

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DIEZ VARIEDADES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO - ALTO BENI

Agronomic behavior of ten varieties of Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) in the Experimental Station of Sapecho - Alto Beni

Elizabeth Mayta Riveros¹, Fernando Manzaneda Delgado²

RESUMEN

La región presenta diversidad de suelos y climas para producir yuca, razón por el cual las variedades del Instituto de Investigaciones Agrícolas "El Vallecito"; presentan rendimientos superiores al sistema tradicional de Alto Beni. Campaña agrícola 2019-2020 Estación Experimental Sapecho, departamento La Paz, 410 msnm, Latitud 15°39'27" S, Longitud 67°09'29" O; ensayo sobre el comportamiento agronómico de diez variedades de yuca. Análisis estadístico, Diseño Completamente al Azar, monofactorial, densidad de siembra 1 x 1 metros, 4 repeticiones y 40 unidades experimentales. El requerimiento hídrico, según Valdez y Hernández (2014) es 700 a 1 500 mm bien distribuido; el área registro 1 606.4 mm; infiriendo que ambos factores no afectaron al desarrollo del cultivo. El porcentaje de emergencia promedio es 98.64%. Las mayores alturas alcanzaron V2-Brasil 243.28 cm y V9-Señorita 239.75 cm; menor porte V10-Amarilla criolla 184.9 cm y Huajarajeña 183.3 cm. El mayor diámetro de tallo V9-Señorita 3.78 cm y V3 menor diámetro 2.30 cm. El número de raíces/planta, destacan las variedades Rosadita, Señorita y Brasil, con 14.25, 13.75 y 13.5; y menor cantidad Arrobera y Amarilla criolla con 7 y 5.75 raíces/plantas. Mayor longitud de raíz esta Señorita 42.30 cm y Huajarajeña de menor longitud 15.25 cm. Con mayor peso esta Señorita 2.89 y Brasil 2.55; menor peso Arrobera 1.25 y Amarilla criolla 1.23 kg/planta. Los rendimientos obtenidos son superiores al promedio mundial. Tenemos V9(Señorita) 29.28, V2(Brasil) 26.08, V8(Amarilla) 25.50, V1(Rosadita) 23, V4(Rama verde) 17.68, V7(Reina) 16.98, V3(Huajarajeña) 16.3, V5(Pelecho morado) 15.38, V6(Arobera) 13.05 y V10(Amarilla criolla) con 12.3 t ha⁻¹.

Palabras clave: comportamiento, variedades, *Manihot esculenta* Crantz, trópico.

ABSTRACT

The region has a diversity of soils and climates to produce cassava, which is why the varieties of the Agricultural Research Institute "El Vallecito" show higher yields than the traditional system of Alto Beni. Agricultural campaign 2019 - 2020 Sapecho Experimental Station, Department of La Paz, 410 masl, Latitude 15°39'27" S, Longitude 67°09'29" W; trial on the agronomic performance of ten cassava varieties. Statistical analysis, Completely Randomized Design, monofactorial, planting density 1 x 1 meters, 4 replications and 40 experimental units. The water requirement, according to Valdez and Hernandez (2014) is 700 to 1 500 mm well distributed; the area registered 1 606.4 mm; inferring that both factors did not affect crop development. The average emergence percentage was 98.64%. The greatest heights reached V2-Brasil 243.28 cm and V9-Señorita 239.75 cm; smaller V10-Amarilla criolla 184.9 cm and Huajarajeña 183.3 cm. The largest stem diameter V9-Señorita 3.78 cm and V3 smaller diameter 2.30 cm. The number of roots/plant, the varieties Rosadita, Señorita and Brasil stand out, with 14.25, 13.75 and 13.5; and Arrobera and Amarilla criolla with 7 and 5.75 roots/plant. Señorita had the longest root length 42.30 cm and Huajarajeña the shortest 15.25 cm. The highest weights were Señorita 2.89 and Brasil 2.55; the lowest weights were Arrobera 1.25 and Amarilla criolla 1.23 kg/plant. The yields obtained are higher than the world average. We have V9(Señorita) 29.28, V2(Brasil) 26.08, V8(Amarilla) 25.50, V1(Rosadita) 23, V4(Rama verde) 17.68, V7(Reina) 16.98, V3(Huajarajeña) 16.3, V5(Pelecho morado) 15.38, V6(Arobera) 13.05 and V10(Amarilla criolla) with 12.3 t ha⁻¹.

