki. In sensory analysis, such as appearance, taste, and texture of the boiled root, KM44004 was particularly notable, followed by genotype PN211. Genotypes AA063, CN025, and IM362SF excelled in dry matter content. This research concludes that the selection of adapted genotypes can significantly increase the productivity of cassava in the central jungle, providing a solid foundation for genetic improvement and sustainability of the crop.

Keywords: Advanced genotypes, Adaptation, Agro-climatic conditions.

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es un cultivo muy importante para la alimentación y la economía de la gente en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Una de sus grandes ventajas es que puede crecer bien en suelos pobres y en climas difíciles donde otros cultivos no sobrevivirían. En el distrito de Pichanaki, situado en la selva central del Perú, la yuca es clave para la seguridad alimentación y el ingreso económico de las familias productoras. Sin embargo, la producción de yuca en esta zona tiene varios problemas en el rendimiento, como el clima que cambia mucho, los suelos que son muy ácidos y el ataque de plagas y enfermedades. Esta raíz siempre ha sido un alimento valioso, como lo menciona Mederos (2006), ya que alimentaba a los pueblos originarios desde mucho antes de la llegada de los españoles.

Existe una enorme cantidad de variedades de yuca, más de 7,000, y casi 20,000 tipos diferentes guardados en bancos de germoplasma en todo el mundo, según lo que reportan Franco (2007) y Ceballos & Cruz (2002). Las características de cada tipo de yuca dependen del lugar donde crecen, ya que siempre están interactuando con seres vivos (como microbios o animales) y con las condiciones del ambiente (como el clima y el tipo de suelo). Esta interacción es la que ha creado tanta variedad genética, como lo explica Lobo (2004).

Por eso, es muy importante encontrar y probar qué genotipos de yuca se adaptan mejor y rinden más en las condiciones específicas de Pichanaki. Los primeros resultados de este estudio indican que algunos genotipos sí se adaptan muy bien al clima y suelo de la zona, logrando mejores cosechas y aguantando mejor los problemas del campo. Estos resultados se comprobaron usando análisis estadísticos serios, como el análisis de varianza, para estar seguros de las conclusiones.

Al final, esta investigación no solo quiere dar información científica sobre cómo se adapta la yuca, sino también dar consejos prácticos para que los agricultores de Pichanaki puedan mejorar sus cultivos. Encontrar los mejores genotipos es el primer

paso para poder hacer un mejoramiento genético en el futuro y asegurar que la yuca siga siendo un cultivo importante para las comunidades agrícolas.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivo.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	7
2.2.	Bases teóricas – científicas	10
2.3.	Definición de términos	14
2.4.	Formulación de hipótesis.....	15
2.4.1.	Hipótesis general	15
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	15
2.5.	Identificación de variables	15
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	18

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	19
3.2.	Nivel de investigación.....	20

3.3.	Métodos de investigación.....	20
3.4.	Diseño de Investigación	21
3.1.1.	Tratamientos experimentales	22
3.5.	Población y muestra	23
3.6.	Técnicas e instrumento recolección de datos	24
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
3.8.	Tratamiento estadístico	35
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	37
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	42
4.3.	Prueba de Hipótesis	95

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Análisis de varianza para diseño de bloques completamente randomizado.	22
Tabla 2. Codificación de tratamientos.....	22
Tabla 3. Parámetros de evaluación de variables en campo.	25
Tabla 4. Tabla de frecuencias para color de hoja apicales sin extenderse	44
Tabla 5. Tabla de frecuencias para color de hojas maduras desarrolladas	45
Tabla 6. Tabla de frecuencias para pubescencia de hojas tiernas.....	46
Tabla 7. Tabla de frecuencias para color de nervaduras en las hojas	47
Tabla 8. Tabla de frecuencias para número de lóbulos en las hojas.....	48
Tabla 9. Tabla de frecuencias para forma de lóbulo central	50
Tabla 10. Tabla de frecuencias para color de peciolo.....	52
Tabla 11. Tabla de frecuencias para color de la colénquima del tallo	53
Tabla 12. Tabla de frecuencias para color de la superficie interna de la epidermis en el tallo.....	54
Tabla 13. Tabla de frecuencias para forma de la planta.....	56
Tabla 14. Tabla de frecuencias para hábito de crecimiento del tallo.....	57
Tabla 15. Tabla de frecuencias para niveles de ramificación (1) sin nivel, (2) primer nivel (3) segundo nivel, (4) tercer nivel y (5) cuarto nivel a más.....	58
Tabla 16. Tabla de frecuencias para color de la corteza del tallo maduro	58
Tabla 17. Tabla de frecuencias para hábito de ramificación.....	60
Tabla 18. Tabla de frecuencias para pedúnculo de la raíz reservante	61
Tabla 19. Tabla de frecuencias para forma de la raíz reservante.....	62
Tabla 20. Tabla de frecuencias para constricciones de la raíz reservante.....	63
Tabla 21. Tabla de frecuencias para posición de las raíces.....	64
Tabla 22. Tabla de frecuencias para textura de superficie de la raíz reservante.....	65
Tabla 23. Tabla de frecuencias para desprendimiento de la corteza	66
Tabla 24. Tabla de frecuencias para facilidad de pelado de la corteza.....	66
Tabla 25. Tabla de frecuencias para color externo de la corteza	67
Tabla 26. Tabla de frecuencias para color interno de la corteza	68
Tabla 27. Tabla de frecuencias para color del cilindro central o pulpa.....	70
Tabla 28. Tabla de frecuencias para facilidad de desprendimiento de las raíces reservante	71
Tabla 29. Análisis de varianza de altura de planta a los 165 días (cm).....	73

Tabla 30. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 165 días (cm)	73
Tabla 31. Análisis de varianza de longitud de lóbulo central en hojas maduras	75
Tabla 32. Prueba de Tukey para longitud de lóbulo central en hojas maduras (cm) ...	75
Tabla 33. Análisis de varianza para ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm)	76
Tabla 34. Prueba de Tukey para ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm)	76
Tabla 35. Análisis de varianza para longitud de peciolo	77
Tabla 36. Prueba de Tukey para para longitud de peciolo.....	78
Tabla 37. Análisis de varianza de longitud de entrenudos.....	79
Tabla 38. Prueba de Tukey para longitud de entrenudos.....	80
Tabla 39. Análisis de varianza de altura de la ramificación.	81
Tabla 40. Prueba de Tukey para la altura de ramificación.....	81
Tabla 41. Análisis de varianza de número de raíces por planta	82
Tabla 42. Prueba de Tukey para número de raíces por planta.....	83
Tabla 43. Análisis de varianza de longitud de raíces.	84
Tabla 44. Prueba de Tukey para longitud de raíces por planta	84
Tabla 45. Análisis de varianza de diámetro de raíz (mm).	85
Tabla 46. Prueba de Tukey para diámetro de raíz.	86
Tabla 47. Análisis de varianza de peso de raíz por planta.....	87
Tabla 48. Prueba de Tukey para peso de raíz por planta.....	87
Tabla 49. Análisis de varianza de materia seca de la raíz (%).	88
Tabla 50. Prueba de Tukey para materia seca de raíz.	89
Tabla 51. Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Área experimental total con la distribución de los bloques y tratamientos.....	23
Figura 2. Ubicación del campo experimental del INIA-Pichanaki	38
Figura 3. Limpieza del campo experimental del INIA-Pichanaki.....	38
Figura 4. Demarcación de la parcela experimental.	39
Figura 5. Selección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.....	40
Figura 6. Desinfección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.....	40
Figura 7. Siembra de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.....	41
Figura 8. Desinfección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.....	41
Figura 9. Caracterización cualitativa de genotipos de yuca en la estación experimental de investigación INIA-Pichanaki	43
Figura 10. Estados del descriptor color de hojas apicales sin extenderse	44
Figura 11. Estados del descriptor color de hojas maduras desarrolladas	45
Figura 12. Estados del descriptor color de la nervadura de las hojas	47
Figura 13. Estados del descriptor número de lóbulos en la hoja.	49
Figura 14. Forma de lóbulo central de hoja: (8) ovoide, (9) elíptico, (10) lanceolada, (11) oblanceolada, (12) lineal o recta y (13) padurada	50
Figura 15. Color de peciolo (1) verde claro, (2) verde, (3) verde con rojo, (4) verde púrpura, (5) rojo, (6) púrpura.....	52
Figura 16. Color de la colénquima del tallo de yuca. (1) Amarillo verdoso (2) Verde claro (3) Verde oscuro (4) Crema púrpura (5) Púrpura	53
Figura 17. Color de la superficie interna de epidermis en el tallo (1) crema (2) amarillo (3) verde claro (4) verde oscuro (5) marrón oscuro y (6) púrpura claro	55
Figura 18. Forma de la planta de la yuca.....	56
Figura 19. Color de la corteza del tallo maduro (1) verde plateado (2) verde oscuro (3) amarillo (4) anaranjado (5) rojo (6) púrpura y (7) Gris	59
Figura 20. Hábito de ramificación de yuca (1) Erecto, (2) Dicotómico (3) Tricotómico (4) Tetracotómico	60
Figura 21. Forma de la raíz reservante (1) cónico (2) cónico cilíndrico (3) cilíndrico (4) fusiforme	62
Figura 22. Constricciones de la raíz reservante (0) Ausente (1) Presente.....	63
Figura 23. Textura de la superficie de la raíz reservante	65
Figura 24. Color externo de la corteza de la raíz reservante (1) blanco o crema (2)	

amarillo (3) marrón claro (4) marrón oscuro	67
Figura 25. Color interno de la corteza de la raíz reservante	69
Figura 26. Color del cilindro central o pulpa de la yuca (1) blanco (2) crema (3) amarillo y (5) crema con estrías.....	70
Figura 27. Días a la altura de planta de los genotipos de yuca	72
Figura 28. Apariencia de la muestra entera.....	91
Figura 29. Sabor de la muestra entera.	92
Figura 30. Textura de la muestra entera.	93
Figura 31. Descoloración de la muestra entera.....	94

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es un cultivo clave en las zonas tropicales, importante tanto para asegurar la alimentación de la población como mejorar la economía de las familias que viven en el campo. En el distrito de Pichanaki, en la selva central del Perú, este cultivo es fundamental para el día a día de los agricultores. A pesar de lo importante que es, los rendimientos que se obtienen son más bajos de lo que podrían esperar, y es necesario encontrar una solución a este problema para que el cultivo sea sostenible. La yuca tiene varias ventajas importantes si la comparamos con otros cultivos de la zona: se puede usar para comer directamente o para la industria, ayuda mucho a la economía de los pequeños productores y sus hojas se pueden usar como alimento para animales (Montaldo y Montilla, 1977). Además, se ha demostrado que la yuca aguanta muy bien condiciones difíciles como la sequía y los suelos ácidos, lo cual es muy útil para una zona como Pichanaki (Hershey, 1984).

Sin embargo, las condiciones de Pichanaki presentan grandes dificultades. Uno de los problemas más serios es la acidez de los suelos, que según Llaulli Romero (2021) pueden tener un pH tan bajo como 3.44. Esta

acidez hace que la planta no pueda tomar bien los nutrientes del suelo y a veces hasta se intoxica con aluminio, lo que daña las raíces y baja la producción. Además, la capacidad del suelo para retener nutrientes (CIC) no es muy buena, lo que complica más el desarrollo y crecimiento de la yuca.

En cuanto al clima, Pichanaki es una zona subtropical húmeda, con más de 2,200 mm de lluvia al año. Aunque tener bastante agua es bueno, a veces llueve demasiado fuerte y causa problemas de inundación y erosión, y otras veces hay pequeños periodos de sequía que afectan a la planta. Este tipo de clima también es perfecto para que aparezcan plagas y enfermedades que dañan el cultivo.

Desde el punto de vista de la nutrición, la yuca es una gran fuente de energía. Es rica en carbohidratos, fibra y también tiene vitaminas y minerales como la vitamina C, B6, potasio y manganeso (Cartay, 2020). La mayor parte de la yuca del Perú se produce en la selva, con más del 60% del total nacional (Rojas, 2009), lo que demuestra lo importante que es mejorar su cultivo en esta región.

Los estudios más recientes confirman una amplia variabilidad genética en la yuca, lo que abre posibilidades para seleccionar genotipos adaptables a las condiciones específicas de Pichanaki. Esto nos da la oportunidad de buscar y seleccionar los mejores materiales para enfrentar estos problemas del cambio climático. Investigaciones como la de Mahamane et al. (2023), han encontrado genotipos con altos rendimientos y tolerantes a enfermedades, lo que demuestra que sí es posible encontrar soluciones para la acidez del suelo y el clima de Pichanaki. Por eso, el problema principal es que no se han estudiado ni encontrado genotipos que se adapten bien a esta zona. Con el trabajo de investigación se busca encontrar nuevos genotipos que se adapten a las condiciones del distrito de Chanchamayo, tengan altos rendimientos y de buena calidad que las yucas locales que cultivan tradicionalmente el agricultor.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se llevará a cabo en la Estación Experimental Agraria del Instituto de Innovación Agraria (INIA) de Pichanaki, contando con un área total de 1071.6 m² para la instalación de doce entradas promisorias del banco de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) más un testigo local y otro universal.

La investigación se desarrolló en:

Región : Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : Pichanaki Estación Experimental: INIA –
Pichanaki

Altitud : 525 msnm

Coordenadas UTM : 8788140 E y 0514105 N

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál de los genotipos avanzados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) presentará buena adaptación bajo condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál será el comportamiento cualitativo y cuantitativo de los genotipos avanzados de yuca en comparación al testigo de variedad local y variedad comercial?

¿Qué características sensoriales presentarán los genotipos avanzados de yuca bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki?

¿Qué genotipos avanzados de yuca presentan un mayor rendimiento de raíces frescas y secas bajo las condiciones agroclimáticas específicas de

Pichanaki?

1.4. Formulación de objetivo

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la adaptación de genotipos avanzados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma, bajo condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento cualitativo y cuantitativo de los genotipos avanzados del banco de germoplasma de yuca, comparado con la variedad local y variedad comercial.

Determinar las características sensoriales de los genotipos avanzados del banco de germoplasma de yuca.

Identificar los genotipos avanzados de yuca que presentan un mayor rendimiento de raíces frescas y secas bajo las condiciones agroclimáticas de Pichanaki.

1.5. Justificación de la investigación

En el Perú, la superficie dedicada a cultivos alimenticios abarca aproximadamente 2,114,660 hectáreas, situándose la yuca en el séptimo lugar con 95,420 hectáreas cultivadas (MINAG, 2012–2017). Este cultivo se desarrolla principalmente en las regiones de la costa y la selva, destacando Loreto, Ucayali, Cusco, Junín, San Martín, Huánuco, Amazonas y Cajamarca, con menor presencia en Lima, La Libertad y otras regiones costeras. En el año 2017, el área cultivada alcanzó las 97,250 hectáreas en promedio, en tres campañas agrícolas, de las cuales un 63 % (61,700 ha) corresponde a la selva peruana. La región Ucayali ocupa el cuarto lugar a nivel nacional con 7,600 ha destinadas a este cultivo. Esta investigación está orientada a favorecer a los pequeños productores de yuca en el país. Según MINAGRI (2013), citado por Meza (2015), existen más de 100,000 hectáreas sembradas con este cultivo en el Perú, y son

justamente los agricultores quienes requieren tecnologías que aseguren la sostenibilidad, la rentabilidad y una mayor productividad.

La Selva Central, compuesta por zonas de vegetación silvestre, está marcada por una agricultura de subsistencia y la crianza de animales a pequeña escala. En esta área conviven comunidades nativas y campesinas que cultivan la yuca en aproximadamente 1,295 hectáreas, tanto para consumo familiar como para su comercialización local, logrando un rendimiento promedio de 12.2 toneladas por hectárea (MINAGRI, 1980). La investigación se justifica por diversas razones esenciales. En primer lugar, la identificación de genotipos de yuca con buena adaptación a las condiciones agroecológicas de Pichanaki permitirá mejorar la eficiencia productiva. La selección de materiales con alto rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, así como tolerancia a suelos ácidos, podría traducirse en aumentos significativos de la producción y beneficios directos para los agricultores locales. En segundo lugar, este estudio contribuirá al avance del conocimiento científico en torno a la adaptabilidad de genotipos de yuca en distintos entornos agroclimáticos. Los hallazgos serán de utilidad para futuros programas de mejoramiento genético, dirigidos a obtener variedades más productivas y resistentes ante el cambio climático y restricciones del suelo.

Con la finalidad de promover una agricultura más sostenible. La selección de genotipos que demanden menos insumos agroquímicos permitirá prácticas más respetuosas con el medio ambiente, beneficiando tanto a los actuales productores como a las futuras generaciones al preservar los recursos naturales.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las principales limitaciones del presente estudio radica en la disponibilidad restringida de fuentes bibliográficas y técnicas relacionadas con la adaptación del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a diversas

condiciones agroclimáticas. La escasez de estudios previos en contextos similares dificulta la comparación de resultados y la contextualización de los hallazgos, lo cual representa una restricción significativa para el análisis exhaustivo del comportamiento agronómico de los genotipos evaluados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Un estudio importante fue el de Hershey (1984), realizado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Su trabajo se tituló "Mejoramiento de la yuca para la adaptación a condiciones de estrés". El objetivo era encontrar y seleccionar genotipos de yuca que toleren a la sequía, suelos ácidos y la baja fertilidad, con el fin de mejorar su productividad en suelos marginales. Para el análisis, usó un diseño de bloques completos al azar, probando diferentes genotipos en varias localidades con climas y suelos distintos. Midió indicadores como el rendimiento, altura de las plantas y incidencia y severidad de las plagas y enfermedades. Sus resultados mostraron que había mucha diferencia genética entre las yucas al estrés abiótico, y encontró materiales que toleraron mejor a la sequía y suelos ácidos. Al final, concluyó que elegir genotipos adaptados a cada lugar es una buena estrategia para aumentar la producción de yuca en zonas con problemas de estrés abiótico.

Mahamane et al. (2023) estudiaron en Nigeria la variación entre genotipos de yuca en cuanto al rendimiento de raíces y su respuesta a la

enfermedad del mosaico de la yuca (CMD). El objetivo era ver cómo se comportaban diferentes genotipos que ya estaban en etapas avanzadas de mejoramiento, para encontrar los que daban más cosecha de raíces frescas y secas y que además presenten resistencia a la enfermedad. Usaron un diseño de bloques completos al azar, probando 16 genotipos durante dos años. Encontraron diferencias importantes en casi todas las características que evaluaron, y el genotipo UIC-17-2031 fue el que tuvo el mejor rendimiento. El estudio resalta que es muy importante probar los genotipos en diferentes lugares para entender bien cómo interactúan con el ambiente. Concluyeron que los genotipos estudiados son buenos, pero que necesitan ser probados en más zonas para estar seguros de que son estables y se adaptan bien.

En una línea similar, Ogwuche et al. (2023) evaluaron en Nigeria clones mejorados de yuca en diferentes zonas para facilitar que los agricultores y procesadores los adopten. Su investigación se hizo durante cuatro ciclos agrícolas, usando un diseño de bloques completos al azar en 20 localidades. Midieron características como el vigor de la planta, el número de raíces, el rendimiento de raíces frescas y secas, y la cantidad de materia seca. Sus resultados mostraron que tanto el genotipo, como el ambiente y la interacción entre ambos afectaban mucho a todas las variables. Los autores concluyeron que es fundamental encontrar clones que produzcan mucho y que se comporten de manera estable en diferentes lugares para mejorar el rendimiento del cultivo y para que sean aceptados en distintas zonas productoras.

Por su parte, Nduwumuremyi, A., Melis, R., Shanahan, P. y Theodore, A. (2017) hicieron un estudio en el África Subsahariana para ver cómo la interacción entre el genotipo y el ambiente afectaba el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la yuca. Querían encontrar genotipos que se adaptaran mejor a condiciones cambiantes. Usaron un diseño de bloques completos al azar y midieron el rendimiento de las raíces, el desarrollo de la

planta y la calidad del producto. Sus resultados mostraron que la interacción genotipo x ambiente tenía un efecto muy importante en las características que analizaron. Por eso, recalcaron que los programas de mejoramiento deben tomar en cuenta esta interacción para poder seleccionar variedades de yuca que sean más estables y productivas en diferentes climas y suelos.

John, K. S., Sreekumar, J., Sheela, M. N., Beegum, S. S., More, S. J. y Suja, G. (2020) hicieron una evaluación inicial del germoplasma de yuca para encontrar variabilidad genética que pudiera ser útil en programas de mejoramiento. En su estudio, implementaron ensayos en el campo donde analizaron el rendimiento de las raíces, la tolerancia a enfermedades y la calidad de la biomasa. Los resultados les permitieron encontrar accesiones con buen comportamiento y resistencia a enfermedades, las cuales fueron elegidas para seguir siendo evaluadas. El estudio destaca que es muy importante aprovechar la diversidad genética que ya existe para hacer que el cultivo de yuca sea más productivo y resistente. En resumen, las evaluaciones preliminares del germoplasma son un paso clave para encontrar materiales con mucho potencial.

En el Perú, un estudio de Domínguez (2018) analizó cómo los cultivos de cacao y yuca son afectados por la variabilidad climática en una comunidad indígena de Ucayali. Para esto, entrevistó a los productores locales. La investigación revisó cómo ha cambiado el clima en la zona y qué impacto ha tenido en los cultivos. Los resultados mostraron que los agricultores ya se han dado cuenta de que los patrones de lluvia y las temperaturas están cambiando. Se observó que el cultivo de yuca tenía una capacidad de adaptación moderada a estas nuevas condiciones, lo que demuestra la importancia de investigar más a fondo este tema para ayudar a los agricultores a enfrentar el cambio climático.

2.2. Bases teóricas – científicas

Taxonomía

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) se conoce en muchos países por diferentes nombres, entre ellos: yuca, manihot, mandioca, tapioca, manioca, mayaca, rogo, cassava, rumu, kute, kasper, agba, kacaimi, etc. Según Trujillo (2014), señala la clasificación taxonómica de la yuca así:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Euphorbiales
- Familia: Euphorbiaceae
- Subfamilia: Crotonoideae
- Tribu: Manihoteae
- Género: Manihot
- Especie: *Manihot esculenta*

Manihot esculenta representa la especie de mayor relevancia dentro del género *Manihot*, el cual comprende aproximadamente 100 especies. Esta planta dicotiledónea se distingue por presentar hojas con morfología palmada y tallos de consistencia leñosa. Sus raíces tuberosas contienen elevados niveles de almidón, lo que las convierte en una fuente esencial de carbohidratos en las dietas de regiones tropicales y subtropicales (Hershey, 2023). Las variedades de esta especie se clasifican principalmente en yuca dulce y yuca amarga, en función del contenido de compuestos cianogénicos presentes en las raíces, distinción que resulta fundamental para su adecuado procesamiento y consumo seguro (Mahamane et al., 2023).

El género *Manihot* tiene alrededor de 100 especies, de las cuales la más importante en la escala comercial es *Manihot esculenta* Crantz (López et al., 1995).

La yuca pertenece a la familia Euforbiaceae, subfamilia Crotonoideae y tribu Manihotae. El género *Manihot* tiene más de 100 especies y muchas de ellas producen látex y ácido cianhídrico (Caichihua, 2018).

