

EVALUACIÓN DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES COMERCIALES DE YUCA (*Manihot esculenta C.*) EN LA LOCALIDAD DE SAN PABLO, CARANAVI

Vladimir Villalobos¹, Dayana Cerezo² Ivan Contreras³, Jhony Quispe⁴, Gladys Choque⁵, Donalio Gonzalez⁶, Verónica Poma⁷, Suci Churahuanca⁸, David Roque⁹, Soledad Chavez¹⁰

vldi-9692@hotmail.com; vino.soledad@gmail.com

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9} Estudiantes de la materia de Genética de Plantas y Animales de la Sede San Pablo - Caranavi, Carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto

¹⁰ Docente de la materia de Genética de Plantas y Animales de la Sede San Pablo - Caranavi, Carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto

Resumen

La yuca (*Manihot esculenta C.*), provee alimento y sostén a más de 600 millones de personas en el mundo. Esta planta tolera sequías estacionales, suelos pobres y tiene la habilidad para recuperarse, después que hayan sido afectados por plagas y enfermedades, debido a su importancia estratégica en la región subtropical de Bolivia se plantea la presente investigación con el objetivo de determinar el rendimiento y su componente de dos variedades comerciales de la región. En base a los resultados obtenidos, se muestra que la variedad comercial muestra menor altura de planta en comparación con la otra variedad; sin embargo, las variables número de raíces, longitud de raíces, diámetro de raíces y peso por planta de las raíces muestran mayores promedios en comparación con la otra variedad. Por las variedades estudiadas en base a su variables de respuesta la variedad yuca amarilla alcanzó un rendimiento de $16,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ y la yuca blanca con una media de $12,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. También se identificaron variables que tienen relación directa con el rendimiento y que estos son potenciales para enfrentar trabajos de mejoramiento. La mejor variedad para las características cuantitativas como ser altura de planta, número de raíces, longitud de raíces, diámetro de raíces, peso de raíces por planta fue la variedad amarilla bajo condiciones de la localidad de San Pablo, Caranavi perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

Palabras claves Yuca, componentes de rendimiento

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta C.*), provides food and support to more than 600 million people in the world. This plant tolerates seasonal droughts, poor soils and has the ability to recover, after they have been affected by pests and diseases, due to its strategic importance in the subtropical region of Bolivia, this research is proposed with the objective of determining the yield and its component of two commercial varieties of the region. Based on the results obtained, it is shown that the commercial variety shows a lower plant height compared to the other variety; however, the variables number of roots, length of roots, diameter of roots and weight per plant of the roots show higher averages compared to the other variety. For the varieties studied based on their response variables, the yellow yucca variety reached a yield of $16.94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and white yucca with an average of $12.33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. We also identified variables that have a direct relationship with performance and that these are potential to face improvement work. The best variety for quantitative characteristics such as plant height, number of roots, length of roots, diameter of roots, weight of roots per plant was the yellow variety under conditions of the town of San Pablo, Caranavi belonging to the Engineering Degree Agronomic of the Public University of El Alto.

Keywords Cassava, performance components

1. Introducción

La yuca (*Manihot esculenta C.*), es una planta cuya raíz provee alimento y sostén a más de 600 millones de personas en el mundo. Esta planta tolera sequías estacionales, suelos pobres y tiene una alta habilidad para recuperarse, después que los tallos y hojas han sido afectados por plagas y

enfermedades (Díaz, 2005). Las raíces tuberosas producen más energía alimenticia por unidad de tierra que ningún otro cultivo (Guachagmira, 2014).

El origen y distribución geográfica de la yuca es originaria de la América Tropical, posiblemente del noreste de Brasil, donde se cultiva hace más de

2,500 años. Actualmente, se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales incluyendo países como Brasil, Bolivia, Congo, Nigeria, Tailandia, Indonesia, India, Australia, Vietnam y otros.

El instituto de investigaciones de facultades de ciencias agrícolas de la universidad Gabriel Rene Moreno trabaja en la protección de 60 variedades de yuca.

El rendimiento con un buen manejo del cultivo puede obtener 20 t.ha⁻¹. Sin embargo, el promedio nacional es 13 t.ha⁻¹(FAO, 2016).

Se estima que en Bolivia se produce en 35.000 hectáreas de yuca al año, de las cuales alrededor de un 80% se cultivan en el departamento de Santa Cruz. Una de las debilidades de la producción de yuca es la falta de mercado interno (Lennis y Alvarado, 1991).