Keywords: behavior, varieties, *Manihot esculenta* Crantz, tropics.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. emaytariveros@gmail.com

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ffmanzaneda@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es un cultivo muy importante en regiones tropicales del mundo (latitudes menores a los 30°), que va desde el nivel del mar hasta los 1 800 m.s.n.m. si bien el principal producto económico son sus raíces, las hojas de la yuca también tienen un excelente potencial y son extensivamente utilizadas en África y Asia, ya sea para la alimentación humana o animal. La yuca es el cuarto producto básico más importante después del arroz, trigo y maíz, y es un componente básico de la dieta de más de 1 000 millones de personas (FAO/FIDA, 2000).

Es un cultivo muy rustico y resistente a condiciones adversas, puede soportar periodos hasta de tres meses sin lluvia, tiene la capacidad de producir en suelos degradados, es resistente a plagas y enfermedades, tolera suelos ácidos (predominante en la mayoría de las sabanas tropicales del mundo), Sin embargo, no tolera encharcamientos ni condiciones salinas del suelo (Soliz, Olivera, Rafael, & La Rosa, 2012).

En Bolivia existen regiones potencialmente productivas dedicadas al cultivo de la yuca: Beni, Pando, Yungas, Santa Cruz y Chapare. Actualmente se siembran 47 000 ha en todo el país, con un promedio de rendimiento de 14.2 t ha⁻¹. La yuca se siembra en monocultivo principalmente de las regiones de Beni, Pando y Santa Cruz asociada con otro cultivo, en particular con coca, en las regiones de Yungas y Chapare (Lennis & Alvarado, 1991).

Se estima que en Bolivia se producen alrededor 35 000 hectáreas de yuca al año, de las cuales 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 (Sonagua, 2018). Cazas (2012) determinó que el rendimiento promedio del cultivo de yuca en el municipio de Palos Blancos ubicado en la región del Alto – Beni se encuentra alrededor de (26.6 t ha⁻¹)

La introducción de nuevas variedades de yuca en la zona de Sapecho, es un beneficio potencial que ofrecería una alternativa de producción, para la región, esperando así el aumento en los rendimientos y en aprovechamiento del recurso suelo. La principal actividad económica en la región del Alto Beni es la agrícola, el cacao el principal cultivo de la región, por otro lado, se tiene los cultivos secundarios denominados de seguridad alimentaria, de consumo masivo y diario como el arroz, maíz, frejol, plátano y la yuca.

La producción del cultivo de yuca en la región Alto Beniana es muy definida, debido a que existen solo dos variedades cultivadas; la amarilla comercial y la amarilla criolla, generalmente usada para el consumo familiar. Es así que el presente trabajo pretende evaluar el comportamiento agronómico y la adaptabilidad de nuevas variedades, la cual contribuiría a la diversificación de material genético en la zona y así contribuir a la seguridad alimentaria en la

región. Para el cultivo de yuca en Alto Beni no se tiene recomendaciones ni información de variedades que se adapten a la zona, el presente trabajo de investigación tiene como propósito generar información técnica para los agricultores, por ser un producto con una alta demanda, constituyéndose en sustituto del cultivo de la papa, en campañas agrícolas cuando hay adversidades climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental de Sapecho (EES) (Figura 1), de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a 276 km de la ciudad de La Paz, municipio de Palos Blancos, ubicada a 410 m.s.n.m., Latitud 15° 33'00" S y Longitud 66°57'00" O; precipitación promedio de 1 800 mm y una temperatura media de 26 °C (Chipana, 2015).



Figura 1. Vista satelital del área del experimento.

Materiales

El material genético utilizado (esquejes de yuca con 3 a 6 yemas) de tres variedades locales V8 (Amarilla), V9 (Señorita), V10 (Amarilla criolla) y siete variedades adquiridas del Instituto de Investigaciones Agrícolas "El Vallecito" (IIV) de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM), de Santa Cruz de la Sierra: V1 (Rosadita), V2 (Brasil 1), V3 (Hujarajeña), V4 (Rama verde), V5 (Pelecho morado), V6 (Arrobera) y V7 CM 6740-7(Reina).

Metodología

Para la habilitación del área experimental se realizó; limpieza de malezas, talado de árboles maderables jóvenes, limpieza con maquinaria pesada para retirar restos vegetales y nivelación del terreno para obtener un terreno uniforme.