Centro de Origen

La yuca es originaria del trópico americano, y su distribución va desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Sin embargo, se cree que el lugar donde se empezó a domesticar es el norte de Brasil, ya que allí se encuentran las especies silvestres más parecidas a la yuca que cultivamos hoy. Las zonas con más diversidad de este género están en el centro y oeste de Brasil, el sur de México y Bolivia (Aguilar, 2018).

Rodríguez (2018) también señala que la yuca viene de la región neotropical de Sudamérica, especialmente de una zona muy grande alrededor de la cuenca del Amazonas que incluye partes de Brasil, Perú, Bolivia y Paraguay. La arqueología nos dice que su domesticación empezó hace más de 7,000 años, siendo uno de los primeros cultivos de las civilizaciones precolombinas (Ceballos et al., 2002). Se pudo extender a otras zonas tropicales porque es fácil de multiplicar usando estacas.

Estudios genéticos recientes han mostrado que hay una gran variabilidad entre las variedades tradicionales de yuca, lo que sugiere que fue domesticada en varios lugares y que los pueblos indígenas la han seleccionado por mucho tiempo (Toro, 2018). Esta diversidad genética es un recurso muy valioso para los programas de mejoramiento, porque permite buscar y seleccionar características importantes como la resistencia a plagas y enfermedades o la adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo (Llaulli Romero, 2021).

Agroecología

La yuca tiene una gran capacidad para adaptarse a diferentes ambientes, lo que explica por qué se puede cultivar en tantas zonas tropicales y subtropicales. Crece mejor en lugares con temperaturas promedio entre 25 y 29 °C. Aunque prefiere suelos ligeros, con buen drenaje y un pH entre 5.5 y 6.5, también puede crecer en suelos ácidos y con pocos nutrientes (Llaulli Romero, 2021).

Este cultivo se ajusta bien a sistemas de agricultura con pocos insumos, lo que es una ventaja para los pequeños productores que no tienen acceso a muchos fertilizantes o pesticidas. Además, la yuca aguanta bien los periodos de sequía, lo que permite que se produzca en zonas con estaciones secas largas. Sin embargo, su producción puede ser afectada por enfermedades como el mosaico africano y la bacteriosis vascular si no se manejan bien (Nduwumuremyi et al., 2017).

En cuanto a las condiciones climáticas, la yuca crece bien en climas tropicales cálidos, con temperaturas promedio entre 25 °C y 27 °C. No le gustan las temperaturas mayores a 30 °C ni menores a 17 °C mientras está creciendo. Es sensible a la mucha humedad en el ambiente y no aguanta las heladas. En cuanto al agua, en zonas de secano, necesita entre 500 y 2000 mm de lluvia al año, siendo lo ideal entre 750 y 1250 mm. Puede sobrevivir en zonas con sequías de 5 a 6 meses.

Sobre los requerimientos de suelo, aunque se cultiva en suelos pobres, es mejor sembrarla en suelos ligeros, de textura franca o franco-arcillosa, que sean fértiles y profundos. El pH ideal está entre 6.0 y 7.0, aunque puede tolerar desde 3.8 hasta 7.8. Los suelos deben tener al menos 30 a 40 cm de profundidad y un buen drenaje para que las raíces crezcan bien. La yuca no tolera suelos muy húmedos (con nivel freático alto) ni con mucha sal.

Manejo de cultivo

Para producir raíces reservantes de calidad es recomendable utilizar “variedades” o “clones” de buen rendimiento, de fácil manejo y realizar prácticas agronómicas y fitosanitarias adecuadas en forma oportuna.

Estas prácticas consisten básicamente en:

- Buena preparación del suelo
- Selección de la “variedad” o “clon”
- Selección y tratamiento de las estacas
- Densidad de población adecuada
- Control fitosanitario y prácticas culturales oportunas
- Rotación del cultivo, por lo menos cada tres años

La yuca necesita suelos ligeros y con buen drenaje, con un pH entre 5.5 y 6.5. Es muy importante arar bien la tierra antes de sembrar para mejorar la aireación y ayudar a que las raíces penetren mejor. En suelos ácidos, se recomienda echar cal para corregir el pH y que la planta pueda absorber mejor los nutrientes (Llaulli Romero, 2021).

Seleccionar estacas (esquejes) de buena calidad es clave para que el cultivo se establezca bien. Deben venir de plantas sanas y fuertes, y tener entre 20 y 25 cm de largo. Es bueno desinfectar las estacas con fungicidas antes de sembrarlas para protegerlas de enfermedades (John et al., 2020).

La siembra de la yuca se puede hacer a mano o con máquina. Las estacas se plantan en surcos a una profundidad de 5 a 10 cm, con una distancia de 80 cm a 1 metro entre filas y de 50 a 80 cm entre plantas. Esto permite que las raíces tuberosas crezcan bien (Mahamane et al., 2023).

El control de malezas es muy importante durante los primeros meses de crecimiento de la yuca. Es fundamental mantener el campo limpio de malezas. Usar coberturas en el suelo, como el *mulching*, también puede ser una buena forma de reducir la competencia de las malezas y mantener la humedad del

suelo (An et al., 2014).

Aunque la yuca aguanta la sequía, tener suficiente agua durante las etapas críticas de crecimiento, como la siembra y el desarrollo inicial, es muy importante para asegurar buenos rendimientos. En zonas donde no llueve lo suficiente, se recomienda usar sistemas de riego por goteo o aspersión (Llaulli Romero, 2021).

El manejo integrado de plagas y enfermedades es fundamental para una producción sostenible. Seleccionar variedades resistentes, rotar los cultivos y usar biopesticidas son estrategias efectivas para controlar plagas como la mosca blanca y enfermedades como la bacteriosis vascular y el mosaico de la yuca (Hershey, 1984).

2.3. Definición de términos

Adaptabilidad: Es la capacidad de un organismo, variedad o genotipo para mantener un desempeño productivo aceptable en diferentes condiciones ambientales, particularmente en ambientes variables o adversos. En el ámbito del mejoramiento genético de plantas, la adaptabilidad es una característica clave para seleccionar cultivares que puedan ser cultivados exitosamente en una amplia gama de condiciones agroecológicas.

Genotipos avanzados: Son aquellos materiales genéticos que han sido seleccionados a partir de poblaciones segregantes o programas de cruzamiento, y que se encuentran en etapas finales de evaluación, usualmente en ensayos de rendimiento regional o nacional, con el fin de determinar su potencial agronómico y su estabilidad en distintos ambientes.

Germoplasma: Es el material genético de una planta (semillas, tejidos, órganos reproductivos, estacas, etc.) que contiene la información hereditaria necesaria para el desarrollo y reproducción de esa especie, y que puede ser utilizado en programas de conservación, mejoramiento genético o investigación.

Caracterización morfológica: es la evaluación de los rasgos visibles y

medibles de un organismo, tales como forma, tamaño, color, estructura y disposición de órganos, que permiten identificar, clasificar y comparar diferentes genotipos o accesiones.

Descriptor: es un atributo o característica observada en un organismo, expresada en forma de dato cualitativo o cuantitativo, que permite su caracterización y comparación con otros genotipos o accesiones.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los genotipos avanzados de yuca provenientes del banco de germoplasma presentan una mejor adaptación y mayor rendimiento bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Pichanaki en comparación con los genotipos locales.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Mostraron los genotipos avanzados características cualitativas y cuantitativas un buen comportamiento positivo en comparación con la variedad local y la variedad comercial.
- Las características sensoriales de los genotipos avanzados del banco de germoplasma de yuca presentan superioridad con respecto al testigo local y comercial ante las condiciones agroecológicas de Pichanaki.
- Los genotipos avanzados de yuca mostrarán un mayor rendimiento de raíces frescas y secas en comparación con los genotipos locales bajo las condiciones agroclimáticas específicas de Pichanaki

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Adaptación de genotipos avanzados

Definición: "La capacidad de un genotipo para ajustarse y prosperar en un entorno específico, mejorando su rendimiento y estabilidad frente a

condiciones ambientales variables" (Hershey, 1984).

Variable dependiente.

Caracterización cualitativa y cuantitativa de genotipos

Definición: "La evaluación de los genotipos mediante la medición de atributos específicos como el rendimiento de raíces, la resistencia a plagas y enfermedades, y otros rasgos agronómicos" (Mahamane et al., 2023).

Características morfológicas Emergencia

Hojas

- Emergencia días al brotamiento
- Color de las hojas apicales sin extenderse
- Color de las hojas maduras desarrolladas
- Pubescencia de las hojas tiernas (Cogollo)
- Color de nervadura de las hojas
- Número de lóbulos de la hoja
- Forma del lóbulo central
- Longitud del lóbulo central en hojas maduras
- Ancho del lóbulo central en hojas maduras
- Longitud del pecíolo
- Color del pecíolo

Tallo

- Color de la colénquima del tallo
- Color de la superficie interna de epidermis en el tallo
- Forma de planta
- Hábito de crecimiento del tallo.
- Altura de la planta.
- Altura de la primera ramificación (si la hay)
- Número actual de niveles de ramificación
- Color del Tallo maduro

- Longitud de entrenudos.
- Hábito de ramificación

Raíz

- Pedúnculo de la raíz reservante
- Forma de la raíz reservante
- Constricciones de la raíz reservante
- Posición de las raíces
- Textura de la superficie de la raíz reservante
- Longitud de la raíz reservante
- Diámetro de la raíz reservante
- Número de raíces reservantes por planta
- Peso fresco de raíces por accesión
- Peso fresco de raíces reservantes por planta
- Peso fresco de raíces reservantes en agua
- Desprendimiento de la corteza
- Facilidad de pelado de la corteza (corteza interior)
- Color externo de la corteza de la raíz reservante
- Color interno de la corteza de la raíz reservante
- Color del cilindro central o pulpa
- Cantidad de raíces podridas por planta
- Facilidad de desprendimiento de las raíces reservantes

Características agronómicas

- Tolerancia a sequía
- Tolerancia a plagas y enfermedades
- Rendimiento expresado en k/ha ó t/ha)
- Período vegetativo

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE				
DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	TECNICAS	INSTRUMENTO
Caracterización cualitativa y cuantitativa de genotipos avanzados del banco de germoplasma de yuca.	Adaptación	Características morfológicas	Observación experimental asistida mediante el uso del descriptor de yuca que fue emitida por la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología de la INIA, a la vez se dispondrá una serie de fichas donde se registrarán los datos en campo de cada indicador.	- Descriptor de yuca
	Caracterización cualitativa y cuantitativa	Emergencia Hojas Tallo Raíz Características agronómicas Tolerancia a sequia		- Fichas - Cinta métrica - Balanza - Vernier - Resultados de laboratorio

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación según las variables y objeto de estudio será el tipo de investigación aplicada - experimental.

Esta investigación es aplicada porque enfoca en resolver problemas prácticos y específicos, en este caso, mejorar la productividad y adaptabilidad de los genotipos de yuca en el distrito de Pichanaki. Según Sampieri, "la investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación práctica del conocimiento, buscando solucionar problemas concretos" (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014, p. 45).

Esta investigación es experimental porque implica la manipulación deliberada de la variable independiente (adaptación de genotipos avanzados de yuca) para observar y medir su efecto en las variables dependientes (caracterización cualitativa y cuantitativa de los genotipos). La utilización de un diseño experimental permite establecer relaciones de causa y efecto. Como señalan Sampieri, Collado y Lucio (2014), "en un experimento, el investigador manipula intencionalmente una o más variables independientes para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes"

(p. 216)

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación para este estudio se clasifica como **explicativa**, debido a su naturaleza de investigación aplicada y experimental.

El nivel explicativo de la investigación se enfoca en entender y desentrañar las causas de los fenómenos estudiados, estableciendo relaciones de causa y efecto entre las variables. En este caso, la investigación busca explicar cómo la adaptación de genotipos avanzados de yuca afecta su rendimiento y resistencia bajo las condiciones agroclimáticas de Pichanaki.

Según Sampieri, Collado y Lucio (2014), "la investigación explicativa busca determinar las causas de los eventos y fenómenos que se estudian, explicando por qué ocurren y en qué condiciones se desarrollan" (p. 70). Este nivel de investigación es fundamental para generar conocimiento profundo y detallado sobre los factores que influyen en la adaptabilidad y productividad de los genotipos de yuca, permitiendo aplicar estos conocimientos de manera práctica para mejorar las técnicas de cultivo.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método de investigación Inductivo – Deductivo.

El material experimental estuvo constituido por 12 genotipos avanzados evaluados y seleccionados del Banco de Germoplasma que conduce la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología de INIA, añadido a esto una variedad local de la Región y una variedad comercial de amplia adaptación y mercado, los cuales constituyen los tratamientos:

10 entradas promisorias de Selva del Germoplasma (Pucallpa) 2
entradas promisorias de Costa del Germoplasma (Huaral)

1 testigo local Variedad Señorita del Germoplasma de Selva

Fue en un área de 1071.6 m² para la instalación del cultivo de yuca, se ubicará 3 bloques en total en donde cada una contó con un espacio de 10m

x 24.2m y dentro de cada bloque comprenderá de 14 tratamientos experimentales, que serán distribuidas de manera aleatoria en cada bloque.

Cada tratamiento experimental ocupara un espacio neto de 10m x 0.80m, en donde estarán albergadas 20 plantas de yuca, haciendo un total de 60 por tratamiento distribuidos en los tres bloques. La parcela neta experimental estará constituida por 10 plantas en cada unidad experimental, mismas que serán seleccionadas para evaluar las variables, que serán designadas de manera aleatoria.

Según Sampieri, Collado y Lucio (2014), "la combinación de los enfoques inductivo y deductivo permite un análisis integral, donde se genera conocimiento a partir de observaciones particulares y se valida mediante la aplicación de hipótesis generales" (p. 34).

3.4. Diseño de Investigación

a) Diseño Experimental:

Para los análisis de datos se utilizará el diseño de bloques completamente randomizado (BCR) para disminuir la heterogeneidad del área experimental (suelo) y mejorar las comparaciones entre los tratamientos. Por tal caso, para cada bloque tendrá 14 tratamientos (unidades experimentales) y 3 repeticiones de cada tratamiento en toda el área experimental.

- De acuerdo con el diseño experimental el modelo aditivo lineal será:

$$X_{ij}T_i = \mu + E_{ij} + \beta_j + T_i$$

Donde:

X_{ij} = Es una observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

T_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto aleatorio de la j-ésima repetición o bloque.

E_{ij} = Error experimental.

$J = 1, 2, 3, \dots, t$

$J = 1, 2, 3, \dots, r$

- Análisis de varianza.

Tabla 1. Análisis de varianza para diseño de bloques completamente randomizado.

Fuente de variación (F.V.)	Grado de libertad (G.L.)	Suma de cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio (C.M.)	F calculada (F.c.)	F tabulada (en 0.05 y 0.01)	significación
Tratamientos		13				
Bloques		2				
Error		26				
Total		42				
$S =$			$x =$			$CV =$

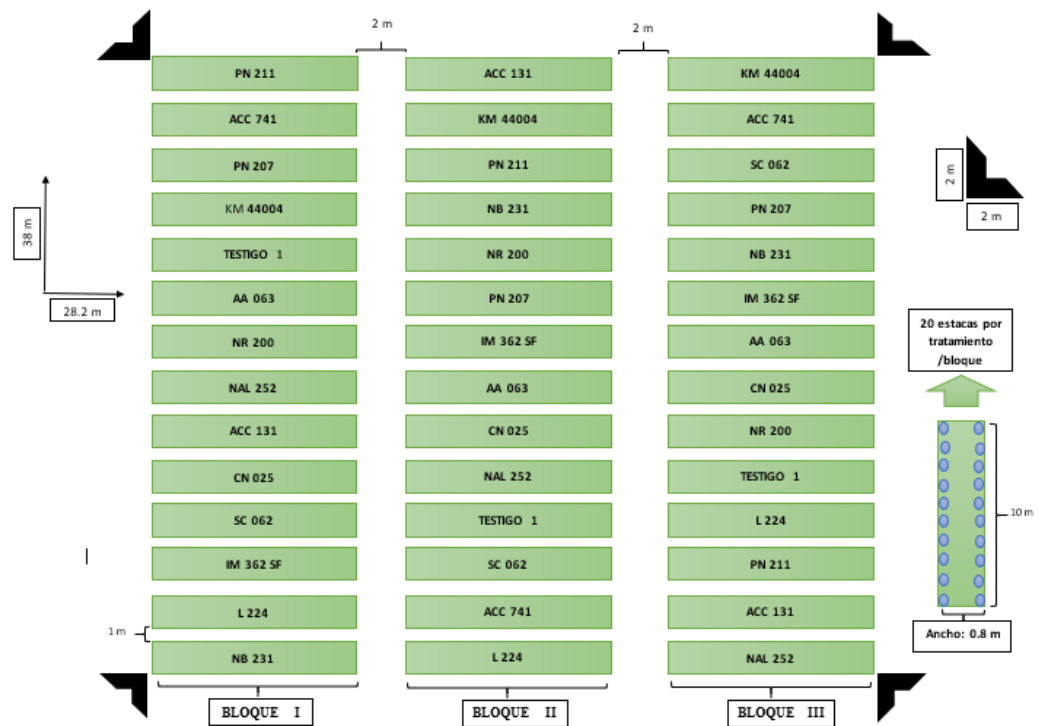
Tratamientos experimentales

Tabla 2. Codificación de tratamientos

Nº Orden	Código PER	Código		Identificación
		Colecta	Lugar de Colecta	
				Nombre Local
1		SC062	Santa Catalina	Huanuqueña Blca.
2		IM362SF	Colonia del Caco	Dulce
3	PER 012194	NAL252	Nueva Alianza	Amarillo
4	PER 012007	AA063	Ascención de Aguaytillo	Silpe
5	PER 012142	NR200	Nueva Requena	Blanca
6	PER 012149	PN207	Puerto Nuevo	Amarillo
7	PER 011970	CN025	Cambio 90	Moradita
8	PER 012166	L224	Limongema	Noma

9	PER 012153	PN211	Puerto Nuevo	Negra
10		NB231		
11	PER 012244	KM44004	Km 44/EEAP	Señorita
12	PER 011804	ACC131	Cañete Lima	Iris
13	PER 012414	ACC741	Boza Huaral	Amarilla de Boza
14	TESTIGO			

Figura 1. Área experimental total con la distribución de los bloques y tratamientos.



3.5. Población y muestra

Población

La población en estudio lo conforman 840 genotipos avanzados de yuca.

A. Dimensión del campo experimental

El experimento se conducirá bajo el diseño de bloques completamente randomizados, con tres repeticiones, bajo las siguientes características:

- Número de tratamientos/Clones promisorios: 14
- Número de Repeticiones (Bloques) : 3
- Número de surcos por genotipo/parcela : 2
- Distancia entre surcos : 0.80 m
- Largo de surco : 10 m.
- Distancia entre planta : 1 m.
- Distancia entre repetición/bloques : 2 m.
- Número de estacas por surco : 10
- Número de estacas/parcela : 20
- Número de estacas por tratamiento : 60
- Área neta : 726 m²
- Área Total: 1,071.6 m²

Muestra experimental

420 genotipos avanzados de yuca

Se contará con una población de 840 plantas, de las cuales se tomarán 10 plantas por cada unidad experimental (tratamiento) para evaluaciones cuantitativas y 3 plantas de yuca de las mismas para evaluaciones cualitativas.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

La presente investigación comprende un estudio prospectivo que consistirá la recolección de los datos mediante la técnica de la observación y el instrumento a emplearse será las fichas de colección de dato.

Tabla 3. Parámetros de evaluación de variables en campo.

EVALUACIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Características morfológicas		
Emergencia	Brotamiento/días	Serán contabilizados los brotamientos cada 7 días después de la instalación en campo definitivo.
Hojas		Para las evaluaciones cualitativas se hará uso del descriptor asignado en donde mantiene una serie de codificación según al indicador a evaluar. Para ello se seleccionará 3 plantas por tratamiento/bloque.
Tallo	Evaluaciones cualitativas: codificación.	En caso de las evaluaciones cuantitativas se utilizará diversas herramientas como: cinta métrica, vernier, balanza, etc. Según corresponda a cada indicador.
Inflorescencia y fruto Raíz	Evaluaciones cuantitativas: expresadas en cm y m.	Para esta evaluación se asignará a 10 plantas por tratamiento/bloque.
Características agronómicas		
Número de raíces	Fichas de evaluación	Se evaluará con índices de tolerancias al estrés efectivas.
Longitud de la raíz	Fichas de evaluación	Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de yuca durante su fase fenológica.
Diámetro de la raíz		
Peso de la raíz	g/planta	Pesar las raíces por tratamiento.
Características organolépticas		
Materia seca	Kg Codificación	Calcular por el “Método para la determinación de contenido de almidón y materia seca en yuca por el sistema de gravedad específica”, de acuerdo con el período vegetativo.
Dureza de pulpa		
Sabor	Codificación	Evaluar las raíces cocidas y determinarla de acuerdo con la codificación del descriptor.
Calidad culinaria	Codificación	Evaluar el sabor de la pulpa fresca y determinarla de acuerdo con la codificación del descriptor.
Porcentaje de almidón	%	Referida a la calidad de la pulpa luego de ser cocidas. Evaluar el porcentaje de almidón por el sistema tradicional, referido a un kilogramo de raíz: lavar y descascarar las raíces de yuca, rallarlas con intensidad en abundante agua para la exposición

Datos registrados

Se registraron las evaluaciones según el descriptor morfología de la yuca, propuesto por el IBPGR.