La yuca se cultiva en los meses de septiembre y octubre, cultivo que tienen un periodo de 8 meses desde siembra de cosecha.

Por estas razones expuestas el trabajo de investigación tiene el objetivo de identificar los componentes de rendimiento de dos variedades comerciales de yuca en la comunidad de San Pablo Caranavi de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto en la sede Académica de San Pablo de la Provincia Caranavi.

En la presente investigación se utilizaron dos variedades de yuca comercial la blanca y amarilla, la siembra se realizó en fecha de 10 de octubre de 2016 y se cosechó en fecha 8 de agosto de 2017.

El material genético utilizado para el presente trabajo fueron esquejes de yuca blanca y esquejes de yuca amarilla colectados de la región de los yungas.

Se estableció la parcela previa preparación del sitio con la

limpieza de malezas, posteriormente la quema de plantas leñosas, también se efectuó la remoción de terreno y el respectivo estacado de las unidades experimentales. Posteriormente, se instaló el ensayo en 2 tratamientos y 3 reiteraciones bajo la metodología de comparación entre medias

de t de Student. El tratamiento 1 corresponde a la yuca blanca y tratamiento 2 corresponde a la yuca amarilla. Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 8*9 metros con una superficie total 27*30 m. Se registró variables de respuesta como ser: días a la emergencia, altura de la planta a madurez fisiológica, número de raíces, longitud de raíces, diámetro de raíces, peso de raíces por planta y rendimiento.

El análisis de los datos se realizó con la prueba de t de Student para detectar diferencias significativas ($p<0,05$) y diferencias altamente significativas ($p<0,01$), diagrama de estrellas para identificar la mejor variedad y path análisis para identificar las variables asociadas con el rendimiento. Estas operaciones se realizaron con el programa estadístico SAS 9.4; SPSS 23 y R-Project 3.2.3.

3. Resultados y discusiones

Según el climadiagrama de la Figura 2, muestra el comportamiento climatológico para el periodo que comprende el estudio (abril hasta diciembre). Las precipitaciones de interés para el cultivo registradas durante los nueve meses de la investigación fueron de 641 mm, donde las mayores precipitaciones pluviales mensuales se presentaron desde mediados de agosto y la máxima en diciembre. La precipitación más bajo se registró en el mes de junio.

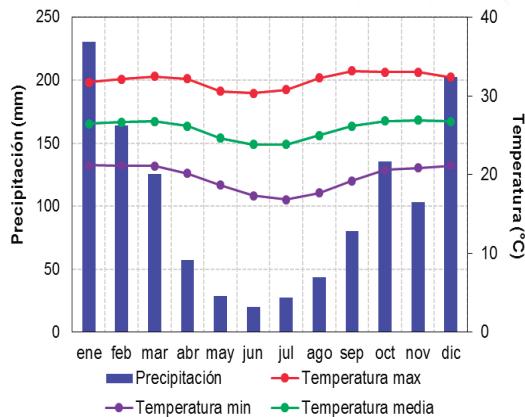


Figura 1. Climadiagrama histórico de diez años (2006-2016) promedio de la localidad San Pablo, Caranavi (SENMIH, 2017)

Para analizar los datos cuantitativos obtenidos en la investigación se realizó un resumen de tablas y figuras que nos permitió identificar las tendencias, para esto se aplicó la estadística descriptiva. Posteriormente se realizó el análisis de t de Student.

normal de los datos se realizó un análisis descriptivo que el mismo permitió visualizar los datos de sesgo y curtosis, cuyos parámetros permiten visualizar datos fuera de contexto (Tabla 1) (Tabla 1).

Tabla 1. Estadística descriptiva (media, sesgo y curtosis) para variables cuantificadas en el estudio de evaluación en la Sede San Pablo, Caranavi de la Carrera de Ingeniería Agronómica, UPEA.