Posteriormente se procedió con la labranza primaria con maquinaria agrícola con arado de vertedera para voltear y desmenuzar la tierra; luego labranza secundaria con rastra de disco para obtener un suelo suelto, nivelado y homogéneo; concluyendo con la delimitación y trazado de la parcela experimental.

Se realizó siembra directa manual colocando los esquejes en los hoyos a una profundidad de 7 a 10 cm, con una pequeña inclinación para evitar el enraizamiento profundo; con distanciamiento entre plantas de 1 por 1 metro. Se realizó un aporque manual a las tres semanas para eliminación de malezas y mejoramiento del camellón del surco, por consiguiente, mayor protección de raíces frente a plagas y daños físicos por quemaduras o verdeo del sol.

Para el control de malezas se realizó métodos mecánicos y labores culturales en 4 sesiones; las plagas fueron controladas con el enmallado de la parcela para evitar el ataque de animales silvestres como el Chancho de monte (*Tayassu pecari*) y roedores como el Sari (*Aguties*) (*Dasyprocta* sp.); seguido de un monitoreo para identificar

las plagas principales y su control oportuno evitando perjuicio al desarrollo normal de las plantas y el rendimiento. La cosecha se la realizó de forma manual, a los nueve meses después de la siembra, las variedades V1, V3, V4, V5, V6, V8, V9 y V10. Las dos variedades V2 y V7) se las cosechó a los doce meses después de la siembra.

La parcela experimental se instaló conducidos con un diseño completamente al azar (DCA) con un factor de estudio (variedades de yuca) con cuatro repeticiones y su respectivo análisis de varianza (ANVA). Para la comparación de medias entre sí, se utilizó la prueba de significancia de rango múltiple de Tukey, a un nivel de confianza de 95%.

Modelo lineal aditivo

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde: X_{ij} = Una observación cualquiera; μ =Media general o poblacional del experimento; α_i = Efecto del i - ésimo tratamiento o variedad de yuca; ϵ_{ij} = Error experimental.

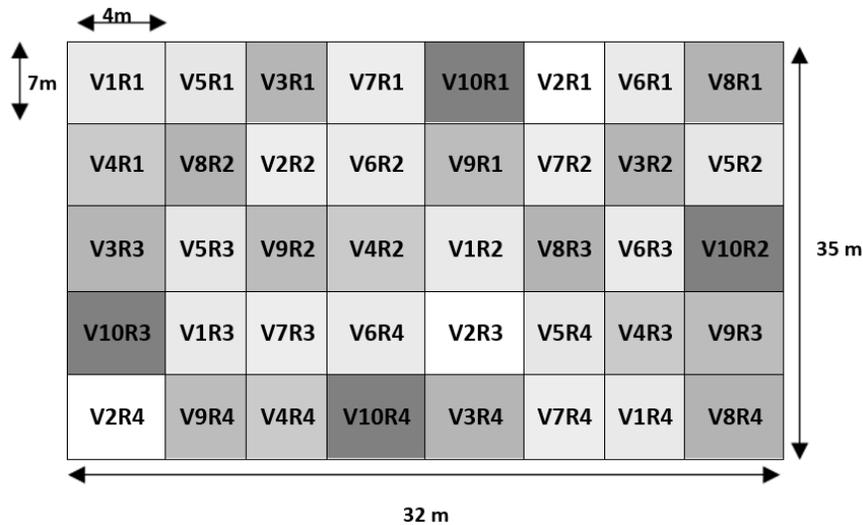


Figura 2. Croquis de campo para el diseño experimental (2020).

Área dimensional del campo Experimental

- Área total : 1 120 m²
- Área de unidad experimental : 28 m²
- Distancia de siembra : 1 x 1 m
- Total de unidades experimentales : 40
- Número de repeticiones : 4
- Niveles de los tratamientos : 10

Variables de respuesta

Agronómicas: Porcentaje de emergencia, Altura de la planta, diámetro de tallo, número de raíces por planta,

Longitud de las raíces, Peso de raíces por planta y Rendimiento de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura (T°)

El análisis del comportamiento térmico, se realizó en base a los datos de las temperaturas máximas, medias y mínimas que se muestra en la figura 3, las condiciones térmicas durante el desarrollo del cultivo durante la campaña agrícola 2019 - 2020.