- Caracterización de la hoja
 - a. Color de las hojas apicales sin extenderse
 3. Verde claro (D)
 5. Verde oscuro (C)
 7. Verde con púrpura (B)
 9. Púrpura (A)



b. Color de las hojas maduras desarrolladas

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



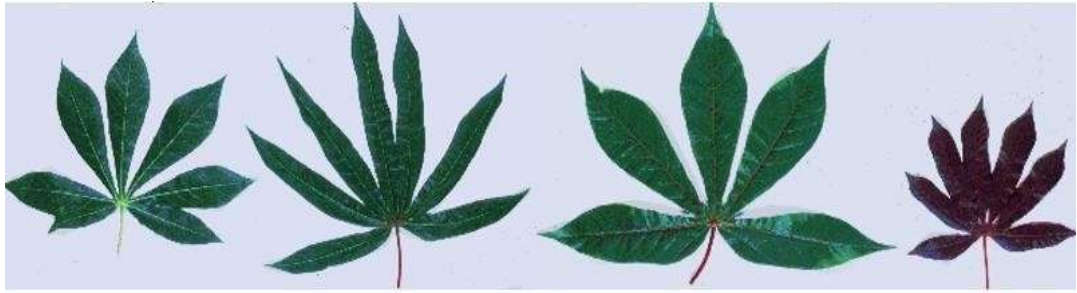
(3) Verde claro (5) Verde oscuro (7) Verde púrpura (9) Púrpura

c. Pubescencia de las hojas tiernas (Cogollo) 3. Ausente

- 5. Moderada
- 7. Abundante

d. Color de nervadura de las hojas

- 1. Verde
- 3. Verde con rojo
- 5. Rojo
- 9. Púrpura



(1) Verde

(3) Verde con rojo

(5) Rojo

(9)Púrpura

e. Número de lóbulos en la hoja

Se evaluó las hojas del tercio medio. Se pueden presentar series en una planta, pero predominan las del tercio medio. Edad de evaluar: 30 a 60 días

1 – 3 lóbulos

3. 5 lóbulos

5. 7 lóbulos

7. 9 lóbulos

9. 11 lóbulos



f. Forma del lóbulo central

Se procedió a observar la guía de dibujos con cada una de estas formas y se colocó por la tendencia dominante. Usar hojas del tercio medio. Edad de evaluar: 4 a 6 meses

1. Ovoide

2. Elíptica

3. Lanceolada

4. Oblanceolada

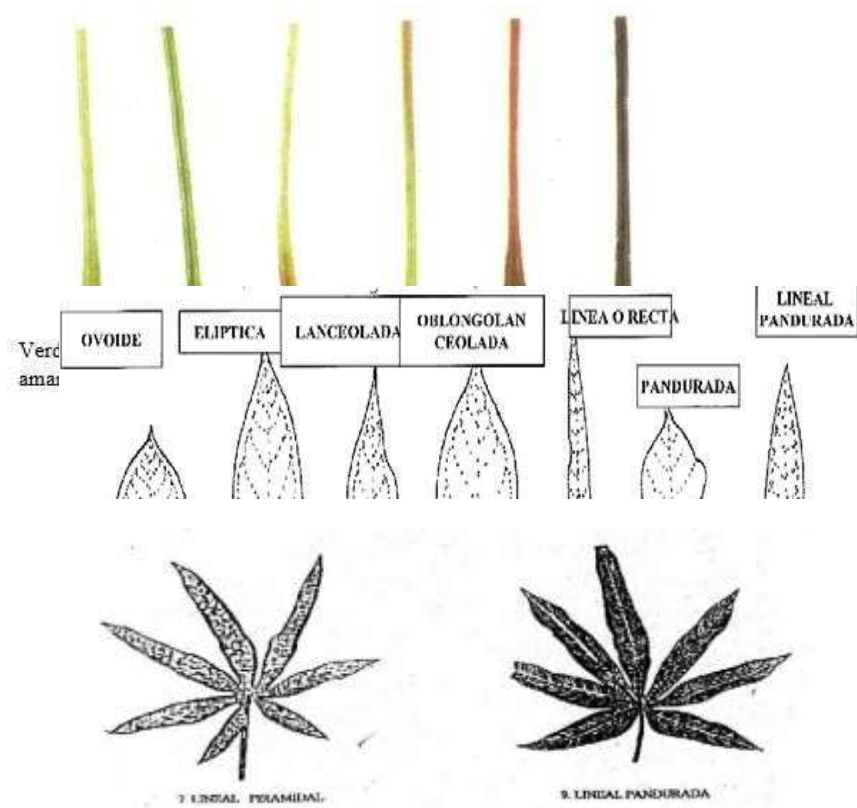
5. Lineal o recta
6. Pandurada
7. Lineal-pandurate

g. Color del peciolo

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

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

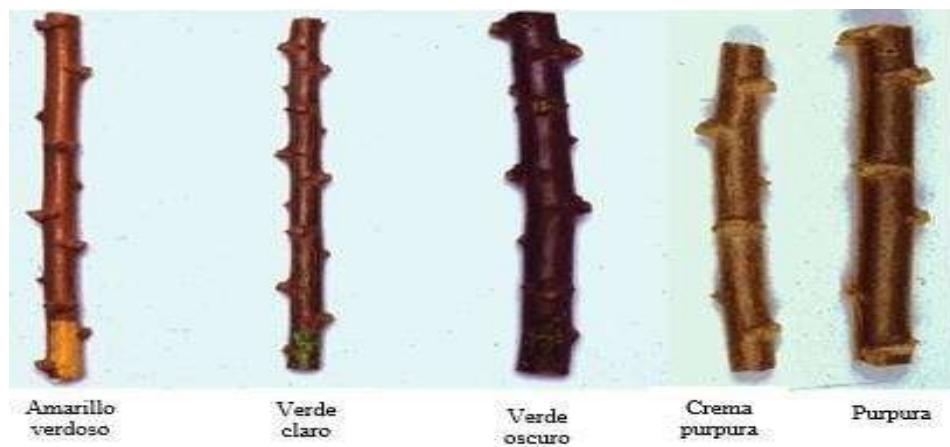
• Caracterización del tallo



h. Color de la colénquima del tallo

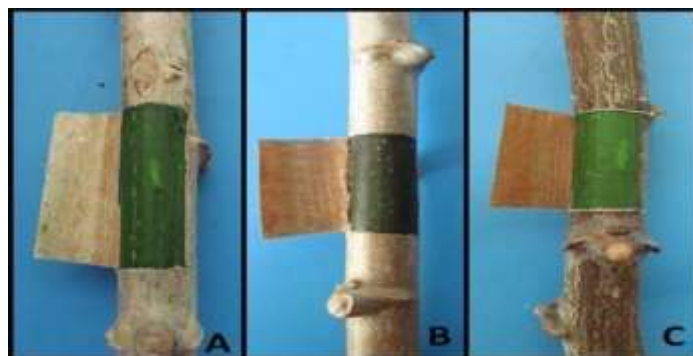
Tejido que se observa al raspar el tallo suave con la uña a más o menos 50 cm. de altura del piso.

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



i. Color de la superficie interna de epidermis en el tallo

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



- j. Forma de planta
 - 1. Compacta (0-65)
 - 2. Abierta (0-90)
 - 3. Paraguas o parasol (0-50)
 - 4. Cilíndrica (0-35)
 - 5. Erecta (menor 25)
- k. Hábito de crecimiento del tallo
 - 1. Zigzag
 - 2. Recto
- l. Número actual de niveles de ramificación
 - 1. Sin nivel
 - 2. Primer nivel
 - 3. Segundo nivel
 - 4. Tercer nivel
 - 5. Cuarto nivel a más
- m. Color del Tallo maduro
 - 1. Verde plateado
 - 2. Verde oscuro
 - 3. Amarillo
 - 4. Anaranjado
 - 5. Marrón oscuro
 - 6. Rojo
 - 7. Púrpura
 - 8. Gris
 - 9. Otros (especificar)
- n. Hábito de ramificación

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

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



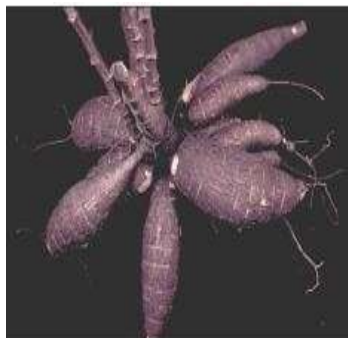
Erecto

Dicotómico

Tetracotómico

Tricotómico

- Características de la raíz
 - o. Pedúnculo de la raíz reservante
 1. Ausente (sésil o sentado)
 2. 3. Corto
 3. 5. Intermedio
 4. 7. Largo



Ausente



Intermedio



Largo

Forma de la raíz reservante

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



p. Constricciones de la raíz reservante

- 0. Ausente (no perceptibles)
- 1. Presente (perceptibles)



(0) Ausente



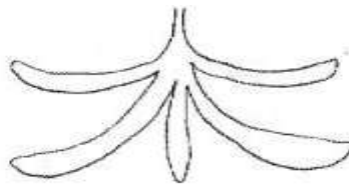
(1) Presente

q. Posición de las raíces

- 1. Tendencia vertical
- 2. Tendencia horizontal
- 3. Irregular



1. TENDENCIA VERTICAL



2. TENDENCIA



3. IRREGULAR

r. Textura de la superficie de la raíz reservante

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



s. Desprendimiento de la corteza

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

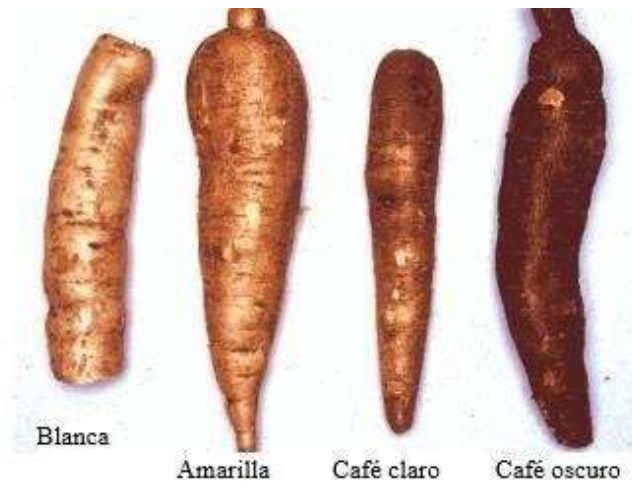
1. Fácil
2. Difícil

t. Facilidad de pelado de la corteza (corteza interior) Facilidad de retirar cáscara (corteza interna de la raíz).

1. Fácil
2. Difícil

u. Color externo de la corteza de la raíz reservante

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



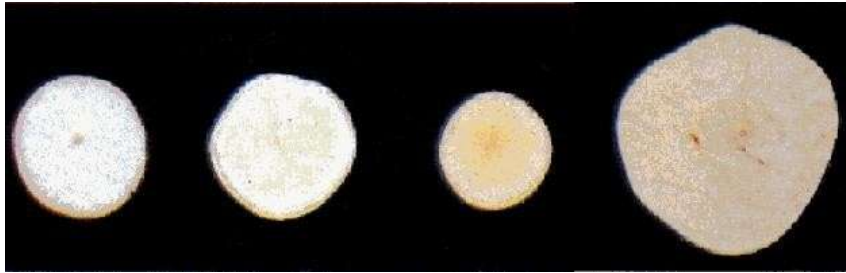
v. Color interno de la corteza de la raíz reservante

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



w. Color del cilindro central o pulpa

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



- x. Facilidad de desprendimiento de las raíces reservantes
 - 3. Fácil
 - 4. Intermedio
 - 5. Díficil

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la organización de elementos obtenidos durante el trabajo de investigación se utilizarán los siguientes métodos:

Tabulación de datos.

Los datos fueron tabulares en fichas diseñadas para tal efecto previa evaluación en campo, en conformidad con los indicadores propuestos inicialmente.

Medición de datos.

De acuerdo con la escala en la que se clasifica la investigación (escala de razón) se realizó el análisis de los datos (ANVA) y las comparaciones mediante las pruebas de significación estadística (prueba de t de student).

Síntesis de datos.

Luego de la investigación los datos se ordenaron en Excel antes de su análisis con el programa Infostat .

3.8. Tratamiento estadístico

El procesamiento y los análisis estadístico de los datos obtenidos en la presente investigación, fue mediante la distribución de frecuencias para las características cualitativas y en las cuantitativas se realizó el análisis de variancia y la prueba de Tukey de comparación de medias, utilizando el

programa Infostat. En el procesamiento de datos los estadísticos que nos permiten estimar a la población son la media, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente investigación se llevó a cabo en la parcela experimental de del INIA – Pichanaki, bajo la supervisión de la asesora. Los resultados obtenidos sirven como prueba de la ejecución del experimento y contribuyen a la adaptación de genotipos de yuca en condiciones de la selva central. El objetivo es incorporar estos genotipos en la dieta de las poblaciones de los distritos de Chanchamayo y Satipo, mejorando así su seguridad alimentaria.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el INIA-Pichanaki, en el distrito de Pichanaki.

Ubicación política

Región: Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : Pichanaki

Estación Experimental : INIA – Pichanaki

Ubicación geográfica

Altitud : 525 msnm

Coordenadas UTM : 8788140 E y 0514105 N

Figura 2. Ubicación del campo experimental del INIA-Pichanaki



Procedimiento y conducción del experimento

Preparación del terreno

Para la ejecución del experimento se tuvo un área de 1071.60 m², se utilizó un tipo de labranza cero de suelo.

Limpieza del terreno

Se inicio la limpieza del terreno el 8 de junio del 2022, con el apoyo del personal de campo del INIA-Pichanaki.

Figura 3. Limpieza del campo experimental del INIA-Pichanaki



Parcelación del área experimental

Luego que el terreno fue deshierbado se procedió a la parcelación de acuerdo con el croquis de campo. Las parcelas estuvieron orientadas de este a oeste para que las plantas tengan un mayor aprovechamiento de los rayos solares para un eficiente desarrollo.

Trazado y alineado

Para el alineamiento se utilizó estacas y un cordel, procediéndose al marcado con yeso de la parcela experimental, considerándose las repeticiones y calles en la distribución de los genotipos de yucas evaluadas.

Figura 4. Demarcación de la parcela experimental.



Preparación de la semilla

La planta de yuca se propaga asexualmente a partir de estacas o esquejes del tallo. Las estacas tuvieron una longitud de 0.25 a 0.30 cm y de 5 a 8 yemas, libres de plagas y enfermedades y sin daño mecánico.

Figura 5. Selección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.



Desinfección de la semilla

Se realizó la desinfección de las semillas utilizando el fungicida agrícola Vitavax (2 cucharas en 8 litros de agua) y un insecticida (10 ml/8 litros de agua) para evitar el daño por patógenos e insectos.

Figura 6. Desinfección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.



Siembra de los genotipos promisorios de yuca

Con la ayuda de un zapapico se procedió a abrir los hoyos y colocar las estacas en posición vertical o ligeramente inclinado, enterrando dos tercios de su longitud en el suelo. La profundidad de siembra debe ser de aproximadamente de 5 a 10 cm.

Figura 7. Siembra de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.



Abonamiento

El abonamiento se realizó cuando las plantas tenían una altura aproximada de 40 a 50 cm. En ese momento, se aplicó 40 g de guano de isla por planta. El guano se aplicó alrededor de la planta, ubicándose a unos 50 cm de distancia del tallo de la planta. Este método asegura que los nutrientes se liberen de manera gradual, favoreciendo un menor crecimiento y desarrollo de la yuca al proporcionar una fuente sostenida de nutrientes esenciales.

Figura 8. Desinfección de la semilla de los genotipos promisorios de yuca.



Riego

Esta actividad se realizó antes de la siembra. las plantas sembradas no fueron regadas solo se mantuvo en condiciones de pluviosidad de la zona.

Deshierbo

Las malezas se retiraron manualmente, con la finalidad que esté libre de malezas, evitando la competencia por luz, agua, espacio, nutrientes. Esta actividad se realizó dos veces y una la labor de Coroneo a unos 50 cm alrededor de la planta y macheteo al mes de instalada las plantas y una fumigación con herbicida a los tres meses de instalado durante todo el proyecto.

Control Fitosanitario

Aplicación de agroquímicos para control plagas y enfermedades se realizó cuatro aplicaciones tres fueron fungicidas para el control Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*) Mancha de Hierro y (*Cercospora coffeicola*) con nativo y folicur a dosis de 15 ml /20 litros y dos fumigaciones para insectos para el minador de hojas (*Leucoptera coffeella*) con perfección a dosis de 20 ml /20 lt de manera preventiva y curativa.

Crecimiento de la Planta

Se verificó el desarrollo de la planta cada 28 días durante el desarrollo del trabajo de investigación hasta los seis meses.

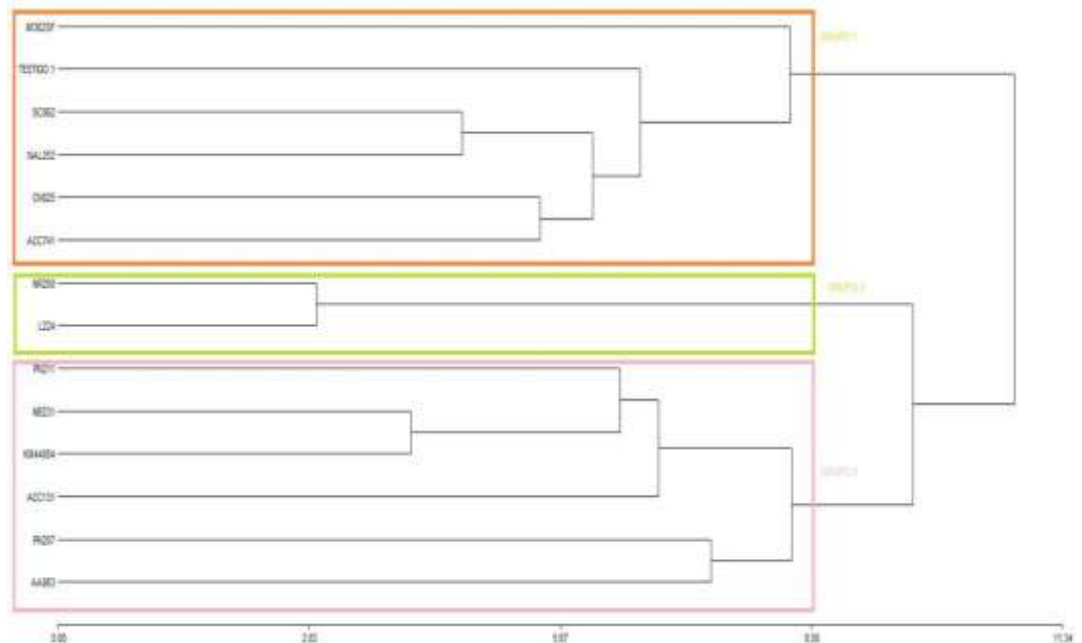
Extracción de las muestras.

Se obtuvieron las muestras cada 28 días, donde se tuvo que extraer 20 plantas con toda la raíz por tratamiento y evaluar los parámetros de raíz, tallo, hojas, durante los seis meses hasta concluir el proyecto.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Caracterización morfológica de genotipos de yuca

Figura 9. Caracterización cualitativa de genotipos de yuca en la estación experimental de investigación INIA-Pichanaki



Se observa en el Figura 9, los genotipos se agrupan en tres grupos principales, basándose en la similitud de sus características morfológicas. En el grupo 1, los genotipos IM362SF y TESTIGO1, los cuales muestran las similitudes morfológicas más alejadas de los otros dos grupos. Este grupo puede estar mostrando características únicas que los diferencian notablemente de los demás genotipos evaluados. En el grupo 2, es el más grande y diverso, incluyendo a NR200, SC062, KM44004, ACC741, ACC131, PN211, NAL252, PN207, y L224. Este grupo presenta una variabilidad moderada entre los genotipos evaluados, indicando que comparten muchas características morfológicas, pero con algunas diferencias mínimas. El grupo 3 conformado por los genotipos AA063 y NB231, que están estrechamente relacionados entre sí, sugiriendo que son muy similares en términos de características morfológicas. El eje horizontal del dendrograma representa la distancia o disimilitud morfológica, donde a menor distancia, mayor es la similitud entre los genotipos. Esta clasificación es esencial para identificar relaciones genéticas y es muy importante para programas de mejoramiento genético, donde genotipos dentro

del mismo grupo pueden cruzarse para potenciar o diluir ciertas características morfológicas deseadas. La información del dendrograma ayuda a entender cómo los diferentes genotipos podrían comportarse en términos de adaptabilidad, rendimiento y resistencia a condiciones específicas del ambiente de Pichanaki.

Color de hojas apicales sin extenderse

Tabla 4. Tabla de frecuencias para color de hoja apicales sin extenderse

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CdHAsE	1	[3.00	5.00]	4.00	9	0.64
CdHAsE	2	(5.00	7.00]	6.00	3	0.21
CdHAsE	3	(7.00	9.00]	8.00	2	0.14

Figura 10. Estados del descriptor color de hojas apicales sin extenderse



(1) Verde claro (2) Verde oscuro (3) Verde con púrpura (5) Rojo



(7) Púrpura

Se observa en la tabla 4 frecuencia y figura 10 estados del descriptor para el carácter color de hojas apicales sin extenderse conformado por 9 genotipos oscilan entre 3.00 a 5.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 4.00. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 9 y una frecuencia relativa de 0.69, implicando que el 69% de los genotipos se encuentran en este rango de color verde con púrpura y color rojo. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de hojas apicales. En la segunda clase 3 genotipos se encuentran en los intervalos de 5.00 a 7.00 con coloraciones de rojo a púrpura, con frecuencia absoluta de 3 y una frecuencia relativa de 0.21, lo que indica que, 21% de los genotipos presentaron este intervalo de color de hoja. En la tercera clase 2 genotipos conformaron el intervalo de clase de 7.00 a 9.00, observándose el color púrpura con un porcentaje de frecuencia de 14%.

Color de hojas maduras desarrolladas

Tabla 5. Tabla de frecuencias para color de hojas maduras desarrolladas

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
CdHMD	1	[3.00	3.67]	3.33	5	0.36
CdHMD	2	(3.67	4.33]	4.00	0	0.00
CdHMD	3	(4.33	5.00]	4.67	9	0.64

Figura 11. Estados del descriptor color de hojas maduras desarrolladas





7 Verde púrpura

9 Púrpura

Se observa en la tabla 5 de frecuencia y figura 10 los estados del descriptor, para el carácter color de las hojas desarrolladas está conformado por 5 genotipos que oscilan entre 3.00 a 3.67, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.33. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, implicando que el 36% de los genotipos se encuentran en este rango de color verde claro. En la tercera clase 9 genotipos se encuentran en los intervalos de 4.33 a 5.00 con coloraciones de verde oscuro, con frecuencia absoluta de 9 y una frecuencia relativa de 0.64, lo que indica que, 64% de los genotipos presentaron este intervalo de color de hoja.

Pubescencia de las hojas tiernas

Tabla 6. *Tabla de frecuencias para pubescencia de hojas tiernas*

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
PdHT	1	[3.00	3.67]	3.33	9	0.64
PdHT	2	(3.67	4.33]	4.00	0	0.00
PdHT	3	(4.33	5.00]	4.67	5	0.36

Se observa en la tabla 6 de frecuencia para el carácter pubescencia de hojas tiernas conformado por 9 genotipos que oscilan entre 3.00 a 3.67, siendo

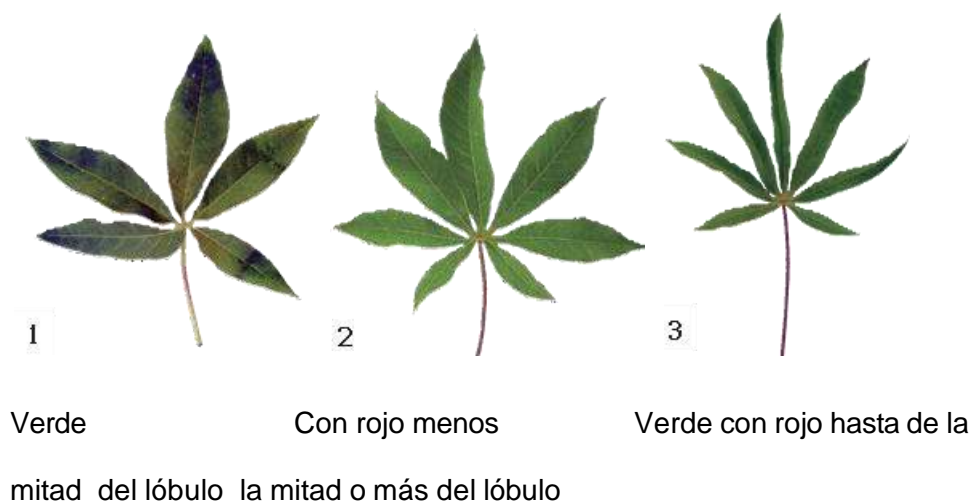
este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.33. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 9 y una frecuencia relativa de 0.64, implicando que el 64% de los genotipos se encuentran en este rango de pubescencia ausente. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor pubescencia de hojas tiernas. En la tercera clase 5 genotipos se encuentran en los intervalos de 4.33 a 5.00 con moderada pubescencia en las hojas tiernas, con frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, lo que indica que, 36% de los genotipos presentaron este intervalo de pubescencia en hojas tiernas.