Variables	Media	Asimetría	Curtosis
Altura de Planta €	1,9987	0,607	0,347
Numero de Raíces §	7,40	0,530	-0,615
Longitud de Raíces ¥	25,15	0,004	-0,239
Diámetro de Raíces ¥	4,06	-0,482	-0,961
Peso de Raíces Por Planta €	2255,5	1,26	1,41

€ = m; § = Unidad; ¥ = cm; = gramos

La variable altura de la planta obtuvo una media de 1.99 m con una desviación estándar de ± 0.54 m existiendo un rango de variación de 2.31 m. La variable número de raíces de fluctuó entre 3 a 14 raíces, siendo la media de la característica evaluada de 7,40 cm . La longitud promedio de número e raíces fue de 25,15 siendo el valor máximo de 28 y el valor mínimo de 12 . En cuanto a la variable diámetro de raíces alcanzó un promedio de 4,06 con un rango de 4, con un valor máximo alcanzado para esta variable de 6 y su valor mínimo de 2. Finalmente, la variable de peso de raíces por planta que osciló entre 110 gramos a 3000 g con una media de 2225,5 g y una desviación estándar respecto a la media fue de 5304,6 g.

En los análisis descriptivos de variables efectuados, muestra que la totalidad de las respuestas tienen una distribución normal (coeficientes de sesgo y curtosis), lo cual fortalece el proceso de aplicación de herramientas estadísticas de prueba de Stundent

Altura de planta

En la Figura 2, se puede observar diferencias significativas en altura de planta donde la yuca blanca muestra un promedio de 2.41 m y la yuca amarilla tiene un promedio de 1,7 m, siendo muy superior en altura la yuca blanca. Trabajos similares fueron realizados por Pastrana et al. (2015), donde se obtuvo alturas promedios de tres materiales 2.27, 2.49 y 2.45 m estas son muy superiores a lo encontrado en el presente trabajo, esta variación puede deberse a la aplicación de riego realizado.

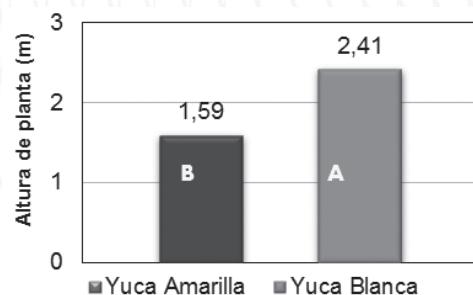


Figura 2. Altura de planta de dos variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi de la Carrera de Ingeniería Agronómica, UPEA.

Número de raíces

En la Figura 3, se puede observar diferencias significativas en la cantidad de número de raíces donde la yuca blanca muestra un promedio de 6 m y la yuca amarilla tiene un promedio de 9. Estos resultados son menores que los reportados por Méndez (1993), de siete y 15 raíces por planta, según las variedades evaluadas (SG-439, CM-4168, SG513, Matas de pavas y Corazón Amarillo).

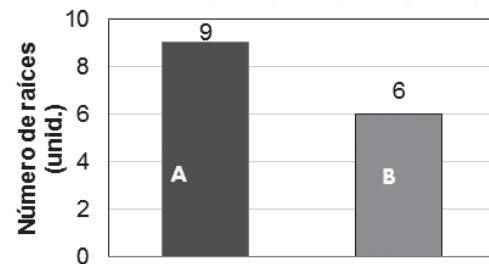


Figura. 3. Número de raíces de dos variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi, UPEA.

Longitud de raíces

En esta variable se puede observar en la Figura 4 que la variedad yuca amarilla obtiene un promedio de 28 cm de longitud y la yuca blanca tiene un promedio de 22 cm.

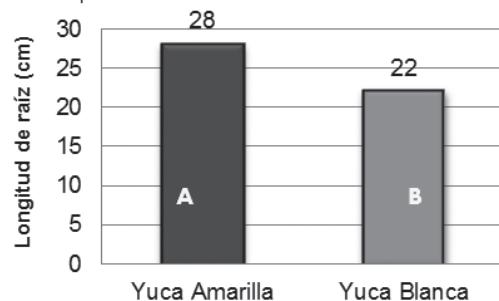


Figura 4. Longitud de raíces de dos variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi, UPEA.

Diámetro de raíces

En la Figura 5, se puede observar diferencias significativas en el diámetro de raíces donde la yuca amarilla muestra mayor diámetro alcanzando una media de 4,25 cm y la yuca blanca obtuvo una media de 3,86 cm. Estos datos son inferiores con lo reportado por Méndez (1993), que obtuvo resultados de 4,4 cm y 6,5 cm de diámetro en 10 variedades, teniendo como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidón. El engrosamiento de las raíces reservantes empieza después de los primeros seis meses. A partir de entonces, se va acelerando con el paso del tiempo y dura aproximadamente cinco meses. Al final de este periodo, la producción de hojas casi ha disminuido (Navarro 1983).