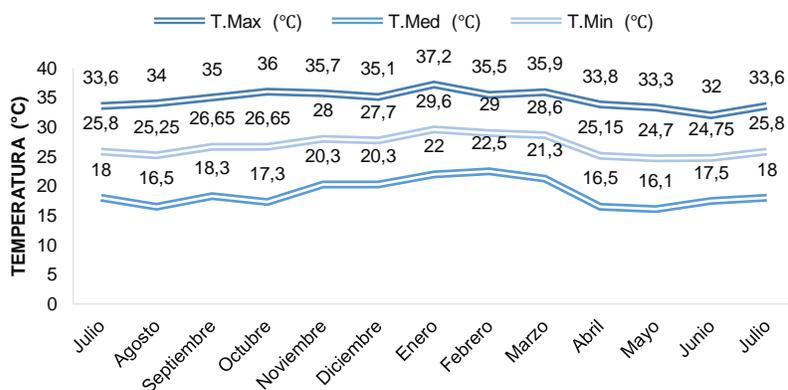


Figura 3. Comportamiento de la temperatura (°C).

Se debe señalar que la zona tuvo un promedio de temperatura máxima anual de 34.83 °C y temperatura mínima de 18.96 °C, así mismo la zona alcanzó una temperatura de 37.2°C como máxima para el mes de enero y una mínima 16.1 °C en los meses de abril y mayo.

Las temperaturas adecuadas para desarrollo del cultivo de yuca, se registraron entre 25 y 30 °C. Temperaturas por debajo de 25 °C tienden a alargar el ciclo de cultivo, debido a la menor producción y tamaño de hojas, además favorecen el ataque de *Cercospora*, que provoca defoliación. En cambio, temperaturas altas, entre 31 y 34 °C aumentan el número de hojas por ramas y su tamaño, pero disminuye su vida útil. Temperaturas por debajo de 16 °C y superiores a los 34 °C detienen el crecimiento de la planta (Montaldo, 1985) citado por (Valdez & Hernández, 2014).

Las temperaturas mínimas de abril, mayo y la máxima del mes de enero (Figura 3) influyen en el lento crecimiento en la variedad Huajarajeña ya que se tuvo un menor número de hojas, poca formación de raíces tuberosas y un menor engrosamiento coincidiendo con los resultados mencionados por Valdez & Hernández, (2014). Sin embargo, las demás variedades, no fueron afectadas en la adaptación a las condiciones ambientales de la región.

Precipitación (mm)

El análisis de precipitación, se realizó en base de datos meteorológicos en la Estación Experimental Sapecho. En la figura 4, se observa el comportamiento de la precipitación registradas durante el estudio durante la campaña agrícola 2019 - 2020.

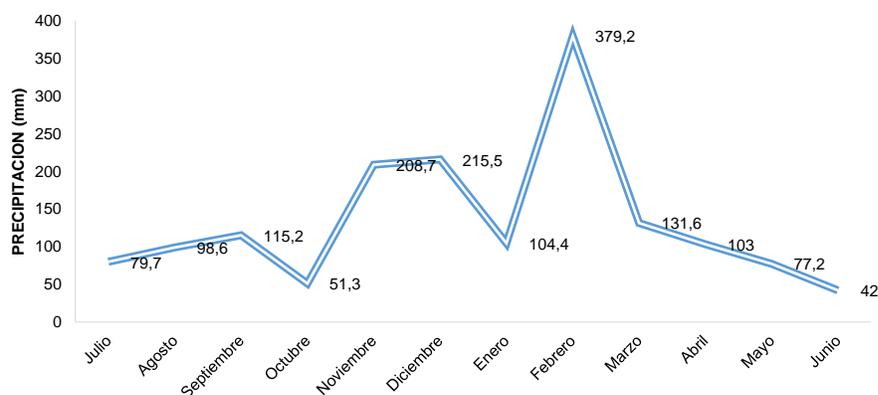


Figura 4. Comportamiento de la precipitación (mm)

Los datos de precipitación en el periodo de la investigación alcanzo un promedio de 1 606.4 mm, mientras que el promedio histórico anual de precipitación oscila alrededor de los 133.87 mm, siendo el mes de febrero el de mayor humedad con 379.2 mm y el mes de junio con la menor humedad con 42 mm. El cultivo de yuca requiere entre 700 y 1 500 mm de lluvia, bien distribuido durante todo el ciclo del cultivo. Aunque muestra tolerancia a niveles inferiores de lluvia en relación a otros cultivos, la falta de humedad en

el suelo provoca amarillamiento, flacidez de los pecíolos y caída prematura de las hojas bajas (Valdez y Hernández, 2014). En periodos prolongados de sequía se produce una disminución del follaje, se forman anillos leñosos en las raíces tuberosas y el rendimiento disminuye considerablemente mientras que en las zonas con exceso de precipitación se presentan pudriciones de las raíces (Lardizábal, 2009).