Color de nervaduras de las hojas

Tabla 7. Tabla de frecuencias para color de nervaduras en las hojas

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CNdH	1	[1.00	1.67]	1.33	10	0.71
CNdH	2	(1.67	2.33]	2.00	0	0.00
CNdH	3	(2.33	3.00]	2.67	4	0.29

Figura 12. Estados del descriptor color de la nervadura de las hojas





4
Rojo

5
Morado o púrpura

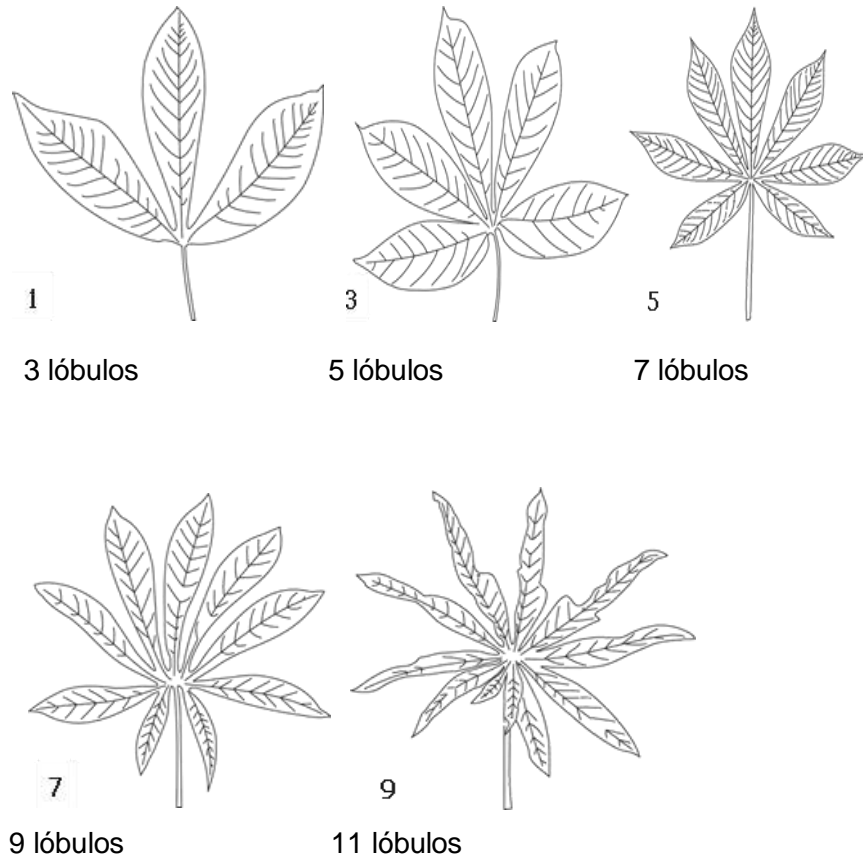
Se observa en la tabla 7 de frecuencia y figura 12 par a el carácter color de nervadura de las hojas conformado por 10 genotipos que, oscilan entre 1.00 a 1.67, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.33. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 10 y una frecuencia relativa de 0.71, implicando que el 71% de los genotipos se encuentran en este rango de color verde. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de nervaduras de las hojas. En la tercera clase 4 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.33 a 3.00 con coloraciones de nervadura verde con rojo, con frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, lo que indica que, 29% de los genotipos presentaron este intervalo de color de nervadura.

Número de lóbulos en las hojas

Tabla 8. Tabla de frecuencias para número de lóbulos en las hojas

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
#LdH	1	[1.00	2.33]	1.67	1	0.07
#LdH	2	(2.33	3.67]	3.00	4	0.29
#LdH	3	(3.67	3.00]	4.33	9	0.64

Figura 13. Estados del descriptor número de lóbulos en la hoja.



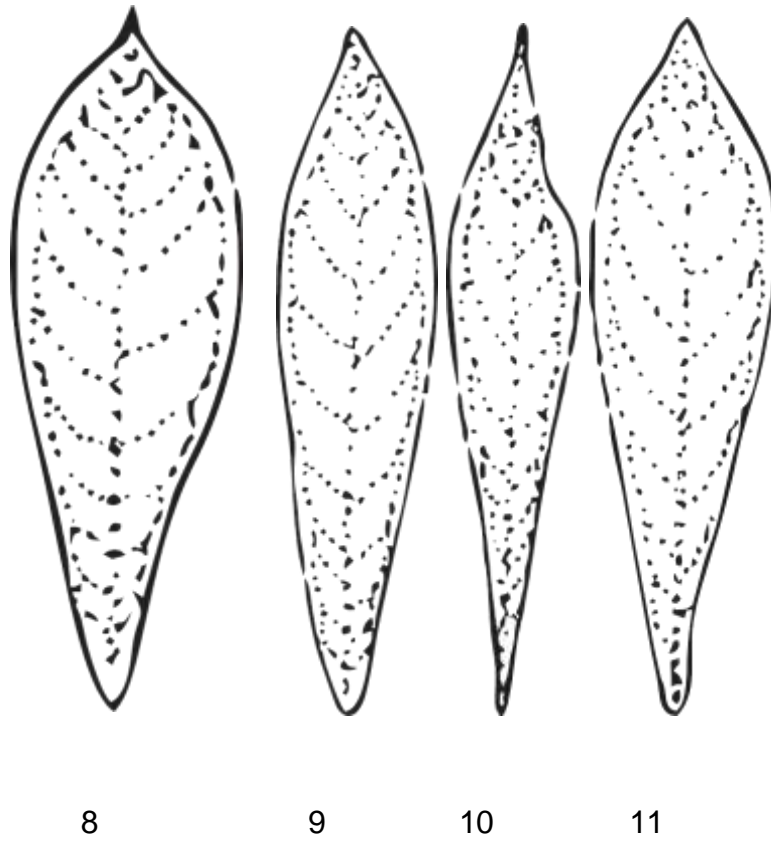
Se observa en la tabla 8 de frecuencia y figura 13 del estado del descriptor, para el carácter número de lóbulos en las hojas conformado de 1 genotipo oscilan entre 1.00 a 2.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.67. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 1 y una frecuencia relativa de 0.07, implicando que el 7% de los genotipos se encuentran en este rango de 1 un lóbulo en las hojas. En la segunda clase 4 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.33 a 3.67 con el número de lóbulos, con frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, lo que indica que, 29% de los genotipos presentaron este intervalo de 3 lóbulos en las hojas. En la tercera clase 9 genotipos conformaron el intervalo de clase de 3.67 a 5.00, observándose 5 lóbulos en las hojas con un porcentaje de frecuencia de 64%.

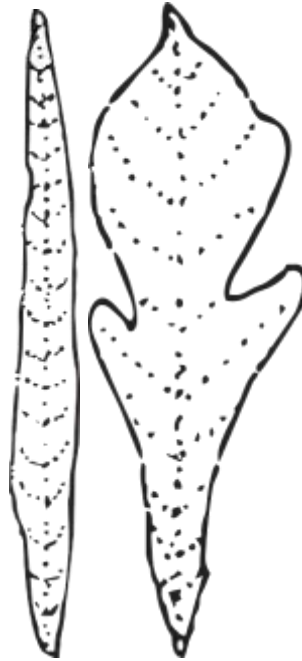
Forma de lóbulo central de la hoja

Tabla 9. Tabla de frecuencias para forma de lóbulo central

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
FdLC	1	[9.00	10.33]	9.67	4	0.29
FdLC	2	(10.33	11.67]	11.00	8	0.57
FdLC	3	(11.67	13.00]	12.33	2	0.14

Figura 14. Forma de lóbulo central de hoja: (8) ovoide, (9) elíptico, (10) lanceolada, (11) oblanceolada, (12) lineal o recta y (13) padurada





12

13

Se observa en la tabla 9 de frecuencia y figura 14, para el carácter forma de lóbulo central de yuca que 4 genotipos oscilan entre 9.00 a 10.33, siendo este intervalo común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 9.67. Esta categoría es notablemente la que prevalece con una frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, implicando que el 29% de los genotipos se encuentran en este rango de forma de lóbulo central de la hoja (9) elíptica y (10) lanceolada. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor forma del lóbulo central de la hoja. En la segunda clase 8 genotipos se encuentran en los intervalos de 10.33 a 11.67 con forma de lóbulo central de la hoja (10) lanceolada y (11) oblanceolada, con frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, lo que indica que, 57% de los genotipos presentaron este intervalo de forma de lóbulo centra de la hoja. En la tercera clase 2 genotipos conformaron el intervalo de clase de 11.67 a 13.00, observándose un rango de forma de lóbulo central (12) lineal o recta y (13) padurada con un porcentaje de frecuencia de 14%.

Color del peciolo

Tabla 10. Tabla de frecuencias para color de peciolo

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CP	1	[1.00	2.33]	1.67	4	0.29
CP	2	(2.33	3.67]	3.00	7	0.50
CP	3	(3.67	5.00]	4.33	3	0.21

Figura 15. Color de peciolo (1) verde claro, (2) verde, (3) verde con rojo, (4) verde púrpura, (5) rojo, (6) púrpura.



Se observa en la tabla 10 de frecuencia y figura 15, para el carácter color de peciolo conformado por 4 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.33, siendo este intervalo común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.67. Esta categoría es notablemente prevalente con una frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, implicando que el 29% de los genotipos se encuentran en este rango de color de color de peciolo (1) verde claro y (2) verde. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este

descriptor color de peciolo. En la segunda clase 7 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.33 a 3.67 con color de peciolo (2) verde y (3) verde con rojo, con frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, lo que indica que, 50% de los genotipos presentaron este intervalo de color de peciolo. En la tercera clase 3 genotipos conformaron el intervalo de clase de 3.67 a 5.00, observándose el color de peciolo de (3) verde con rojo, (4) verde púrpura y (5) rojo con un porcentaje de frecuencia de 21%.

Color de la colénquima del tallo

Tabla 11. Tabla de frecuencias para color de la colénquima del tallo

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
CdCT	1	[1.00 2.33]	1.67	5	0.36	
CdCT	2	(2.33 3.67]	3.00	8	0.57	
<u>CdCT</u>	<u>3</u>	<u>(3.67 5.00]</u>	<u>4.33</u>	<u>1</u>	<u>0.07</u>	

Figura 16. Color de la colénquima del tallo de yuca. (1) Amarillo verdoso (2) Verde claro (3) Verde oscuro (4) Crema púrpura (5) Púrpura



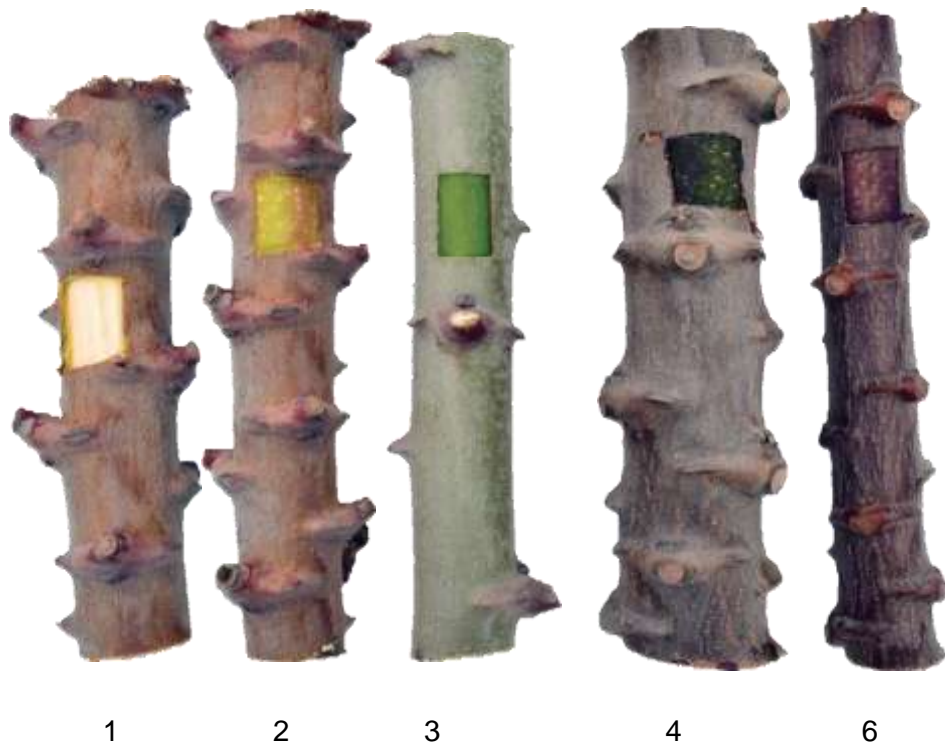
Se observa en la tabla 11 de frecuencia y figura 16 estados del descriptor, para el carácter color de colénquima de tallo que 5 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.67. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, implicando que el 36% de los genotipos se encuentran en este rango de color (1) amarillo verdoso y (2) verde claro. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de colénquima de tallo de yuca. En la segunda clase 8 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.33 a 3.67 con color de colénquima (2) verde claro y (3) verde oscuro, con frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, lo que indica que, 57% de los genotipos presentaron este intervalo de color de colénquima del tallo. En la tercera clase, 1 genotipo conformado por el intervalo de clase de 3.67 a 5.00, observándose el color de colénquima púrpura con un porcentaje de frecuencia de 7%.

Color de la superficie interna de epidermis en el tallo

Tabla 12. *Tabla de frecuencias para color de la superficie interna de la epidermis en el tallo*

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
CSIdE	1	[1.00	2.65]	1.83	5	0.36
CSIdE	2	(2.65	4.33]	3.50	8	0.57
CSIdE	3	(4.33	5.00]	5.17	1	0.07

Figura 17. Color de la superficie interna de epidermis en el tallo (1) crema (2) amarillo (3) verde claro (4) verde oscuro (5) marrón oscuro y (6) púrpura claro



Se observa en la tabla 12 de frecuencia y figura 17 estados del descriptor, para el carácter color de la superficie interna de la epidermis en el tallo que, 5 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.65, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.83. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, implicando que el 36% de los genotipos se encuentran en este rango de color (1) crema y (2) amarillo. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de la superficie interna de la epidermis del tallo. En la segunda clase 8 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.65 a 4.33 con rangos de coloraciones de (2) amarillo, (3) verde claro y (4) verde oscuro, con frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, lo que indica que, 57% de los genotipos presentaron este intervalo de color de la superficie interna de la epidermis del tallo. En la tercera

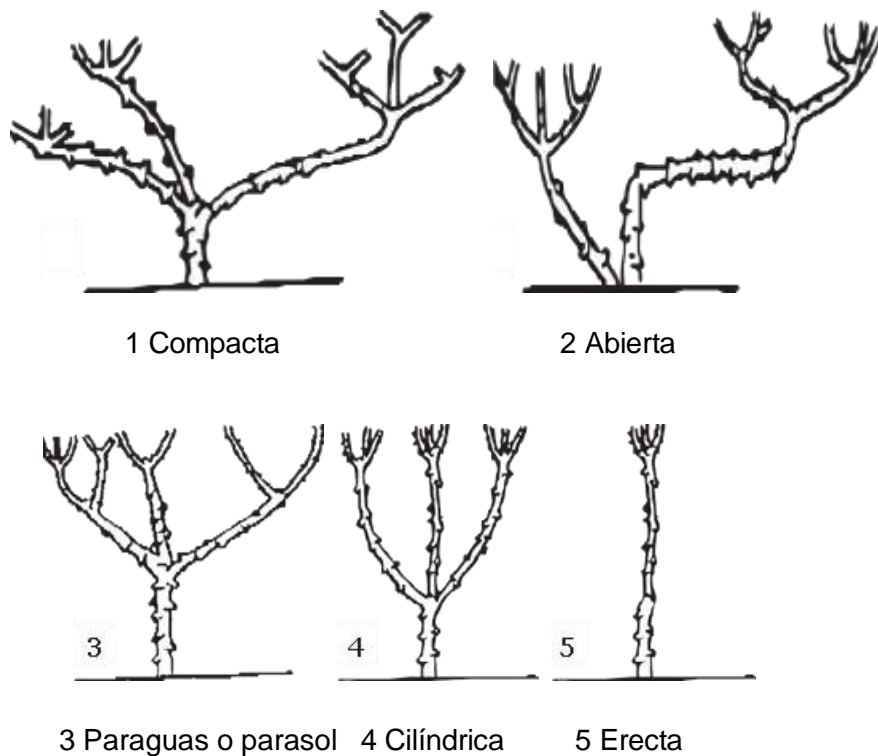
clase 1 genotipo conforma el intervalo de clase de 4.33 a 5.00, observándose el color marrón oscuro con un porcentaje de frecuencia de 7%.

Forma de la planta

Tabla 13. Tabla de frecuencias para forma de la planta

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
FP	1	[3.00	3.67]	3.33	7	0.50
FP	2	(3.67	4.33]	4.00	2	0.14
FP	3	(4.33	5.00]	4.67	5	0.36

Figura 18. Forma de la planta de la yuca



Se observa en la tabla 13 de frecuencia y figura 18 estados del descriptor, para el carácter forma de la planta de yuca que 7 genotipos oscilan entre 3.00 a 3.67, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.33. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, implicando que el 50% de los

genotipos se encuentran en este rango de forma de la planta tipo (3) paragua (0 – 50°). Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor forma de la planta. En la segunda clase 2 genotipos se encuentran en los intervalos de 3.67 a 4.33 con formas de la planta (3) paraguas (0 – 50°) y (4) cilíndrica (0 – 35°), con frecuencia absoluta de 2 y una frecuencia relativa de 0.14, lo que indica que, 14% de los genotipos presentaron estas formas de planta de yuca. En la tercera clase 5 genotipos conformaron el intervalo de clase de 4.33 a 5.00, observándose la forma de planta (5) erecta con un porcentaje de frecuencia de 36%.

Hábito de crecimiento del tallo

Tabla 14. *Tabla de frecuencias para hábito de crecimiento del tallo*

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
HcrT	1	[1.00	1.33]	1.17	2	0.14
HcrT	2	(1.33	1.67]	1.50	0	0.00
<u>HcrT</u>	<u>3</u>	<u>(1.67</u>	<u>2.00]</u>	<u>1.83</u>	<u>12</u>	<u>0.86</u>

Se observa en la tabla 14 de frecuencia para el carácter hábito de crecimiento que, 2 genotipos oscilan entre 1.00 a 1.33, siendo este intervalo el menos observado en el estado del descriptor. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.17. Esta categoría es con una frecuencia absoluta de 2 y una frecuencia relativa de 0.14, implicando que el 14% de los genotipos se encuentran en este rango (1) zig zag. En la tercera clase 12 genotipos se encuentran en los intervalos de 1.67 a 2.00 con hábito de crecimiento (2) recto, con frecuencia absoluta de 12 y una frecuencia relativa de 0.86, lo que indica que, 86% de los genotipos presentaron este intervalo de hábito de crecimiento.

Número actual de niveles de ramificación

Tabla 15. Tabla de frecuencias para niveles de ramificación (1) sin nivel, (2) primer nivel (3) segundo nivel, (4) tercer nivel y (5) cuarto nivel a más.

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
#NR	1	[1.00	2.00]	1.50	5	0.36
#NR	2	(2.00	3.00]	2.50	4	0.29
#NR	3	(3.00	4.00]	3.50	5	0.36

Se observa en la tabla 15 de frecuencia para el carácter número actual de ramificación conformado por 5 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.50. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, implicando que el 36% de los genotipos se encuentran en este rango de (1) sin nivel y (2) primer nivel. En la segunda clase 4 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.00 a 3.00 con niveles de ramificación de (2) sin nivel y (3) segundo nivel con frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, lo que indica que, 29% de los genotipos presentaron este intervalo de niveles de ramificación. En la tercera clase 5 genotipos conformaron el intervalo de clase de 3.00 a 4.00, observándose los niveles de ramificación de (3) segundo nivel y (4) tercer nivel con un porcentaje de frecuencia de 36%.

Color de la corteza del tallo maduro

Tabla 16. Tabla de frecuencias para color de la corteza del tallo maduro

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CTMd	1	[1.00	3.33]	2.17	5	0.36
CTMd	2	(3.33	5.67]	4.50	7	0.50
CTMd	3	(5.67	8.00]	6.83	2	0.14

Figura 19. Color de la corteza del tallo maduro (1) verde plateado (2) verde oscuro (3) amarillo (4) anaranjado (5) rojo (6) púrpura y (7) Gris



Se observa en la tabla 16 de frecuencia y 19 estados del descriptor, para el carácter color de la corteza del tallo maduro conformaron 5 genotipos que, oscilan entre 1.00 a 3.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 2.17. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, implicando que el 36% de los genotipos se encuentran en estos rangos de color (1) verde plateado, (2) verde oscuro y (3) amarillo de la corteza del tallo maduro. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de la corteza del tallo maduro. En la segunda clase 7 genotipos se encuentran en los intervalos de 3.33 a 8.00 con coloraciones de corteza de (3) amarillo, (4) anaranjado y (5) rojo, con frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, lo que indica que, 50% de los genotipos presentaron este intervalo de color de corteza. En la tercera clase 2 genotipos conformaron el intervalo de clase de 5.67 a 8.00, observándose el color (5) rojo, (6) púrpura y (7) gris con un porcentaje de frecuencia de 14%.

Habito de ramificación

Tabla 17. Tabla de frecuencias para habito de ramificación.

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
HdR	1	[1.00	2.00]	1.50	6	0.43
HdR	2	(2.00	3.00]	2.50	7	0.50
HdR	3	(3.00	4.00]	3.50	1	0.07

Figura 20. Hábito de ramificación de yuca (1) Erecto, (2) Dicotómico (3) Tricotómico (4) Tetracotómico



Se observa en la tabla 17 de frecuencia y figura 20 estados del descriptor, para el carácter hábito de crecimiento de la yuca que, 6 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.50. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 6 y una frecuencia relativa de 0.43, implicando que el 43% de los genotipos se encuentran en este rango de habito de ramificación (1) erecto y (2) dicotómico. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor habito de crecimiento de yuca. En la segunda clase 3 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.00 a 3.00 con habito de ramificación (2) dicotómico y (3) tricotómico, con frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, lo que indica que, 50% de los genotipos presentaron este intervalo de habito de

ramificación de la yuca. En la tercera clase 1 genotipo conforma el intervalo de clase de 3.00 a 4.00, observándose el hábito de crecimiento (4) tetracotómico con un porcentaje de frecuencia de 7%.