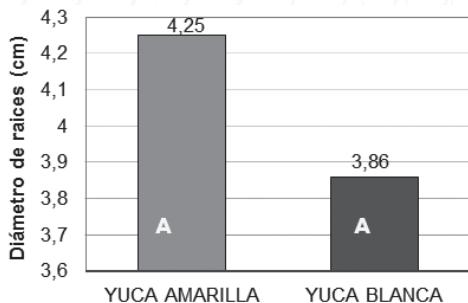


Figura 5. Diámetro de raíces de dos variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi, UPEA.

Peso de raíces por planta

Esta variable un componente de rendimiento principal muestra en la Figura 6, que la variedad amarilla alcanza una media de 1,688 kg por planta y la variedad blanca muestra una media de 1,233 kg por planta. Para esta variable no existe diferencia significativa entre las variedades.

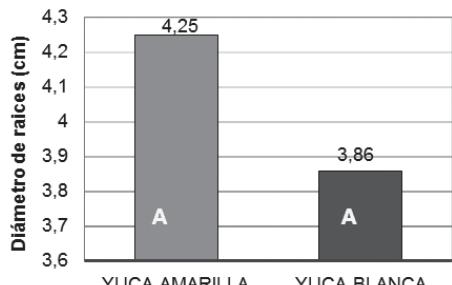


Figura 6. Peso por planta de dos variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi, UPEA.

Rendimiento

En la Figura 7, se puede observar diferencias altamente significativas para el rendimiento donde

alcanzó la media de 16,94 t·ha⁻¹ para la yuca amarilla que viene siendo mayor al al rendimiento nacional y al yuca blanca alcanzo una media de 12,88 t·ha⁻¹ la cual está por debajo del rendimiento nacional. Estudios realizados por Pastrana et al., (2015) obtuvo rendimientos desde 8 t·ha⁻¹ hasta 11 t·ha⁻¹ que están por debajo de lo obtenido en el trabajo de investigación, probablemente a las condiciones favorables que presenta la localidad de San Pablo, donde no se ha registrado fluctuaciones extremas de las temperaturas. Estos rendimientos obtenidos se constituyen en una alternativa principal para la producción

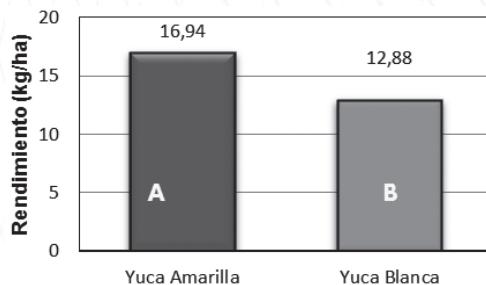


Figura 7. Rendimiento de variedades comerciales de yuca evaluadas en San Pablo Caranavi, UPEA.

El método estrella desarrollado por Flores (1993), consiste en dibujar una estrella con tantos radios como variables, correspondiendo un sector del gráfico a una variable y cada figura corresponde a un genotipo. El comportamiento promedio de cada variable será proporcional al área de la estrella y cuando más tienda la forma de ésta a la de una circunferencia, mayor será su importancia en el comportamiento del genotipo correspondiente. En la Figura 8 se puede evidenciar que la variedad Amarilla tiene un sobresaliente comportamiento para todas las variables cuantitativas evaluadas, excepto para la variable diámetro de tallo y altura de planta. La variedad blanca tiene buenas aptitudes para diámetro de tallo, diámetro de la raíz. Sin embargo, la variedad a seleccionarse por sus características sobresalientes es la variedad amarilla.

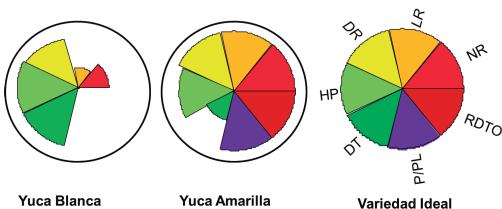


Figura 8. Diagrama de estrella (stars plot) para las variables cuantitativas (rendimiento:RDTO, altura de planta: HP, número de raíz por planta:NR,

peso de la raíz por planta: P/PL, diámetro de tallo:DT y diámetro de la raíz DR) de dos variedades de yuca evaluada en la localidad de San Pablo.