Pedúnculo de la raíz reservante

Tabla 18. *Tabla de frecuencias para pedúnculo de la raíz reservante*

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
PdRr	1	[3.00	4.33]	3.67	7	0.50
PdRr	2	(4.33	5.67]	5.00	5	0.36
PdRr	3	(5.67	7.00]	6.33	2	0.14

Se observa en la tabla 18 de frecuencia para el carácter pedúnculo de la raíz reservante que, 7 genotipos oscilan entre 3.00 a 4.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.67. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, implicando que el 50% de los genotipos se encuentran en este rango con un estado del descriptor pedúnculo de la raíz de (3) forma corta. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor pedúnculo de la raíz. En la segunda clase 3 genotipos se encuentran en los intervalos de 4.33 a 5.67 con pedúnculo de la raíz reservante, con frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, lo que indica que, 36% de los genotipos presentaron este intervalo de pedúnculo de raíz. En la tercera clase 2 genotipos conformaron el intervalo de clase de 5.67 a 7.00, observándose el pedúnculo de la raíz de (5) intermedio y (7) largo con un porcentaje de frecuencia de 14%.

Forma de la raíz reservante

Tabla 19. Tabla de frecuencias para forma de la raíz reservante

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
FRr	1	[1.00	2.00]	1.50	6	0.43
FRr	2	(2.00	3.00]	2.50	1	0.07
FRr	3	(3.00	4.00]	3.50	7	0.50

Figura 21. Forma de la raíz reservante (1) cónico (2) cónico cilíndrico (3) cilíndrico (4) fusiforme



Se observa en la tabla 19 de frecuencia y figura 21 estados del descriptor, para el carácter forma de la raíz reservante que, 6 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.50. Esta categoría prevalente con una frecuencia absoluta de 6 y una frecuencia relativa de 0.43, implicando que el 43% de los genotipos se encuentran en este rango de forma de raíz reservante de cónico y cónico cilíndrico. Este porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor forma de la raíz reservante. En la

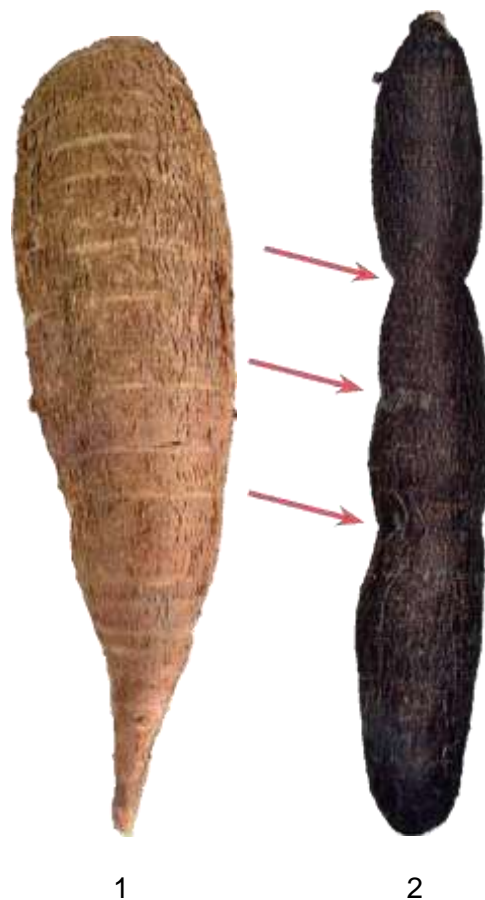
segunda clase 1 genotipos se encuentran en el intervalo de 2.00 a 3.00 con forma entre (2) cónico cilíndrico y (3) cilíndrico, con frecuencia absoluta de 1 y una frecuencia relativa de 0.07, lo que indica que, 7% de los genotipos presentaron este intervalo de forma de raíz. En la tercera clase 7 genotipos conformaron el intervalo de clase de 3.00 a 4.00, observándose la forma (3) cilíndrico y (4) fusiforme con un porcentaje de frecuencia de 50%.

Construcciones de la raíz reservante

Tabla 20. Tabla de frecuencias para constricciones de la raíz reservante.

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CRr	1	[0.00	0.33]	0.17	8	0.57
CRr	2	(0.33	0.67]	0.50	0	0.00
CRr	3	(0.67	1.00]	0.83	6	0.43

Figura 22. Constricciones de la raíz reservante (0) Ausente (1) Presente



Se observa en la tabla 20 de frecuencia y figura 22 estados del descriptor, para el carácter construcciones de la raíz reservante que, 8 genotipos oscilan entre 0.00 a 0.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 0.17. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, implicando que el 57% de los genotipos se encuentran en este rango de constricciones ausentes en la raíz reservante. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor constricciones de la raíz reservante. En la tercera clase 6 genotipos se encuentran en los intervalos de 0.67 a 1.00 con constricciones presentes en la raíz reservante, con frecuencia absoluta de 6 y una frecuencia relativa de 0.46, lo que indica que, 46% de los genotipos presentaron este intervalo de constricción de raíz reservante de la yuca.

Posición de las raíces

Tabla 21. Tabla de frecuencias para posición de las raíces

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
PR	1	[2.00	2.33]	2.17	2	0.14
PR	2	(2.33	2.67]	2.50	0	0.00
PR	3	(2.67	3.00]	2.83	12	0.86

Se observa en la tabla 21 de frecuencia para el carácter de posición de las raíces hay 2 genotipos oscilan entre 2.00 a 2.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 2.17. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 2 y una frecuencia relativa de 0.14, implicando que el 14% de los genotipos se encuentran en este rango de posición de la raíz con tendencia horizontal. En la tercera clase 12 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.67 a 3.00 con posición, con frecuencia

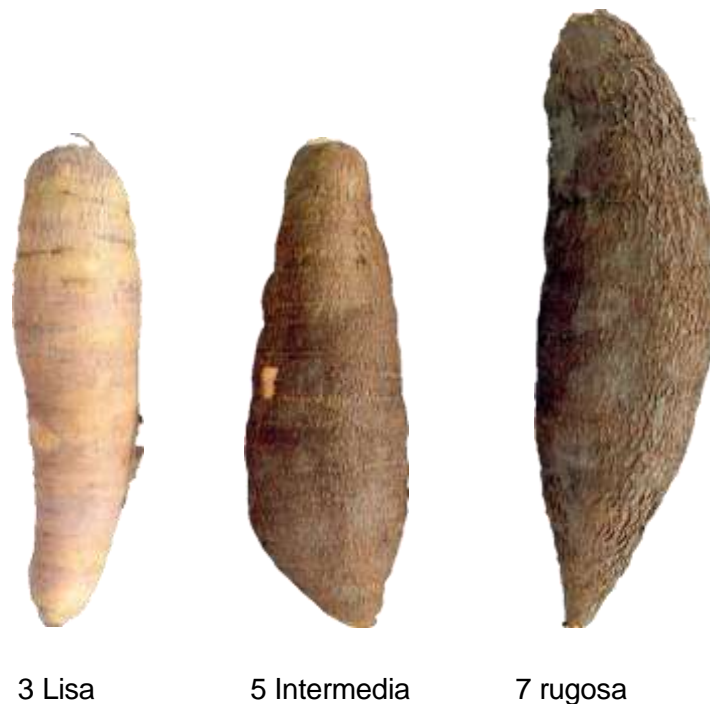
absoluta de 12 y una frecuencia relativa de 0.86, lo que indica que, 86% de los genotipos presentaron este intervalo de color de hoja. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor posición de las raíces.

Textura de la superficie de la raíz reservante

Tabla 22. Tabla de frecuencias para textura de superficie de la raíz reservante

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
TSRr	1	[3.00	4.33]	3.67	2	0.14
TSRr	2	(4.33	5.67]	5.00	5	0.36
TSRr	3	(5.67	7.00]	6.33	7	0.50

Figura 23. Textura de la superficie de la raíz reservante



Se observa en la tabla 22 de frecuencia y figura 23 estados del descriptor, para el carácter textura de la superficie de la raíz, conformado por 9 genotipos que oscilan entre 3.00 a 4.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.67. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 2 y una frecuencia relativa de 0.14,

implicando que el 14% de los genotipos se encuentran en este rango de textura de superficie de la raíz reservante. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor textura de la superficie de la raíz reservante. En la segunda clase 5 genotipos se encuentran en los intervalos de 4.33 a 5.67 con textura lisa de la superficie de la raíz con frecuencia absoluta de 5 y una frecuencia relativa de 0.36, lo que indica que, 36% de los genotipos presentaron este intervalo de textura intermedia de la superficie de la raíz. En la tercera clase 7 genotipos conformaron el intervalo de clase de 5.67 a 7.00, observándose la textura rugosa de la superficie de la raíz con un porcentaje de frecuencia de 50%.

Desprendimiento de la corteza

Tabla 23. *Tabla de frecuencias para desprendimiento de la corteza*

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
DdC	1	(3.00	3.00]	3.00	14	1.00

Se observa en la tabla 24 de frecuencia para el carácter desprendimiento de la corteza conformado por 14 genotipos que oscilan entre 3.00 a 3.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.00. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 14 y una frecuencia relativa de 1.00, implicando que el 100% de los genotipos se encuentran en el intervalo de fácil desprendimiento de la corte.

Facilidad de pelado de la corteza

Tabla 24. *Tabla de frecuencias para facilidad de pelado de la corteza*

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
FpC	1	(3.00	3.00]	3.00	14	1.00

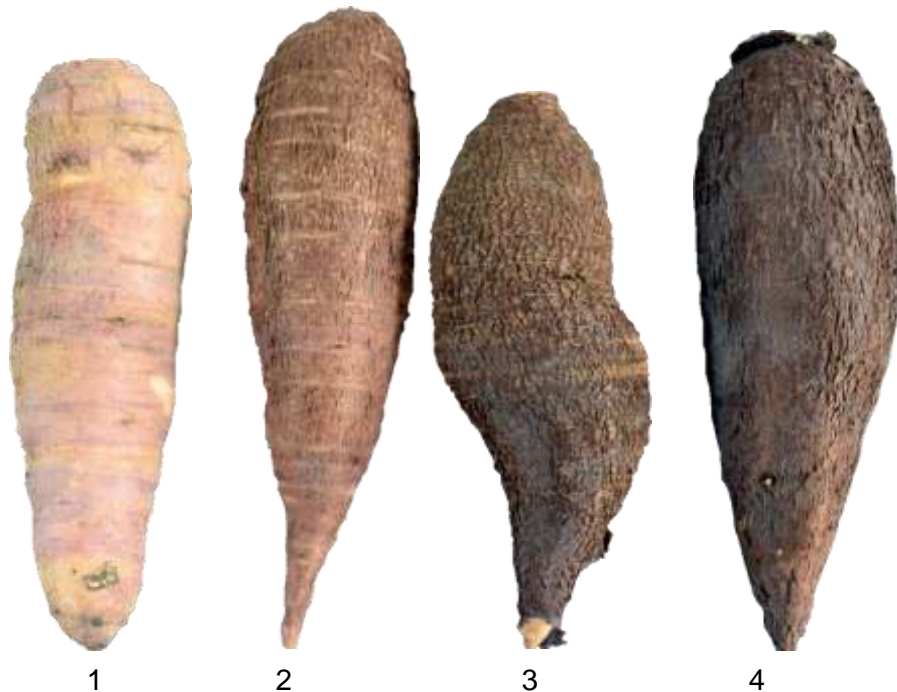
Se observa en la tabla 25 de frecuencia para el carácter facilidad de pelado de la corteza conformado por 14 genotipos que oscilan entre 3.00 a 3.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.00. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 14 y una frecuencia relativa de 1.00, implicando que el 100% de los genotipos se encuentran en el intervalo de fácil pelado de la corte.

Color externo de la corteza de la raíz reservante

Tabla 25. Tabla de frecuencias para color externo de la corteza

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CEcRr	1	[1.00	2.00]	1.50	4	0.29
CEcRr	2	(2.00	3.00]	2.50	4	0.29
CEcRr	3	(3.00	4.00]	3.50	6	0.43

Figura 24. Color externo de la corteza de la raíz reservante (1) blanco o crema (2) amarillo (3) marrón claro (4) marrón oscuro



Se observa en la tabla 26 de frecuencia y figura 24 estados del descriptor, para el carácter color externo de la corteza de la raíz reservante,

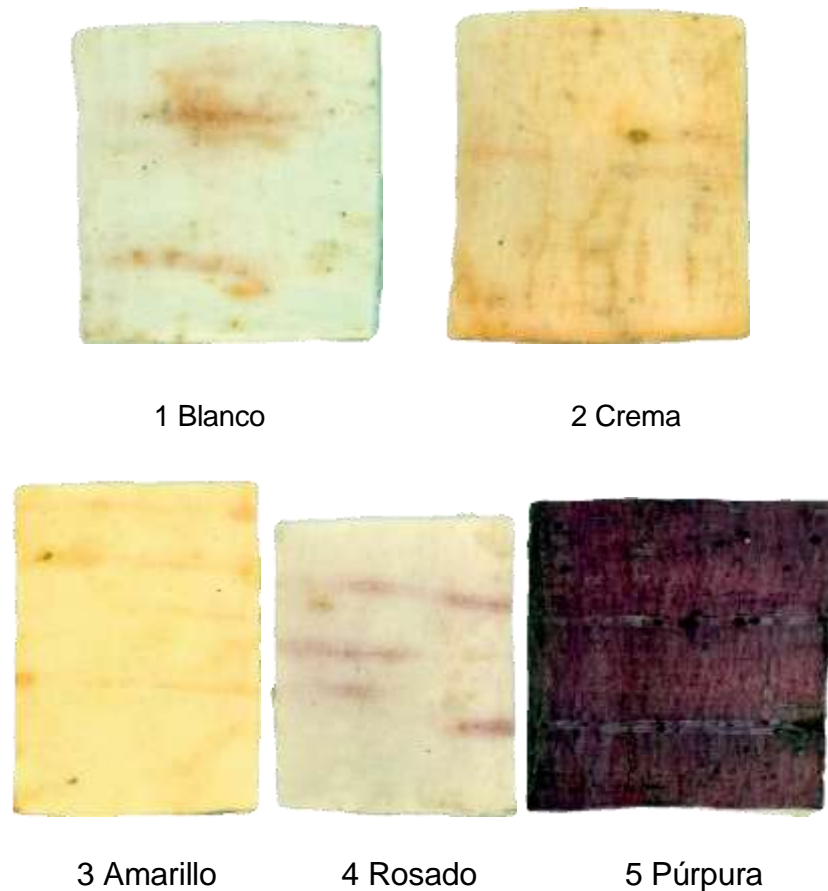
conformado por 4 genotipos que oscilan entre 1.00 a 2.00, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.50. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, implicando que el 29% de los genotipos se encuentran en este rango de blanco a amarillo del color externa de la corteza de la raíz reservante. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color externo de la corteza. En la segunda clase 4 genotipos se encuentran en los intervalos de 2.00 a 3.00 con coloraciones de amarillo y marrón claro, con frecuencia absoluta de 4 y una frecuencia relativa de 0.29, lo que indica que, 29% de los genotipos presentaron este intervalo de colores de amarillo y marrón claro. En la tercera clase 6 genotipos conformaron el intervalo de clase de 3.00 a 4.00, observándose el color marrón claro y marrón oscuro con un porcentaje de frecuencia de 43%.

Color interno de la corteza de la raíz reservante

Tabla 26. *Tabla de frecuencias para color interno de la corteza*

<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
ClcRr	1	[1.00	2.33]	1.67	7	0.50
ClcRr	2	(2.33	3.67]	3.00	2	0.14
ClcRr	3	(3.67	5.00]	4.33	5	0.36

Figura 25. Color interno de la corteza de la raíz reservante



Se observa en la tabla 26 de frecuencia y figura 25 para el carácter color interno de la corteza de la raíz reservante conformado por 7 genotipos oscilan entre 1.00 a 2.33, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 1.67. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 7 y una frecuencia relativa de 0.50, implicando que el 50% de los genotipos se encuentran en este rango de color blanco a crema. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color interno de la corteza. En la segunda clase conformado por 2 genotipos que se encuentran en los intervalos de 2.33 a 3.67 con coloraciones entre crema y amarillo, con frecuencia absoluta de 3 y una frecuencia relativa de 0.21, lo que indica que, 14% de los genotipos presentaron este intervalo de color interna de corteza. En la tercera clase formado por 5 genotipos que

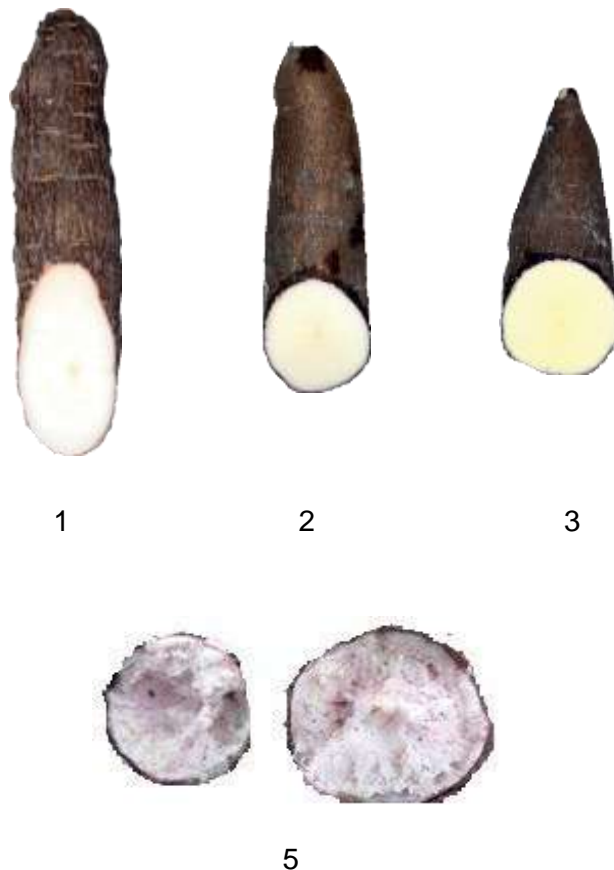
conformaron el intervalo de clase de 3.67 a 5.00, observándose los colores de la parte interna de la corteza en este rango amarillo, rosado y púrpura con un porcentaje de frecuencia de 36%.

Color del cilindro central o pulpa

Tabla 27. Tabla de frecuencias para color del cilindro central o pulpa

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
CCc	1	[1.00	1.67]	1.33	8	0.57
CCc	2	(1.67	2.33]	2.00	3	0.21
CCc	3	(2.33	3.00]	2.67	3	0.21

Figura 26. Color del cilindro central o pulpa de la yuca (1) blanco (2) crema (3) amarillo y (5) crema con estrías



Se observa en la tabla 27 de frecuencia y figura 26, para el carácter color del cilindro central o pulpa, conformado por 9 genotipos que, oscilan entre 1.00 a 1.67, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas.

La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 2.00. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, implicando que el 57% de los genotipos se encuentran en este rango de color blanco del cilindro central. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor color de cilindro central o pulpa. En la segunda se observa la clase conformado por 3 genotipos que se encuentran en los intervalos de 1.67 a 2.33 con color de crema en el cilindro central, con frecuencia absoluta de 3 y una frecuencia relativa de 0.21, lo que indica que, 21% de los genotipos presentaron este intervalo de color crema. En la tercera clase conformado por 2 genotipos en un intervalo de clase de 2.33 a 3.00, observándose el color amarillo con un porcentaje de frecuencia de 21%.

Facilidad de desprendimiento de las raíces reservante

Tabla 28. *Tabla de frecuencias para facilidad de desprendimiento de las raíces reservante*

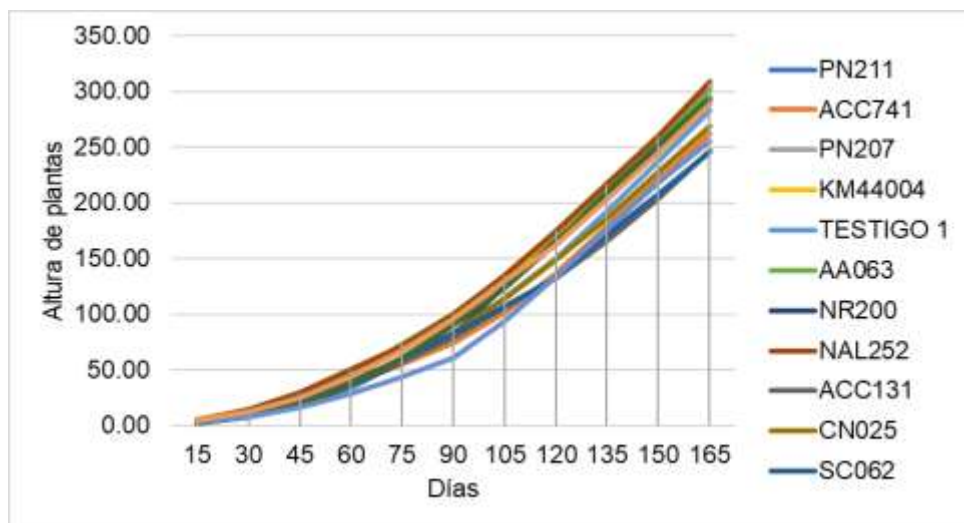
<u>Variable</u>	<u>Clase</u>	<u>LI</u>	<u>LS</u>	<u>MC</u>	<u>FA</u>	<u>FR</u>
FDRr	1	[3.00	3.67]	3.33	8	0.57
FDRr	2	(3.67	4.33]	4.00	0	0.00
FDRr	3	(4.33	5.00]	4.67	6	0.43

Se observa en la tabla 28 de frecuencia para el carácter facilidad de desprendimiento de las raíces reservantes que 8 genotipos oscilan entre 3.00 a 3.67, siendo este intervalo el más común entre las observaciones evaluadas. La marca de clase, que es el valor central del intervalo, se establece en 3.33. Esta categoría es notablemente la más prevalente con una frecuencia absoluta de 8 y una frecuencia relativa de 0.57, implicando que el 57% de los genotipos se encuentran en este rango de ser fácil de desprenderse la raíz. Este alto porcentaje señala una concentración significativa de observaciones dentro de este descriptor facilidad de desprendimiento de las raíces reservantes. En la

tercera clase conformado por 6 genotipos se encuentran en los intervalos de 4.33 a 5.00 en la escala de intermedio, con frecuencia absoluta de 6 y una frecuencia relativa de 0.43, lo que indica que, 43% de los genotipos presentaron este intervalo con una escala de intermedio en el desprendimiento de las raíces reservantes.

Altura de planta

Figura 27. Días a la altura de planta de los genotipos de yuca



En la figura 27 se muestra la altura de planta en centímetros en función al número de días de los genotipos de yuca evaluados desde los 15 días hasta los 165 días de crecimiento vegetativo. Durante los primeros 45 días, el crecimiento fue lineal relativamente lento para todos los genotipos evaluados, a partir de los 45 días se observó que algunos genotipos comenzaron a mostrar un crecimiento más acelerado en comparación a otras. Esto puede deberse al factor genético y a las variaciones ambientales como a las condiciones de nutrición, riego o manejo de plagas y enfermedades. A los 60 días, se observa un incremento más rápido en la altura de las plantas. Los genotipos PN211, ACC741, y TESTIGO 1 muestran un crecimiento superior, alcanzando alturas superiores a los 300 cm al final del período de 165 días, en comparación al genotipo SC062, que muestra una altura ligeramente inferior. L224 es el genotipo que alcanzó la menor altura final, lo que indica una posible limitación

en su capacidad de crecimiento en comparación con los otros genotipos evaluados

Altura de planta a los 165 días

Tabla 29. Análisis de varianza de altura de planta a los 165 días (cm)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	19627.93	1509.84	22.18	2.15	2.96	**
Bloques	2	410.13	205.07	3.01	3.37	5.53	ns
Error	26	1769.62	68.06				
Total	41	21807.68					
S =	8.25		\bar{x} =	282.66		C.V.=	2.92%

En la tabla 29 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos de yuca existe alta significancia estadística, esto se debe a que la altura de planta a los 165 días es una característica propia de cada tratamiento. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 2.92% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 282.66 cm de altura y una desviación estándar de 8.25.

Tabla 30. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 165 días (cm)

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	NAL252	308.63	a
2	PN211	304.97	a
3	KM44004	303.73	a
4	AA063	301.97	a b
5	PN207	300.27	a b c
6	IM362SF	294.27	b c d
7	NR200	292.60	c d e
8	NB231	288.60	c d e
9	TESTIGO 1	282.73	d e

10	CN025	268.90	d e
11	ACC741	262.27	d e
12	L224	255.73	d e
13	ACC131	246.77	d e
14	SC062	245.83	e
<hr/>			
DLS (T) 0.05 = 24.82			

La prueba de Tukey para la altura de planta en la tabla 30 a los 165 días muestra que el genotipo (NAL252) supera estadísticamente a los demás genotipos evaluados con 308.63 cm de altura, así mismo se observa que el genotipo (SC062) ocupó el último lugar. Los genotipos que se encuentran en el grupo “a” desde NAL252 hasta PN207, nos indica que estos genotipos no tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí en términos de altura, pero si son más altos que los genotipos que no están en este grupo. En el grupo “b” comienza desde AA063 y se extiende hasta IM362SF, indicando que estos genotipos son estadísticamente similares en altura entre ellos. En el grupo “c” están los genotipos desde PN207 hasta NB231, muestran similares alturas. En el grupo “d” se encuentran desde IM362SF hasta TESTIGO 1, lo que nos indica que estos genotipos tienen alturas comparables entre sí, por último, el grupo “e” muestra a los genotipos desde NR200 hasta SC062 con las alturas más bajas en comparación a los otros grupos. Por lo tanto, los genotipos NAL252, PN211, KM44004 y AA063 son de mayor altura y no muestran diferencias significativas entre ellos, estos resultados son importantes para la selección de genotipos dentro del programa de mejoramiento genético del cultivo de yuca en Pichanaki.

Longitud de lóbulo central en hojas maduras

Tabla 31. Análisis de varianza de longitud de lóbulo central en hojas maduras

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	17.69	1.36	10.64	2.15	2.96	**
Bloques	2	1.29	0.64	21.49	3.37	5.53	**
Error	26	3.33	0.13				
Total	41	22.3					
S = 0.36			$\bar{x} =$	13.22	C.V.= 2.71%		

En la tabla 31 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe a que la variable longitud del lóbulo central de las hojas maduras es una característica propia de cada genotipo. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 2.71% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 13.22 cm de longitud, con una desviación estándar de 0.36.

Tabla 32. Prueba de Tukey para longitud de lóbulo central en hojas maduras (cm)

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	PN207	14.00	A
2	AA063	14.00	A
3	NAL252	13.87	Ab
4	L224	13.77	Ab
5	CN025	13.77	Ab
6	KM44004	13.63	Abc
7	NR200	13.33	Abcd
8	TESTIGO 1	13.30	abcd
9	NB231	13.20	abcde
10	ACC741	12.87	bcdef
11	PN211	12.67	cdef
12	SC062	12.40	def
13	ACC131	12.20	ef
14	IM362SF	12.07	f

DLS (T) 0.05 = 0.13

La prueba de Tukey en la tabla 33, para la longitud de lóbulo central en hojas maduras de diferentes genotipos muestra que las medias de longitud de 14 a 12.07 cm. En el grupo “a” los genotipos PN207 y AA063, con 14 cm no muestran diferencias estadísticas entre ellos. En el grupo “f” el genotipo IM362SF, con 12.07 cm es significativamente más corto comprado con los otros genotipos.

Ancho de lóbulo central en hojas maduras

Tabla 33. Análisis de varianza para ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Clones	13	5.54	0.43	11.45	2.15	2.96	**
Bloques	2	0.09	0.05	1.23	3.37	5.53	ns
Error	26	0.97	0.04				
Total	41	6.6					
S = 0.20			$\bar{x} = 3.65$			C.V.= 5.29%	

En la tabla 33 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significación estadística, esto se debe a que el ancho del lóbulo central en hojas maduras es una característica propia de cada genotipo en estudio. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 5.29% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 3.65 cm de ancho del lóbulo central de la hoja madura.

Tabla 34. Prueba de Tukey para ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm)

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	SC062	4.23	a
2	CN025	4.00	ab
3	PN207	4.00	ab
4	AA063	4.00	ab
5	NAL252	3.97	ab
6	KM44004	3.83	abc
7	NB231	3.67	abcd

8	IM362SF	3.67	abcd
9	TESTIGO 1	3.57	bcde
10	ACC131	3.43	bcde
11	ACC741	3.30	cde
12	NR200	3.27	cde
13	L224	3.10	de
14	PN211	3.03	e

DLS (T) 0.05 = 0.04

La prueba de Tukey en la tabla 34 para ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm), muestran diferencias significativas entre los genotipos evaluados en condiciones de Pichanaki. El genotipo SC062 mostró un valor más alto con un promedio de 4.23 cm y es significativamente mayor que los demás genotipos en estudio encontrándose dentro del grupo "a". Los genotipos CN025, PN207, AA063 y NAL252, se encuentran en el grupo "ab" indicando que no hay diferencia significativa entre ellos, pero superiores a los grupos con promedios más bajos.

Los grupos que se encuentran en "abc", "abcd" etc, muestran una tendencia decreciente en los valores, donde cada grupo adicional indica una reducción en la medida, siendo significativamente menor entre los demás grupos.

Longitud de peciolo

Tabla 35. Análisis de varianza para longitud de peciolo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{tab}		Sig	
				F _{cal}			
				0.05	0.01		
Genotipos	13	91.95	7.07	38.39	2.15	2.96	**
Bloques	2	2.77	1.38	7.52	3.37	5.53	ns
Error	26	4.79	0.18				
Total	41	99.51					
S = 0.42			\bar{x} = 15.89			C.V.= 2.70%	

En la tabla 35 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significación estadística, esto se debe a que la longitud del peciolo es una característica propia de cada genotipo de yuca. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 2.70% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 15.89 cm de longitud y con una desviación estándar de 0.42.

Tabla 36. Prueba de Tukey para para longitud de peciolo

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	PN207	18.13	A
2	L224	16.93	Ab
3	TESTIGO 1	16.87	Ab
4	NAL252	16.83	B
5	CN025	16.83	B
6	AA063	16.73	B
7	ACC741	16.63	B
8	SC062	16.13	Bc
9	NR200	15.93	Bc
10	IM362SF	15.70	Bc
11	NB231	15.20	C
12	ACC131	14.97	C
13	PN211	12.87	d
14	KM44004	12.73	d

DLS (T) 0.05 = 0.18

La prueba de Tukey en la tabla 36 para la longitud de peciolo el genotipo PN207 supera estadísticamente a los demás genotipos con 18.13 cm de longitud, así mismo se observa que el genotipo local que es el testigo ocupó el tercer lugar. La longitud del peciolo en genotipos de yuca (*Manihot esculenta*

Crantz) es un rasgo morfológico influenciado significativamente por factores ambientales como la disponibilidad de agua, la temperatura, la intensidad lumínica y la fertilidad del suelo. Varios estudios han demostrado que las variaciones en estas condiciones ambientales pueden inducir cambios en la longitud del pecíolo, afectando tanto el crecimiento vegetativo como el rendimiento de la yuca. Según De Oliveira et al. (2015) manifiestan que, el efecto de diferentes condiciones ambientales sobre la morfología de la yuca, influyen en la longitud del pecíolo en condiciones de estrés hídrico. Este fenómeno se atribuye a la reducción del crecimiento celular y la elongación, que son procesos dependientes de la disponibilidad de agua. Asimismo, la investigación resalta que temperaturas más bajas pueden retardar el crecimiento del pecíolo, mientras que una mayor disponibilidad de luz y nutrientes puede promover un mayor alargamiento.

Longitud de entrenudos

Tabla 37. Análisis de varianza de longitud de entrenudos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{tab}		Sig	
				F _{cal}			
					0.05	0.01	
Genotipos	13	30.25	2.33	192.19	2.15	2.96	**
Bloques	2	0.02	0.01	0.77	3.37	5.53	ns
Error	26	0.31	0.01				
Total	41	30.58					
S = 0.10			\bar{x} = 4.10			C.V.= 2.68%	

En la tabla 37 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significación estadística, esto se debe a que la longitud de entrenudos es una característica propia de cada genotipo. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 2.68% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 4.10 cm de longitud de entrenudos y con una desviación estándar de 0.10.

Tabla 38. Prueba de Tukey para longitud de entrenudos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	KM44004	6.10	a
2	IM362SF	5.87	a
3	ACC131	4.47	b
4	L224	4.33	bc
5	PN207	4.13	Cd
6	TESTIGO 1	3.90	De
7	ACC741	3.90	De
8	NR200	3.77	E
9	SC062	3.73	E
10	NB231	3.73	E
11	CN025	3.70	E
12	PN211	3.30	F
13	NAL252	3.30	F
14	AA063	3.17	F

DLS (T) 0.05 = 0.0121

La prueba de Tukey en la tabla 38 para longitud de entrenudos se observa que el genotipo KM44004, supera estadísticamente a los demás genotipos con 6.10 cm de longitud de entrenudos, así mismo se observa que el genotipo local que es el testigo ocupó el sexto lugar. En su estudio, Lebot (2009), describe cómo las variaciones en la disponibilidad de agua y la intensidad de la luz influyen directamente en la longitud de los entrenudos de la yuca. Se encontró que, en condiciones de alta disponibilidad de agua, los entrenudos tienden a ser más largos debido a una mayor turgencia celular, mientras que la baja disponibilidad de luz, como ocurre en densidades de siembra elevadas, puede resultar en entrenudos más largos debido al estiramiento celular inducido por la sombra. Este estudio también resalta la

importancia de la temperatura, ya que temperaturas más bajas pueden reducir la elongación de los entrenudos.

Altura de ramificación

Tabla 39. Análisis de varianza de altura de la ramificación.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	80836.15	6218.17	53.13	2.15	2.96	**
Bloques	2	3447.04	1723.52	14.73	3.37	5.53	**
Error	26	3043.21	117.05				
Total	41	87326.4					
S = 10.82			$\bar{x} = 139.48$		C.V.= 7.76%		

En la tabla 39 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe a que la altura de ramificación es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 7.76% lo que según Calzada (1982) está considerado como bueno, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 139.48 cm de altura de la ramificación y con una desviación estándar de 10.82.

Tabla 40. Prueba de Tukey para la altura de ramificación

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	PN207	208.30	A
2	L224	201.53	Ab
3	TESTIGO 1	200.33	Ab
4	NAL252	155.73	B
5	CN025	148.87	B
6	AA063	147.63	B
7	ACC741	141.43	B
8	SC062	140.00	Bc
9	NR200	136.27	Bc
10	IM362SF	121.47	Bc
11	NB231	121.30	C
12	ACC131	110.30	C
13	PN211	60.77	d
14	KM44004	58.73	d

DLS (T) 0.05 = 177.04

La prueba de Tukey en la tabla 40 para la altura de la ramificación de la planta de yuca el genotipo PN207 supera estadísticamente a los demás genotipos con 208.30 cm de altura de ramificación, así mismo se observa que el genotipo KM44004 ocupó el último lugar CON 58.73 cm de altura de ramificación. Según Lebot (2009), la altura de ramificación en yuca está influenciada no solo por el genotipo, sino también por el entorno en que se cultiva. En su análisis de cultivos tropicales, Lebot destaca que los suelos ricos en nutrientes y un manejo adecuado del agua favorecen una altura de ramificación más baja, lo que es deseable en sistemas de cultivo intensivo. Asimismo, también recalca que, la interacción genotipo-ambiente como un factor determinante en la expresión de este rasgo.

Número de raíces por planta

Tabla 41. Análisis de varianza de número de raíces por planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	82.67	6.36	2.22	2.15	2.96	*
Bloques	2	86.05	43.02	14.99	3.37	5.53	**
Error	26	74.62	2.87				
Total	41	243.33					
S = 1.69			$\bar{x} = 7.33$		C.V.= 23.10%		

En la tabla 41 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe a que el número de raíces por planta es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 23.10% lo que según Calzada (1982) está considerado como regular, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 7.33 número de raíces por planta y con una desviación estándar de 1.69.

Tabla 42. Prueba de Tukey para número de raíces por planta

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	L224	9.67	A
2	NR200	9.33	a b
3	KM44004	8.33	a b
4	PN211	8.00	a b
5	PN207	8.00	a b
6	NB231	7.67	a b
7	AA063	7.67	a b
8	TESTIGO 1	7.33	a b
9	SC062	7.33	a b
10	CN025	7.00	a b
11	IM362SF	6.33	a b
12	NAL252	6.33	a b
13	ACC741	5.67	b
14	ACC131	4.00	b

DLS (T) 0.05 = 5.10

La prueba de Tukey en la tabla 42 para el número de raíces por planta de yuca el genotipo L224 supera estadísticamente a los demás genotipos con 9.67 raíces por planta, así mismo se observa que el genotipo ACC131 ocupó el último lugar con 4 número de raíces por planta. Según Lebot (2009), el número de raíces por planta de yuca está influenciada no solo por el genotipo, sino también por el entorno en que se cultiva. En su análisis de cultivos tropicales, Lebot destaca que los suelos ricos en nutrientes y un manejo adecuado del agua favorecen una altura de ramificación más baja, lo que es deseable en sistemas de cultivo intensivo. Asimismo, también recalca que, la interacción genotipo-ambiente como un factor determinante en la expresión de este rasgo

Longitud de raíces

Tabla 43. Análisis de varianza de longitud de raíces.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{tab}		Sig
				F _{cal}	0.05 0.01	
Genotipos	13	331.68	25.51	4.85	2.15 2.96	**
Bloques	2	10.02	5.01	0.95	3.37 5.53	Ns
Error	26	136.86	5.26			
Total	41	478.56				
S = 2.29			$\bar{x} = 18.44$			C.V.= 12.44%

En la tabla 43 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe a que la longitud de raíces es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 12.44% lo que según Calzada (1982) está considerado como bueno, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta; el promedio general es de 18.44 cm de longitud de raíz y con una desviación estándar de 2.29.

Tabla 44. Prueba de Tukey para longitud de raíces por planta

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	IM362SF	22.78	A
2	CN025	21.82	a b
3	NAL252	21.61	a b
4	PN211	21.02	a b
5	SC062	18.80	a b
6	NB231	18.71	a b
7	L224	18.44	B
8	PN207	18.09	B
9	TESTIGO 1	17.70	B
10	NR200	17.46	B
11	AA063	17.46	B
12	KM44004	16.76	B
13	ACC741	16.41	B
14	ACC131	11.10	B

DLS (T) 0.05 = 5.10

La prueba de Tukey en la tabla 44 para la longitud de raíz de la planta de yuca el genotipo IM362SF supera estadísticamente a los demás genotipos con 22.78 cm de longitud, así mismo se observa que el genotipo ACC131 ocupó el último lugar con 11.10 cm. La longitud de la raíz en las plantas es influenciada tanto por la variedad genética como por las condiciones ambientales. Las investigaciones han demostrado que las características de las raíces, como la longitud específica de la raíz, pueden estar correlacionados con otras características aéreas como el área foliar, y estos rasgos tienden a adaptarse a lo largo de gradientes ambientales como la fertilidad del suelo y la disponibilidad de luz (Kramer-Walter et al., 2016 en *Frontiers*). Además, las variaciones en la calidad del suelo, como la concentración de fósforo y nitratos, pueden influir significativamente en la morfología de la raíz, favoreciendo la proliferación de raíces laterales en áreas específicas de suelo pobre, lo que demuestra la capacidad de adaptación plástica de las raíces en respuesta a las condiciones de nutrientes limitados.

Diámetro de raíz

Tabla 45. Análisis de varianza de diámetro de raíz (mm).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	2693.05	207.16	6.47	2.15	2.96	**
Bloques	2	84.23	42.11	1.32	3.37	5.53	ns
Error	26	832.54	32.02				
Total	41	3609.81					
S = 5.66			$\bar{x} = 51.86$		C.V.= 10.91%		

En la tabla 45 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe el diámetro de la raíz es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 10.91% lo que según Calzada (1982) está considerado como bueno, lo que indica que los datos fueron

tomados de una manera correcta; el promedio general es de 51.86 mm de diámetro de raíz y con una desviación estándar de 5.66.

Tabla 46. Prueba de Tukey para diámetro de raíz.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	IM362SF	63.85	A
2	AA063	59.59	a b
3	NB231	58.48	a b c
4	CN025	57.14	a b c d
5	PN207	56.82	b c d
6	KM44004	54.30	b c d
7	L224	53.00	b c d
8	NR200	52.78	b c d
9	SC062	52.51	b c d
10	NAL252	52.04	b c d
11	PN211	47.96	b c d
12	TESTIGO 1	45.08	c d
13	ACC741	40.82	c d
14	ACC131	31.71	D

DLS (T) 0.05 = 17.02

La prueba de Tukey en la tabla 46 para diámetro de raíz de genotipos de yuca el genotipo IM362SF supera estadísticamente a los demás genotipos con 63.85 mm de diámetro de raíz, así mismo se observa que el genotipo ACC131 ocupó el último lugar con 31.71 mm. Las categorías (a, b, c, d) asignadas a cada genotipo indican grupos estadísticamente homogéneos; genotipos que comparten categorías y no difieren significativamente entre sí. El rango o carácter de significación se extiende desde aquellos con promedios altos y presencia de la categoría 'a', hasta aquellos con promedios más bajos y solo la categoría 'D', sugiriendo una disminución significativa en el tamaño de la raíz.

Este análisis de comparación de medias ayuda a identificar cuáles genotipos tienen mejores características de diámetro de raíz, información útil para la selección de variedades y estrategias de mejora genética.

Peso de raíz por planta

Tabla 47. Análisis de varianza de peso de raíz por planta (gr).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	696457.59	53573.66	10.26	2.15	2.96	**
Bloques	2	39476.15	19738.07	3.78	3.37	5.53	*
Error	26	135702.15	5219.31				
Total	41	871635.88					
S = 72.24		\bar{x} = 343.91		C.V.= 21.01%			

En la tabla 47 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe que el peso de raíz es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 21.01% lo que según Calzada (1982) está considerado como regular, lo que indica la tendencia a ser heterogéneo; el promedio general es de 343.91 gr/planta y con una desviación estándar de 72.24.

Tabla 48. Prueba de Tukey para peso de raíz por planta

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	IM362SF	636.81	a
2	NB231	455.82	a b
3	CN025	426.94	a b c
4	NAL252	400.73	a b c
5	SC062	393.44	b c
6	PN207	380.03	b c
7	AA063	357.63	b c
8	NR200	344.63	c
9	PN211	327.12	c
10	KM44004	310.24	c
11	L224	293.34	c
12	TESTIGO 1	267.23	c d
13	ACC741	130.89	c d
14	ACC131	89.86	D

DLS (T) 0.05 = 217.35

La prueba de Tukey en la tabla 48 para peso por planta de genotipo de yuca se observa que el genotipo IM362SF supera estadísticamente a los demás genotipos con 636.81 gr/planta, destacándose significativamente del resto de genotipos, seguidos por los genotipos NB231 y CN025 que no muestra diferencia estadística significativa, encontrándose en la categoría “ab”. Los genotipos desde SC062 hasta L224, agrupados bajo las categorías 'b' y 'c', no difieren significativamente entre sí, pero sí con IM362SF, NB231, y CN025. Los genotipos con la categoría 'c' indican un peso menor de raíz por planta y no muestran diferencias significativas entre ellos. TESTIGO 1 y ACC741, con las categorías 'c' y 'd', y ACC131, solo con 'd', representan los pesos más bajos y son significativamente diferentes de los genotipos de las categorías 'a' y 'b'. Esta información es importante para seleccionar y mejorar genotipos en programas de mejoramiento de yuca, orientados a incrementar la productividad agrícola.

Materia seca de la raíz

Tabla 49. Análisis de varianza de materia seca de la raíz (%).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Genotipos	13	142.47	10.96	5.36	2.15	2.96	**
Bloques	2	21.22	10.61	5.19	3.37	5.53	*
Error	26	53.12	2.04				
Total	41	216.82					
S = 1.43			$\bar{x} = 27.88$		C.V.= 5.13%		

En la tabla 49 se reporta que el análisis de varianza muestra que entre los genotipos existe alta significancia estadística, esto se debe a que la materia seca de la raíz es una característica propia de cada genotipo evaluado. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 5.13% lo que según Calzada (1982) está considerado como excelente, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta y siendo datos evaluados muy homogéneos; el promedio general es de 27.88 y con una desviación estándar

de 1.43.

Tabla 50. Prueba de Tukey para materia seca de raíz.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	AA063	31.36	a
2	CN025	30.16	a
3	IM362SF	29.58	a b
4	L224	28.92	a b c
5	PN211	28.54	a b c d
6	NR200	28.30	a b c d
7	PN207	28.20	a b c d
8	KM44004	27.98	a b c d
9	NAL252	27.83	a b c d
10	SC062	27.27	a b c d
11	NB231	27.03	a b c d
12	TESTIGO 1	25.54	b c d
13	ACC131	24.92	c d
14	ACC741	24.68	d

La prueba de Tukey en la tabla 50 para la materia seca de raíces de yuca el genotipo AA063 presenta el mayor contenido medio de materia seca (31.36%), sin diferencias estadísticamente significativas con otros genotipos hasta IM362SF, indicado por la categoría 'a'. A medida que descendemos en la tabla, la significancia cambia de las categorías de 'a' a 'd', reflejando una disminución gradual en el contenido medio de materia seca, con ACC741 mostrando el menor valor (24.68%).

Evaluar la materia seca en las raíces de yuca es importante porque indica la proporción de sólidos totales, que afecta directamente a la calidad del producto final, especialmente en yucas destinadas a la producción de almidón y

harina. Un mayor contenido de materia seca mejora el rendimiento, reduce los costos de procesamiento al necesitar menos secado y aumenta la eficiencia energética del procesamiento. Además, para los consumidores, un alto contenido de materia seca a menudo se traduce en una textura y sabor mejorados cuando la yuca es sancochada.