Las variables rendimiento y otras cinco de predicción fueron sometidos al análisis de coeficientes de sendero (Figura 7). Producto del análisis, se logró identificar tres variables con efecto directo sobre la variable dependiente rendimiento. Las variables altura de planta (HP), número de raíz por planta (NR) y peso de la raíz por planta (P/PL*R) influencian directamente en el comportamiento de la variable rendimiento. El mayor efecto es causado por la altura de planta con 75.2 y seguido por el peso de la raíz por planta (P/PL*R) con 71.2. Los efectos indirectos detectados por el path análisis fueron las variables diámetro de tallo (DT) y diámetro de la raíz (DR). Esto significa para términos de mejoramiento que para incrementar los rendimiento también se deben trabajar en el incremento de altura de planta (HP), número de raíz por planta (NR) y peso de la raíz por planta (P/PL*R).

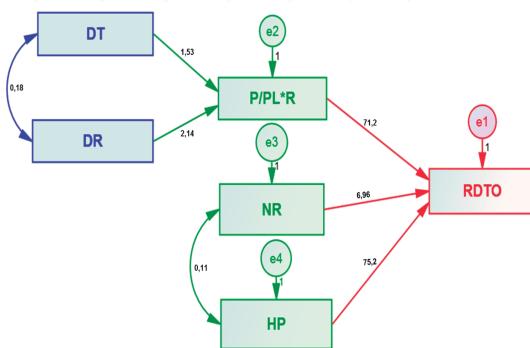


Figura 7. Path análisis para rendimiento (RDTO), las variables directas son altura de planta (HP), número de raíz por planta (NR) y peso de la raíz por planta (P/PL*R) y como indirectas son las variables diámetro de tallo (DT) y diámetro de la raíz (DR), correspondientes a dos variedades de yuca llevado a cabo en la localidad de San Pablo.

4. Conclusiones

La variedad comercial muestra menor altura de planta en comparación con la otra variedad; sin embargo, las variables número de raíces, longitud de raíces, diámetro de raíces y peso por planta de las raíces muestran mayores promedios en comparación con la otra variedad.

Por las variedades estudiadas en base a su variables de respuesta la variedad yuca amarilla alcanzó un rendimiento de $16,94 \text{ t.ha}^{-1}$ y la yuca blanca con una media de $12,33 \text{ t.ha}^{-1}$. También, se identificaron variables que tienen relación directa con el rendimiento y que estos son potenciales para

enfrentar trabajos de mejoramiento.

La mejor variedad para las características de cuantitativas fue la variedad amarilla.

5. Bibliografía

DÍAZ , M. 2005. Características del cultivo de yuca. Cartilla de difusión. 20 p.

FAO 2018. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (en línea). Roma. Actualizado . [Citado 20 noviembre 2019]. <http://www.fao.org/fishery/>

FLORES, F. 1993: Interacción Genotipo Ambiente en Vicia faba L. Tesis Doctoral. E.T.S.I.A.M. Córdoba.

GUACHACMIRA, V. 2014. Fenología del cultivo de yuca . p 25-26.

LENNIS, J.;ALVARADO, A.1991. El cultivo de la yuca en Bolivia . In: Hershey, C.H. (ed.). Mejoramiento genético de la yuca en América Latina . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 3-13. (Publicación CIAT no. 82)

MELLADO, Z. M., et.al .2000. Agricultura técnica. Instituto de investigaciones agropecuarias, INIA.

MÉNDEZ, G. M. 1993. Validación de variedades de yuca. INTA, Managua, Nicaragua. 10 p.

NAVARRO, M. F. 1983. Guía técnica para el cultivo de yuca. Estación Experimental DEAM PAOGETTB. Managua, Nicaragua. p. 7 y 9.

PASTRANA, Félix Esteban; HERALDO S, Alviz and SALCEDO, Jairo G.Respuesta de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a la aplicación de riego en condiciones hídricas diferentes. Acta Agron. [online]. 2015, vol.64, n.1.

ROUANET, J.L. 2005. Rotaciones de cultivos y sus beneficios para la agricultura del sur. Fundación Chile, Santiago, Chile.

TORRES, J. MORENO, N. ONTRERAS, N. 1999 el cultivo de yuca. Maracay. Fondo nacional de investigaciones agrícolas. Centro de investigaciones agropecuarias des estado de Barinas. 28 p.