Rendimiento por hectárea

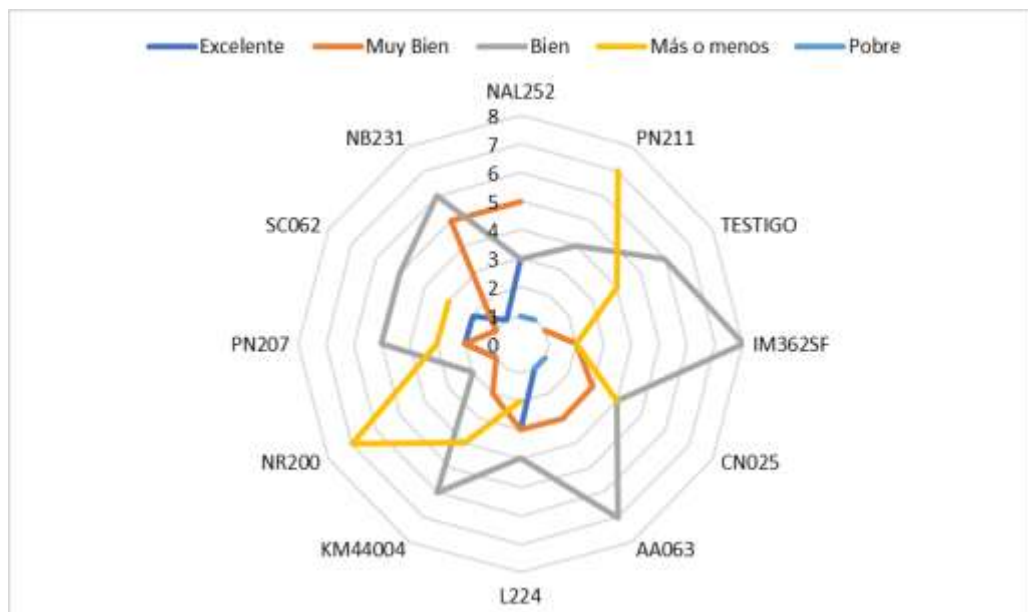
Tabla 51. Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea.

OM	Tratamiento	Promedio		
		de peso de raíz	por Rendimiento	Significación
		planta (kg)	estimado (t/ha)	
1	IM362SF	0.64	6.37	a
2	NB231	0.46	4.56	a b
3	CN025	0.43	4.27	a b c
4	NAL252	0.40	4.01	a b c
5	SC062	0.39	3.93	b c
6	PN207	0.38	3.80	b c
7	AA063	0.36	3.58	b c
8	NR200	0.34	3.45	c
9	PN211	0.33	3.27	c
10	KM44004	0.31	3.10	c
11	L224	0.29	2.93	c
12	TESTIGO 1	0.27	2.67	c d
13	ACC741	0.13	1.31	c d
14	ACC131	0.09	0.90	d

La prueba de Tukey en la tabla 51 el genotipo con mayor rendimiento fue IM362SF, (6.37 t/ha), no alcanza al promedio nacional. Esto resalta la importancia de las condiciones agroecológicas del lugar. El rendimiento de la yuca varía considerablemente según la región y las prácticas de manejo, en contraste a los genotipos con los rendimientos más bajos, como ACC131 (0.90 t/ha), están muy por debajo de las cifras nacionales, es necesario realizar ensayos en la zona para identificar los genotipos que mejor se adapten y expresen su potencial genético en ese ambiente específico. Según Vásquez y Peso (1990), reportaron rendimientos de yuca en la Amazonia peruana que oscilan entre 8 a 42 t/ha, dependiendo de la variedad, en el estudio, la variedad palo negro, alcanza 42 t/ha, mientras la otra variedad Ungurahui solo llegó a producir 8 t/ha. Estos rendimientos muestran una amplia variabilidad de yuca siendo una característica intrínseca del cultivo en la región amazónica. Por otra parte, el MINAGRI, (2023) y el INEI, indican que el rendimiento promedio nacional de la yuca en el Perú presenta un rango de 11 a 12 t/ha. Al comparar los rendimientos estimados de los genotipos con este promedio productivo, se puede observar diferencia significativa.

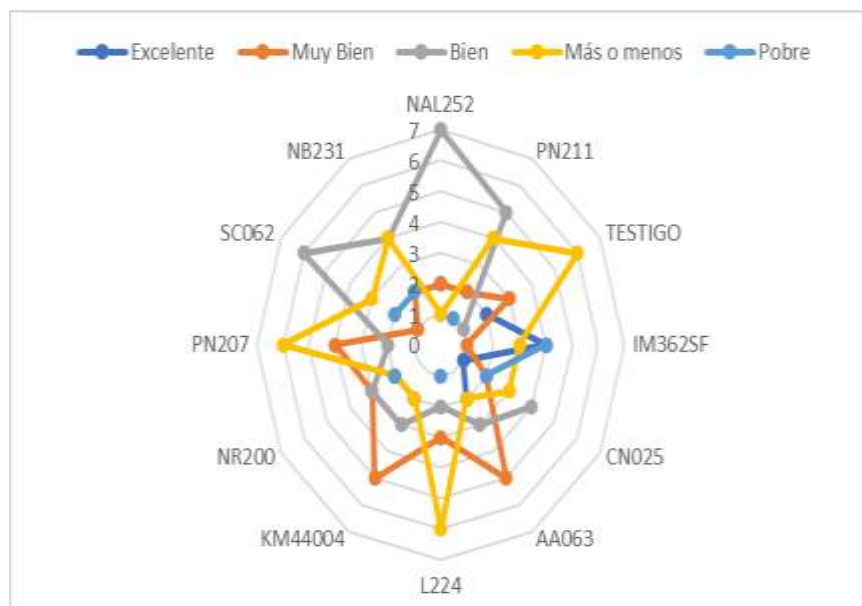
Características organolépticas de los genotipos de yuca evaluados

Figura 28. Apariencia de la muestra entera.



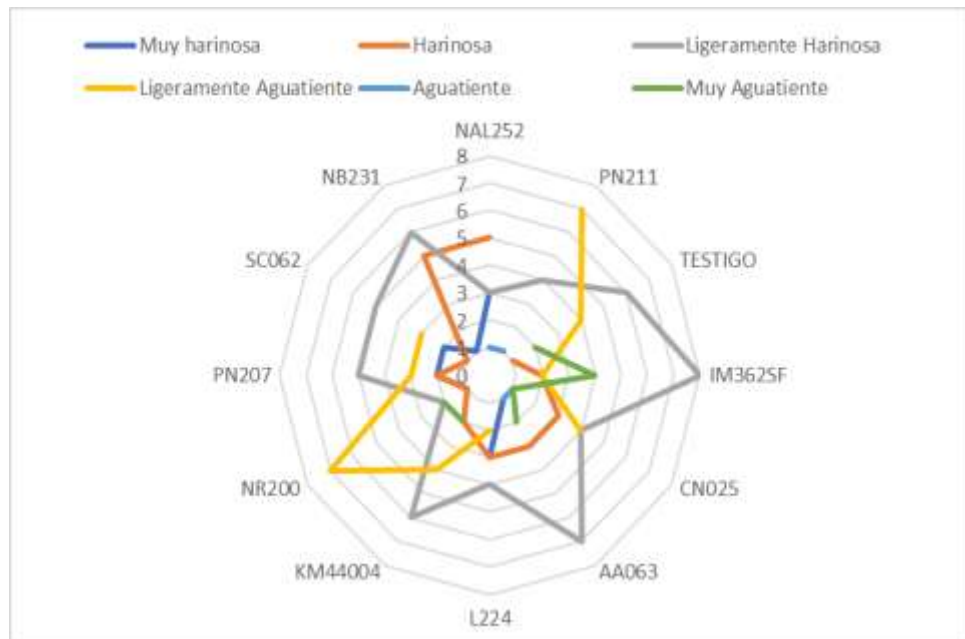
La figura 28 de apariencia de las muestras de genotipos de yuca, muestra las calificaciones de la degustación en sancochado, evaluados en cinco categorías desde "Excelente" a "Pobre". Los genotipos TESTIGO y KM44004 sobresalen con calificaciones en la categoría "Excelente", indicando una alta preferencia en la degustación. Por otro lado, PN207 y SC062 exhiben calificaciones variadas, pero generalmente positivas, extendiéndose hasta "Muy Bien". En contraste, IM362SF y CN025 alcanzan un máximo en la categoría "Más o Menos", sugiriendo una aceptación moderada. Los genotipos AA063 y NB231 reciben las calificaciones más bajas, lo que podría implicar una necesidad de mejora genética o reconsideración para cultivos comerciales. Este análisis permite identificar rápidamente genotipos prometedores para futuros cultivos de la yuca de los genotipos sobresalientes y aquellos que requieren intervención o descarte, basándose en la aceptación sensorial. Además, para explorar las razones detrás de las variadas calificaciones, como características organolépticas específicas o condiciones del cultivo que podrían influir en la percepción durante la degustación.

Figura 29. Sabor de la muestra entera.



La figura 29 se observa la calificación por el sabor de genotipos de yuca, evaluados en cinco categorías desde "Excelente" a "Pobre". Los genotipos TESTIGO y KM44004 sobresalen con calificaciones en la categoría "Excelente" y "Muy bien", indicando una alta preferencia en la degustación. Por otro lado, PN207 y SC062 exhiben calificaciones variadas, pero generalmente positivas, extendiéndose hasta "Muy Bien" y "Bien". En contraste, IM362SF y CN025 alcanzan un máximo en la categoría "Más o Menos", sugiriendo una aceptación moderada. Los genotipos AA063 y NB231 reciben las calificaciones de "Pobre", revelando una baja preferencia gustativa.

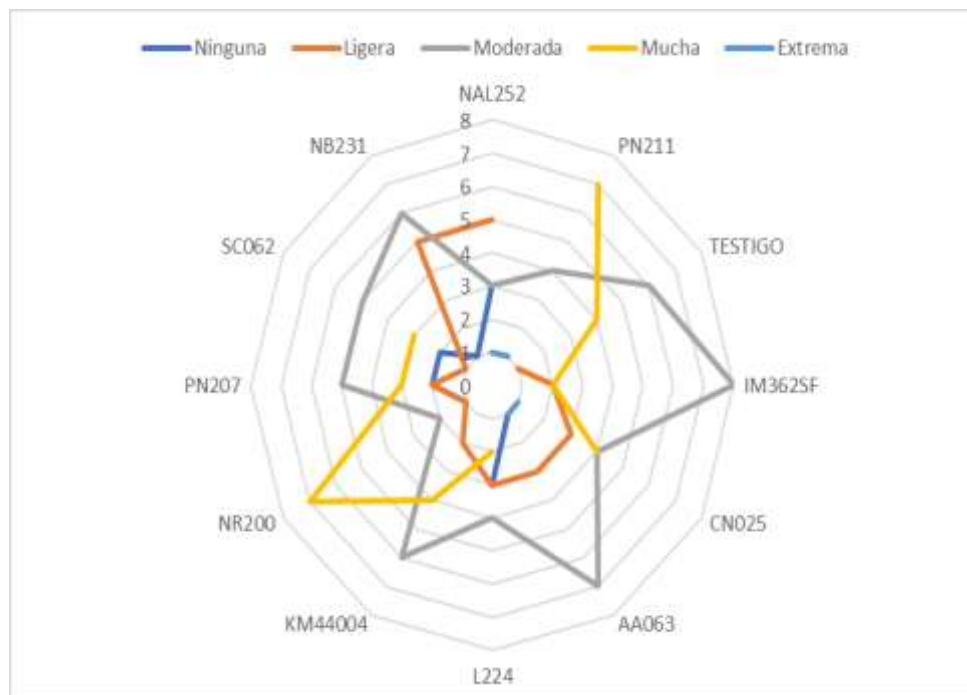
Figura 30. Textura de la muestra entera.



La figura 30 se observa la calificación en la textura de genotipos de yuca, evaluados en cinco categorías desde "Muy harinosa" a "Muy aguatiente". El genotipo TESTIGO sobresale con una calificación en la categoría "Harinoso", indicando una alta preferencia en la degustación. Por otro lado, PN211 y KM44004 muestran una calidad de textura "Ligeramente harinosa" y "Harinosa", presentando una buena textura al igual que el testigo local. Los genotipos SC062 y NAL252 exhiben calificaciones variadas de textura, pero generalmente positivas, extendiéndose hasta "Ligeramente harinosa" y "Aguatiente". En

contraste, IM362SF y AA063 alcanzan un máximo en la categoría "Muy aguatiente", lo cual se podría considerar menos deseable para ciertas preparaciones que requieren una textura más seca. El análisis de textura es muy importante en la selección de genotipos de yuca, lo cual influyen directamente en la aceptabilidad y usabilidad en diferentes preparaciones culinarias. La identificación de las texturas en los genotipos de yuca evaluados desde muy harinoso hasta muy aguatiente permite orientar decisiones del cultivo y comercialización según las preferencias y necesidades específicas del mercado o del consumo final.

Figura 31. Descoloración de la muestra entera.



La figura 31 se observa la calificación de decoloración de genotipos de yuca, evaluados en cinco categorías desde "Ninguna" a "Extrema". Los genotipos TESTIGO y KM44004 sobresalen con calificaciones en la categoría "Moderada", indicando un cambio de color notable pero no severo en post cocción. Por otro lado, PN207 y SC062 exhiben una decoloración "Moderada" y "Mucha" decoloración, lo que afecta negativamente su apariencia y aceptación en el mercado. El genotipo IM362SF, se destaca por un nivel de decoloración

“Extrema”, lo cual es un indicativo de una pérdida significativa de color, afectando probablemente su valor comercial y preferencia de consumo. Por otra parte, el genotipo AA063 presenta una “Ligera” descoloración, lo cual es favorable ya que indica una menor alteración del color original tras la cocción. Las evaluaciones de las características organolépticas permiten identificar aquellos genotipos que mantienen mejor su color y, por lo tanto, podría ser más adecuados para la comercialización en mercados donde la apariencia visual es un criterio importante. La variabilidad observada muestra la influencia de factores genéticos y ambientales en la decoloración de la yuca, lo que puede guiar estrategias de mejora genética y selección del genotipo con buenas características agronómicas para su cultivo en condiciones de selva central.

4.3. Prueba de Hipótesis

Hipótesis estadística:

Ho: Todas las medias de los tratamientos son menores o igual que la f tabular

Ha: Al menos una media de un tratamiento es mayor que la f tabular

Regla de decisión:

Si $f_{cal} \leq 2.15$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a Si $f_{cal} > 2.15$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

Prueba de hipótesis

Variables	F cal	F tab 0.05	Decisión
Altura de planta a los 165 días	22.18	2.15	Se acepta la H_a
Longitud de lóbulo central en hojas	10.64	2.15	Se acepta la H_a
Ancho de lóbulo central en hojas	11.45	2.15	Se acepta la H_a
Longitud de peciolo	38.39	2.15	Se acepta la H_a
Longitud de entrenudos	192.19	2.15	Se acepta la H_a
Altura de ramificación	53.15	2.15	Se acepta la H_a
Número de raíces por planta	2.22	2.15	Se acepta la H_a
Longitud de raíz	4.85	2.15	Se acepta la H_a
Diámetro de raíz	6.47	2.15	Se acepta la H_a
Peso de raíz	10.26	2.15	Se acepta la H_a
Materia seca de la raíz	5.36	2.15	Se acepta la H_a

Discusiones

Los genotipos de yucas evaluados en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pichanaki, fue para evaluar la adaptación de estos materiales genéticos avanzados, con la finalidad de seleccionar los mejores genotipos con buen comportamiento agronómico para selva central. Se realizó la caracterización morfológica de planta, tallo y raíz, mediante el uso de descriptores morfológicos estándar de alta heredabilidad y de fácil percepción sensorial, asimismo como caracteres cuantitativos y cualitativos de degustación. Fueron caracterizados 12 genotipos y 2 testigos locales mostrando características resaltantes como en color de hojas apicales sin extenderse, color de nervaduras de las hojas, color del peciolo, forma de la planta, hábito de ramificación, forma de la raíz reservante, color externo de la corteza de la raíz reservante, color interno de la raíz y la facilidad de desprendimiento de la raíz, según Ospina (2002), indica que el color de las hojas es una característica varietal, tiende a variar según edad de la planta. Las hojas maduras pueden variar desde púrpura hasta verde claro, el color de la nervadura oscila entre verde a morado, y siendo también utilizado en descripción varietal, el color del peciolo puede estar en los rangos del descriptor entre verde a morado, no siempre coincide el color del peciolo con el color de la nervadura, (p.27). Por otra parte, Ceballos et al. (2017): En otro estudio, observaron que la variabilidad en la longitud del peciolo entre genotipos de yuca también está condicionada por las interacciones genotipo- ambiente. Los autores destacan que, aunque la genética juega un rol importante en la determinación del fenotipo, los factores ambientales como la radiación solar y el tipo de suelo pueden modificar la expresión de este rasgo morfológico. De esta manera, la longitud del peciolo es un indicador sensible de las condiciones ambientales y refleja cómo los genotipos de yuca se adaptan a distintos entornos. Según Herrera (2001) indica que, las variedades de yuca presentan características morfológicas

distintivas, que incluyen tallos con dos o tres ramas de crecimiento recto y nudos ligeramente prominentes. La longitud de los entrenudos varía entre 5 y 22 cm. Las hojas muestran una diversidad de formas en sus lóbulos y ovados, lanceolados, lineales y elípticos, con un rango que varía de 3 a 8 lóbulos por hoja. En cuanto al color, la lámina foliar presenta tonalidades que van desde el verde claro hasta el verde oscuro y el morado. Las nervaduras pueden ser verdes, amarillos o púrpuras, tanto en el haz como en el envés de la hoja. Los pecíolos, variando según la variedad, pueden ser verdes, rojos o púrpuras. Los sépalos se presentan en rojo, amarillo o morado. Respecto a los frutos, estos adoptan colores que incluyen verde, verde amarillento y morado, con aristas que pueden ser verdes, verde amarillentas o de un tono rojo violáceo.

En la variable altura de planta a los 165 días muestra que el genotipo (NAL252) supera estadísticamente a los demás genotipos evaluados con 308.63 cm de altura, así mismo se observa que el genotipo (SC062) ocupó el último lugar. según Amelework et al., (2022) mencionan que la yuca, en el carácter altura de la planta es uno de los criterios utilizados para la selección de genotipos en las primeras etapas del crecimiento. Asimismo, indica que, esta variable es una característica importante, porque las plantas de yuca se propagan convencionalmente utilizando esquejes de tallo, por lo que se prefieren plantas altas. Por otra parte, indican entre los genotipos evaluados el UKF8 fue el más alto, con 2,07 m, seguido de P4/10 y MSAF2, obtuvieron genotipos para multipropósito como MSAF2 y UKF4 con alto BIO y FRY, lo que significa el potencial de estos cultivares para la seguridad alimentaria y materia prima para biocombustibles. La ventaja de utilizar la yuca como materia prima para biocombustibles sobre muchos otros cultivos es que la yuca puede prosperar en suelos degradados y relativamente de baja fertilidad. Por lo tanto, la yuca en África se está evaluando para la producción de bioenergía, siendo China el principal productor.

La longitud de lóbulo central en hojas maduras de diferentes genotipos muestra que las medias de longitud varía de 14 a 12.07 cm. Los genotipos PN207 y AA063, con 14 cm no muestran diferencias estadísticas entre ellos. El genotipo IM362SF, con 12.07 cm es significativamente más corto comparado con los otros genotipos.

El ancho del lóbulo central en hojas maduras (cm), muestran diferencias significativas entre los genotipos evaluados en condiciones de Pichanaki. El genotipo SC062 mostró un valor más alto con un promedio de 4.23 cm y es significativamente mayor que los otros genotipos en estudio. Los genotipos CN025, PN207, AA063 y NAL252, no indican que hay diferencia significativa entre ellos, pero superiores a los grupos con promedios más bajos. Lobo (2004) menciona que la característica conocida como ancho del lóbulo (ALOB) es afectada por varios factores, incluyendo la fertilidad del suelo, la temperatura, la luminosidad, la edad de la planta y las estaciones climáticas, los cuales tienen un impacto significativo en la manifestación de este descriptor morfológico. Por otro lado, Ceballos y Cruz (2002) señalan que en estudios que abarcan múltiples características, la variabilidad en la expresión de estos rasgos puede ser considerable, siendo muchos de los descriptores ampliamente influenciados por condiciones ambientales.

La longitud de peciolo del genotipo PN207 supera estadísticamente a los demás genotipos con 18.13 cm de longitud, así mismo se observa que el genotipo local que es el testigo ocupó el tercer lugar.

En la variable longitud de entrenudos se observa que el genotipo KM44004, supera estadísticamente a los demás genotipos con 6.10 cm de longitud de entrenudos, así mismo se observa que el genotipo local que es el testigo ocupó el sexto lugar

La altura de la ramificación de la planta de la yuca, el genotipo PN207 supera estadísticamente a los demás genotipos con 208.30 cm de altura de

altura de ramificación, así mismo se observa que el genotipo KM44004 ocupó el último lugar CON 58.73 cm de altura de ramificación. En el diámetro de raíz el genotipo IM362SF supera estadísticamente a los demás genotipos en estudio, con 63.85 cm de diámetro de raíz, así mismo se observa que el genotipo ACC131 ocupó el último lugar con 31.71 cm. El genotipo IM362SF supera en la variable peso por planta estadísticamente a los demás genotipos con 636.81 gr/planta, seguido por los genotipos NB231 y CN025 que no muestra diferencia estadística significativa con promedios de 455.82 y 426.95 gr/planta. La materia seca de las raíces de yuca del genotipo A063 presenta el mayor contenido medio de materia seca (31.36%), sin diferencias estadísticamente significativas con otros genotipos hasta IM362SF, mostrando el menor valor (24.68%) el genotipo ACC741.

En las calificaciones del análisis sensorial, en las características cualitativas de apariencia de la muestra entera, sabor, textura y decoloración de la muestra destacaron los genotipos TESTIGO y KM44004 con calificaciones en la categoría "Excelente", indicando una alta preferencia en la degustación, con respecto al sabor obtuvieron la categoría "Excelente" y "muy buen" sabor, con una textura de harinosa y ligeramente harinosa, estos genotipos muestran una decoloración moderada indicando el cambio de color en post cocción. Por otro lado, PN207 y SC062 exhiben calificaciones variadas, pero generalmente positivas, extendiéndose hasta "Muy Bien". En contraste, IM362SF y CN025 alcanzan un máximo en la categoría "Más o Menos", sugiriendo una aceptación moderada. Los genotipos AA063 y NB231 reciben las calificaciones más bajas, lo que podría implicar una necesidad de mejora genética o reconsideración para cultivos comerciales. Rufino (2016) señala que existen diferencias estadísticamente significativas en la textura de los diferentes cultivares de yuca, según las evaluaciones de distintos catadores ($p < 0,05$). Gray (2012), por su parte, sostiene que la yuca cocida debería ser consistente y firme, sin presentar

partes duras, y estar libre de fibras o tejidos lignificados. Asimismo, Rufino (2016) indica que, las yucas de menor aceptabilidad son aquellas que están asociados a un sabor amargo, características propias de las yucas con un contenido mayor de Ácido cianhídrico (p.46).

CONCLUSIONES

La evaluación del comportamiento de los genotipos avanzados de yuca ha demostrado diferencias estadísticas significativas en sus características cuantitativas y fenotípicas, incluyendo la tasa de crecimiento, longitud de peciolo y altura de ramificación, destacando los genotipos PN207 y L224. En cuanto al número de raíces por planta, longitud de la raíz, diámetro de la raíz, el genotipo IM362SF demostró ser superior, además de clasificarse en tercer lugar en porcentaje de materia seca, comparado a las variedad local y comercial. Estos resultados posicionan al genotipo IM362SF como una opción prometedora para el cultivo en condiciones de selva central, destacando su potencial agronómico y adaptabilidad.

Las características cualitativas de los 12 genotipos evaluados del banco de germoplasma del INIA en condiciones de Pichanaki, muestran en sus características organolépticas como apariencia, textura y decoloración de la muestra como moderado y en sabor como excelente el genotipo KM44004 al igual que el testigo local. Por otra parte, el genotipo AA063 es el que presenta una ligera decoloración con respecto a los demás genotipos. Estos resultados son fundamentales para la selección de variedades de yuca.

Los genotipos avanzados de yuca evaluados en condiciones de Pichanaki mostraron variabilidad en el rendimiento de raíces frescas y secas, con los demás genotipos, destacándose el genotipo L224 con 10 raíces/planta y NR200 con 9 raíces/planta y en peso de raíz por planta destacaron IM362SF y AA063 con promedios de 636.81 y 455.82gr/planta. El genotipo IM362SF destacó en rendimiento por hectárea con 6.37 t/ha, pero no alcanzó el promedio nacional de 11 a 12 t/ha influyendo las condiciones medio ambientales en el desarrollo vegetativo de los genotipos en estudio.

RECOMENDACIONES

- Implementar técnicas de cultivo que mejoren la calidad del suelo y la eficiencia del uso del agua, así como la aplicación de prácticas integradas de manejo de plagas y enfermedades para sostener la sanidad en el cultivo de yuca.
- Continuar con la selección de los genotipos avanzados en las condiciones agroclimáticas de Pichanaki, con aquellos genotipos superiores, como L224, NR200, IM362SF, y AA063 con respecto a las variedades locales.
- Realizar los ensayos de rendimiento en diferentes condiciones ambientales.
- Asimismo, proporcionar capacitación continua a los agricultores en el manejo de yuca. Esto no solo ayudará a mejorar la adopción de nuevas variedades por parte de los agricultores, sino que también contribuirá a un manejo más eficaz y sostenible del cultivo de yuca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E. (2018). Manual del cultivo de yuca. Obtenido de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Amelework, A.B.; Bairu, M.W.; Marx, R.; Owoeye, L.; Laing, M.; Venter, S.L (2022). On-Farm Multi-Environment Evaluation of Selected Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Cultivars in South Africa. *Plants* 2022, 11, 3339. <https://doi.org/10.3390/plants11233339>
- Allard, R. W. (1999). *Principles of plant breeding*. John Wiley & Sons.
- An, F., Fan, J., Li, J., Li, Q. X., Li, K., Zhu, W., ... y Chen, S. (2014). *Comparison of leaf proteomes of cassava (Manihot esculenta Crantz) cultivar NZ199 diploid and autotetraploid genotypes*. *PLoS one*, 9(4), e85991.
- Brady, N. C., y Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils*. Pearson Education.
- Bairu, M.W.; Marx, R.; Owoeye, L.; Laing, M.; Venter, S.L. (2022). On-Farm Multi-Environment Evaluation of Selected Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Cultivars in South Africa. *Plants* 2022, 11, 3339. <https://doi.org/10.3390/plants11233339>
- Brown, A. H. D., y Brubaker, C. L. (2000). *Germplasm conservation in Australia*. Australian Journal of Agricultural Research.
- Caichihua Castillón, M. D. L. Á., Rojas Checllo, J., Crisóstomo Cullanco, L., Enrique Leiva Torres, L., y Quispe CCorimany, R. (2018). *Evaluación comparativa del comportamiento morfológico y productividad del cultivo de Yuca en Centro Poblado Chilcal-San Vicente de Cañete, 2018*.
- Cartay, R. (09 de Julio de 2020). *La Yuca o mandioca*. Obtenido de Del Amazonas: <https://delamazonas.com/plantas/la-yuca-o-mandioca/>
- Carvalho, M. J. S., Oliveira, E. J., Souza, A. S., & Alves, L. B. (2017). Agronomic performance of cassava genotypes from the in vitro shoot tip culture submitted to clonal cleaning. *Bioscience Journal*, 33(5), 1144-1154.
- Ceballos, H., Morante, N., Calle, F., Lenis, J. I., Jaramillo, G., y Pérez Velásquez, J. C. (2002). *Mejoramiento genético de la yuca*. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Consorcio Latinoamericano para la Investigación y el Desarrollo de la Yuca; Proyecto IP-3 de Mejoramiento de Yuca.
- Ceballos, H. (2002). La yuca en Colombia y el Mundo: Nuevas Perspectivas para un Cultivo Milenerario. In Ospina, B; Ceballos, H. *La Yuca en el Tercer Milenio. Sistema Moderno de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización*. CIAT.CO. Vol. 327 Capitulo I. p. 1-13.
- Ceballos y Cruz, G. (2002). Taxonomía y Morfología de la Yuca. In Ospina, B; Ceballos,

- H. La Yuca en el Tercer Milenio. Sistema Moderno de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT. Col. Vol. 327 Capitulo II. p. 17-34.
- Ceballos, H., Sánchez, T., Denyer, K., Tofiño, A. P., Rosero, E. A., Dufour, D., Smith, A. M., Morante, N., & Calle, F. (2017). Variation in cassava storage root composition and its influence on genotype x environment interactions in storage root quality traits. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1463. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01463>
- Chalker-Scott, L. (2007). *The truth about garden remedies: What works, what doesn't, and why*. Timber Press.
- Cock, J. H. (1976). Adaptabilidad de la yuca (No. Doc. 3610) * CO-BAC, Santafé de Bogotá).
- Domínguez R, R. T. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad y adaptabilidad, frente a la variabilidad climática, en los cultivos de cacao (Theobroma cacao L.) y yuca (Manihot esculenta) de la comunidad indígena Yamino, provincia Padre Abad. Ucayali-Perú, 2017.*
- De Oliveira, E. J., Alves-Pereira, A., Lima, M. S., de Resende, M. D. V., & da Silva, M. S. (2015). Environmental effects on the morpho-agronomic traits of cassava. *Scientia Horticulturae*, 190, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.015>
- Engels, J., y Visser, L. (2007). Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma- Manuales de Bioersivity para Bancos de Germoplasma No. 6 (No. 6). Bioersivity International.
- Fehr, W. R. (1987). *Principles of cultivar development: Theory and technique*. Macmillan.
- Franco, T. 2007. Los bancos de germoplasma en las Américas (en línea). Recurso Naturales y Ambientales no. 53:81-84. Consultado el 13 de ene. 2010. http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev53/ma53_p81_84.pdf
- Hartmann, H. T., y Kester, D. E. (1997). *Plant propagation: Principles and practices*. Prentice Hall.
- Hernández Villarreal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. CONACYT.
- Herrera, E., y Zambrana T, J. Factores socioculturales que inciden en la desnutrición de niños menores de 5 años que asisten al Centro de Salud 1º de mayo del Municipio de Guayaramerin durante la gestión 2008-2009 (Doctoral dissertation).
- Hershey, C. H. (1984). *Breeding cassava for adaptation to stress conditions:*

development of a methodology. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

- John, K. S., Sreekumar, J., Sheela, M. N., Beegum, S. S., More, S. J., y Suja, G. (2020). *Pre evaluation of cassava (Manihot esculenta Crantz) germplasm for genotypic variation in the identification of K efficient genotypes through different statistical tools*. *Physiology and molecular biology of plants*, 26, 1911-1923.
- Klug, W. S., Cummings, M. R., y Spencer, C. A. (2012). *Concepts of genetics*. Pearson.
- Kogan, M. (1998). *Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments*. *Annual Review of Entomology*.
- Kramer-Walter, K. R., et al. (2016). Root traits are multidimensional: Specific root length is independent from root tissue density and the plant economic spectrum. *Journal of Ecology*, 104(5), 1299-1310. doi:10.1111/1365- 2745.12562
- Liebman, M., y Dyck, E. (1993). *Crop rotation and intercropping strategies for weed management*. *Ecological Applications*.
- Llaulli Romero, M. (2021). *Propiedades del suelo en Pichanaki y su impacto en el cultivo de yuca*. Universidad Nacional de San Martín.
- López, M; Vázquez, E y López, R. (1995). *Raíces y Tubérculos* (2 Ed), La Habana, Cuba.
- Lobo, R. (2004). Caracterización de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In Palma, R. Conservación in situ de cultivos nativos y parientes silvestres. Chorica, PE. Seminario taller. p 136-169.
- Mahamane, A.-R. O., Olasanmi, B., Oluwadamilola, U. I., y Mbanjo, E. G. (2023). *Variation among cassava (Manihot esculenta Crantz) genotypes for storage root yield, yield components and response to cassava mosaic disease at advanced breeding stage*.
- Meza, Y., y Julca O, A. (2015). *Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (Manihot esculenta Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco*. *Ecología Aplicada*, 14(1), 55-63.
- Millán, P., Torres, J., Valencia, L. M., Fernández, A., y Dufour, D. (2011). *Caracterización del proceso de cocción en agua de yuca (Manihot esculenta, Crantz) empacada en vacío*.
- MINAGRI (1980), *La Agricultura en selva central*, obtenido en:
<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea27s/ch12.htm>.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2013. Información agrícola: campaña agrícola 2012-2013.

- Montgomery, D. C. (2013). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- Nduwumuremyi, A., Melis, R., Shanahan, P., y Theodore, A. (2017). *Interaction of genotype and environment effects on important traits of cassava (Manihot esculenta Crantz)*. *The Crop Journal*, 5(5), 373-386.
- Ogwuche, T. O., Diebiru-Ojo, M. E., Najimu, A., Ossai, C. O., Ekanem, U., Adegbite, B., ... & Kulakow, P. (2023). *Performance and stability of improved cassava (Manihot esculenta Crantz) clones in demand creation trials in Nigeria*. *Crops*, 3(3), 209-219.
- Rodríguez Benavides, A. (2018). El intercambio de germoplasma de yuca en Colombia: aspectos que requieren investigación.
- Rodríguez, A. (2018). *El intercambio de germoplasma de yuca en Colombia: aspectos que requieren investigación*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Rojas, G. (marzo de 2009). *ESTUDIO DE MERCADO ENFOCADO A PRIORIZAR*.
Obtenido de Archivo
PDF:https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison_offices/wfp203899.pdf
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Toro M. J. C., Roca, W. M., y Cock, J. H. (2018). Métodos de multiplicación acelerada del material genético promisorio de yuca.
- Torres Vargas, L. A. (2010). Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Trujillo, L. (2014). *Caracterización morfológica de las variedades de yuca Colombiana Rosada, Colombiana Blanca y Tapachulteca*.
http://www.priica.sictanet.org/sites/default/files/ES_Yuca%20%2818.1%29%20Caracterizaci%C3%B3n_Morfologica%20de%203%20materiales.pdf
- Vásquez, D., & Pezo, D. (1990). *Manejo de la yuca en Tingo María*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

ANEXOS

Anexo 1.

Instrumentos de recolección de datos

- Fichas de evaluación
- Vernier
- Wincha
- Escalas de colores
- Balanza
- Jabas
- Costales
- Laptop
- Cuaderno de campo
- Lapicero
- Lápiz
- Borrador
- Etiquetas
- Rafia o pabilo
- Cartulina
- Tijera
- Perforador
- Descriptores morfológicos

Anexo 2. Características cualitativas de genotipos de yuca.

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS		HOJAS							TALLO							RAIZ										
PLOT	GENOTIPO	CdH AsE	CdH MD	PdH T	CNd H	#LdH	FdL C	CP	CdC T	CSId E	FP	HcrT	#NR	CTMd	HdR	PdRr	FRr	CRr	PR	TSRr	DdC	FpC	CEc Rr	CicR r	CCc	FDRr
1	PN211	3	5	3	1	1	11	1	3	4	5	2	3	1	3	5	4	1	3	7	3	3	2	3	2	5
2	ACC741	3	5	3	1	5	10	3	2	3	3	2	2	4	4	3	4	0	3	7	3	3	4	5	3	3
3	PN207	5	5	5	1	5	11	2	3	2	4	1	4	8	3	7	4	0	2	3	3	3	3	2	1	3
4	KM44004	7	5	5	1	5	11	2	3	3	3	2	2	1	2	3	3	1	3	5	3	3	2	2	2	3
5	TESTIGO 1	5	5	3	3	3	11	4	1	2	4	2	4	6	3	5	2	0	2	7	3	3	4	5	1	5
6	AA063	3	3	5	3	5	11	4	3	3	3	1	4	1	2	3	1	1	3	3	3	3	1	1	1	3
7	NR200	5	5	5	1	3	12	3	2	3	5	2	3	5	2	3	4	0	3	7	3	3	3	2	3	5
8	NAL252	3	3	3	1	5	10	3	3	1	3	2	4	5	3	3	1	1	3	5	3	3	4	5	2	3
9	ACC131	7	3	3	3	5	10	3	3	3	5	2	1	1	1	7	4	0	3	5	3	3	3	2	1	3
10	CN025	9	5	3	1	5	11	3	3	2	3	2	4	5	2	3	4	0	3	7	3	3	4	5	1	5
11	SC062	9	3	3	1	3	9	3	2	2	3	2	3	4	3	5	1	1	3	7	3	3	4	3	1	3
12	IM362SF	5	5	3	3	3	11	5	5	6	5	2	2	4	3	5	1	0	3	7	3	3	4	5	1	5
13	L224	3	5	5	1	5	13	3	2	3	5	2	2	5	1	3	4	0	3	5	3	3	3	2	3	5
14	NB231	7	3	3	1	5	11	1	3	3	3	2	3	3	3	5	2	1	3	5	3	3	2	2	1	3

Anexo 3. Características de las características cualitativas

LEYENDA	Descripción de los descriptores
CdHAsE	Color de las hojas apicales sin extenderse
CdHMD	Color de las hojas maduras desarrolladas
PdHT	- Pubescencia de las hojas tiernas (Cogollo)
CNdH	- Color de nervadura de las hojas
#LdH	Numero de lobulos en la hoja
FdLC	- Forma del lóbulo central
CP	- Color del pecíolo
CdCT	- Color de la colénquima del tallo
CSIdE	- Color de la superficie interna de epidermis en el tallo
FP	- Forma de planta
HcrT	- Hábito de crecimiento del tallo.
#NR	- Número actual de niveles de ramificación
CTMd	- Color del Tallo maduro

HdR	- Hábito de ramificación
PdRr	- Pedúnculo de la raíz reservante
FRr	- Forma de la raíz reservante
CRr	- Constricciones de la raíz reservante
PR	- Posición de las raíces
TSRr	- Textura de la superficie de la raíz reservante
DdC	- Desprendimiento de la corteza
FpC	- Facilidad de pelado de la corteza (corteza interior)
CEcRr	- Color externo de la corteza de la raíz reservante
ClcRr	- Color interno de la corteza de la raíz reservante
CCc	- Color del cilindro central o pulpa
FDRr	- Facilidad de desprendimiento de las raíces reservantes

Anexo 4. Características cuantitativas de la variable altura de planta de los genotipos de yuca

Genotipos	Días de altura de planta de genotipos de yuca							
	15	30	45	60	75	90	105	120
PN211	3.87	12.73	25.85	47.80	70.67	97.83	134.53	172.0
ACC741	3.45	10.33	21.32	37.47	55.20	74.53	101.00	136.0
PN207	4.10	12.82	25.08	45.33	68.47	97.13	134.10	171.0
KM44004	5.47	13.38	26.97	47.97	71.97	101.07	132.33	168.0
TESTIGO 1	2.17	8.37	18.78	33.33	57.80	82.90	114.77	149.0
AA063	4.72	13.00	25.58	46.03	73.77	99.83	134.87	173.0
NR200	2.07	7.70	17.38	36.27	57.13	81.87	125.23	165.0
NAL252	5.05	14.60	29.30	50.57	71.97	99.83	134.70	174.0
ACC131	3.25	11.93	26.20	41.90	57.17	79.23	105.93	132.0
CN025	2.13	8.43	19.43	37.77	59.70	84.27	113.80	149.0
SC062	3.70	10.95	21.02	39.43	60.33	82.83	106.63	132.0
IM362SF	2.18	8.75	19.22	37.37	60.93	90.30	123.37	163.0
L224	2.87	8.23	16.50	28.95	44.03	61.27	93.97	133.0
NB231	4.68	12.32	25.17	44.40	67.60	96.13	129.90	162.0

Anexo 5. Características cuantitativas de la longitud del lóbulo central en hojas maduras, Ancho del lóbulo central en hojas maduras, Longitud del pecíolo, Altura de la primera ramificación y Longitud de entrenudos.

Genotipo	Bloque	LdLCeHM	ALCdHM	LP (cm)	APrmR	LE (cm)
	s	(cm)	(cm)		(cm)	
PN211	1	12.6	2.9	12.8	145.9	3.3
PN211	2	12.9	3.0	13.0	152.8	3.3
PN211	3	12.5	3.2	12.8	168.5	3.3
ACC741	1	12.8	2.9	16.7	115.6	3.9
ACC741	2	12.9	3.3	15.5	102.7	3.8
ACC741	3	12.9	3.7	17.7	146.1	4.0
PN207	1	13.5	3.7	17.9	135.7	4.0
PN207	2	14.0	4.1	18.0	131.3	4.2
PN207	3	14.5	4.2	18.5	157.3	4.2
KM44004	1	14.2	3.9	13.0	131.3	6.1
KM44004	2	13.9	3.7	12.5	151.6	6.1
KM44004	3	12.8	3.9	12.7	160.0	6.1
TESTIGO 1	1	13.4	3.6	16.6	59.4	4.0
TESTIGO 1	2	13.7	3.4	16.9	62.6	3.8
TESTIGO 1	3	12.8	3.7	17.1	60.3	3.9
AA063	1	14.1	3.8	16.5	52.6	3.1
AA063	2	14.1	4.0	16.6	52.0	3.2
AA063	3	13.8	4.2	17.1	71.6	3.2
NR200	1	13.5	3.4	15.8	197.7	3.8
NR200	2	13.4	3.2	15.6	199.5	3.8
NR200	3	13.1	3.2	16.4	207.4	3.7
NAL252	1	13.9	3.8	17.4	147.0	3.3
NAL252	2	13.6	4.1	15.9	150.1	3.3
NAL252	3	14.1	4.0	17.2	149.5	3.3
ACC131	1	12.5	3.3	15.1	198.2	4.5
ACC131	2	12.6	3.5	14.9	198.9	4.5
ACC131	3	11.5	3.5	14.9	203.9	4.4
CN025	1	14.1	4.2	16.2	108.3	3.8
CN025	2	14.1	4.0	16.7	145.7	3.7
CN025	3	13.1	3.8	17.6	154.8	3.6
SC062	1	13.0	4.2	16.1	112.5	3.5
SC062	2	12.2	4.1	16.1	95.8	4.0
SC062	3	12.0	4.4	16.2	122.6	3.7
IM362SF	1	12.1	3.8	16.0	183.4	5.8
IM362SF	2	12.1	3.5	15.5	199.1	6.1
IM362SF	3	12.0	3.7	15.6	242.4	5.7
L224	1	13.8	3.1	17.3	139.8	4.4
L224	2	13.8	3.3	16.4	126.1	4.3
L224	3	13.7	2.9	17.1	154.1	4.3
NB231	1	13.3	3.7	15.3	109.5	3.8
NB231	2	13.5	3.8	14.4	123.7	3.7
NB231	3	12.8	3.5	15.9	130.7	3.7

Anexo 6. Características cuantitativas de las variables longitud de raíz, diámetro de raíz y peso de raíz.

Tratamientos	Bloques	Longitud (cm)	Diámetro	
			(cm)	Peso
PN211	1	17.99	47.18	270.62
PN211	2	21.96	52.29	409.16
PN211	3	23.12	44.41	301.59
ACC741	1	14.76	37.21	134.66
ACC741	2	14.09	48.82	150.82
ACC741	3	20.39	36.41	107.18
PN207	1	16.6	54.9	350.79
PN207	2	17.64	57.31	391.04
PN207	3	20.04	58.26	398.28
KM44004	1	15.72	48.01	267.7
KM44004	2	16.36	237.72	332.01
KM44004	3	18.22	61.39	331.02
TESTIGO 1	1	15.91	40.19	249.91
TESTIGO 1	2	20.26	125.99	317.28
TESTIGO 1	3	16.93	49.02	234.52
AA063	1	15.27	54.88	337.79
AA063	2	18.46	1438.49	415.85
AA063	3	18.63	68.86	319.3
NR200	1	17.99	51.21	350.54
NR200	2	17.16	51.8	383.46
NR200	3	17.24	55.31	299.89

NAL252	1	22.75	55.86	501.81
NAL252	2	24.88	55.32	510.81
NAL252	3	17.19	44.95	189.56
ACC131	1	7.93	32.09	98.00
ACC131	2	14.46	34.46	139.71
ACC131	3	10.9	28.58	31.89
CN025	1	25.49	55.64	512.87
CN025	2	20.13	151.18	417.59
CN025	3	19.83	64.52	350.36
SC062	1	20.09	59.36	470.16
SC062	2	17.49	150.03	260.77
SC062	3	18.84	55.48	449.4
IM362SF	1	22.74	66.64	740.63
IM362SF	2	22.33	61.2	637.41
IM362SF	3	23.28	63.7	532.38
L224	1	17.75	48.54	311.35
L224	2	19.31	48.92	308.83
L224	3	18.25	61.53	259.83
NB231	1	17.51	61.18	539.58
NB231	2	18.82	52.6	424.94
NB231	3	19.79	61.68	402.94

Anexo 7. Comparativo de rendimiento de yuca en el Perú.

Variedad/Genotipo Evaluado	Rendimiento Estimado (t/ha)	Origen/Comentario
IM362SF	6.37	Genotipo con el mayor rendimiento en el ensayo de adaptación, que es el punto de referencia para este estudio.
Pucallpa	18-28	Variedad nativa, conocida por su adaptación y tolerancia en la selva peruana.
San Martín	15-25	Variedad de pulpa amarilla, valorada por su calidad y buena productividad.
Negra	20-30	Variedad nativa de alto rendimiento, ampliamente cultivada en la Amazonía.
INIAP-Yuca 1	>30	Variedad liberada por el INIA, con alto potencial de rendimiento en condiciones de manejo óptimo.

Fuente: MINAGRI, (2024).



Imagen 1. Demarcación de la parcel experimental en el INIA -Pichanaki



Imagen 2. Siembra de la semilla vegetativa de los genotipos de yuca



Imagen 3. Etiquetado de las palantas por cada tratamiento (genotipo)



Imagen 4. Demarcación de la parcela experimental en el INIA -Pichanaki



Imagen 5. Preparación de muestras para la evaluación de materia seca.



Imagen 6. Evaluación de materia seca de los genotipos de yuca.



Imagen 7. Sancochado de los genotipos de yuca para la evaluación organoléptica.



Imagen 8. Productores en la calificación organoléptica de las muestras de los genotipos de yuca.