Porcentaje de emergencia (%)

En la figura 5, observamos el promedio general de emergencia es el 98.64%; las variedades con el 100% viabilidad son la V3 (Hujarajeña), V5 (Pelecho morado), V6 (Arrobera), V8 (Amarilla) y V9 (Señorita); la V1 (Rosadita) y V2 (Brasil 1) con un 99%; la variedad V4 (Rama verde) y V7 (Reina) ambos con 96.4% y la V10 (Amarilla criolla) con el menor porcentaje de emergencia (95.53%).

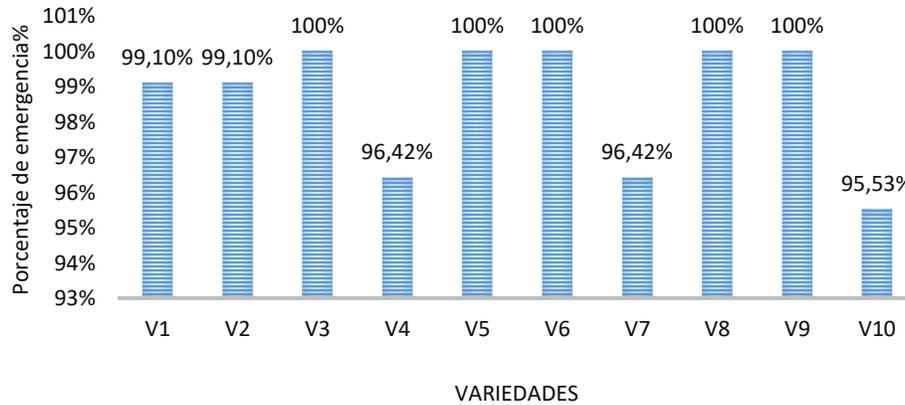


Figura 5. Porcentaje de emergencia.

Según Mantilla, (1984), los porcentajes de emergencia en la propagación vegetativa a partir de estacas provenientes de plantas madre, desde la siembra hasta los 30 días fue de 84.3 y 98.4% para estacas de 5 cm y 20 cm de longitud que contienen entre cinco a siete yemas viables.

Altura de la planta (cm)

En el análisis de varianza, se describen los resultados de las fuentes de variabilidad relacionado a la altura de planta.

Tabla 1. Análisis de varianza para altura de planta

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig.
Tratamiento	17433.94	9	1937.10	91.49	< 0.0001	**
Error	635.20	30	21.17			
Total	18069.14	39				
C.V.		2.18%				

FV: Fuente de Variación. SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Media de los cuadrados, F: Media de los cuadrados del factor, P-Valor: Valor p y CV: Coeficiente de variación

El análisis de varianza, muestra un coeficiente de variación (CV) 2.18%, por tanto, los datos obtenidos y el manejo de campo fueron adecuados (Ochoa, 2008).

Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en lo cual se deduce que existen diferencias respecto altura de planta entre variedades. Se ratifica la aplicación de la prueba medias Tukey.

La prueba Tukey para la variable altura de planta, los promedios obtenidos se diferencian en cuatro grupos, los mayores promedios se registraron con las variedades: Brasil 1 con 243.3 cm, Señorita con 239.8 cm y Rama verde con 235.8 cm de altura de planta a diferencia de los demás tratamientos, desde la siembra mostraron su superioridad, respecto a las otras variedades alcanzaron promedios menores por tanto se agrupan de forma diferenciada, las

variedades con menores promedios observados fueron la Amarilla criolla con 184.9 cm y Hujarajeña con 183.3 cm.

Las alturas de planta de las variedades, Brasil 1 con 243.3 cm, Señorita con 239.8 cm y Rama verde con 235.8 cm de altura de planta, fueron superiores a los obtenidos por García & Baldioceda, (2003) quien obtuvo una altura de planta de 199.75 cm la de mayor altura y la menor altura de 184.25 cm en la variedad Valencia, pero inferiores a los resultados obtenidos por Cepeda (2015) quien obtuvo mayores alturas de 337 cm en la variedad Portoviejo 651 y 324 cm en la variedad Portoviejo 650.

Las diferencias de altura de planta pueden ser atribuidas al sistema de producción, en este caso tradicional y de igual manera a las condiciones climáticas, nutricionales del suelo y a las características genéticas principalmente.

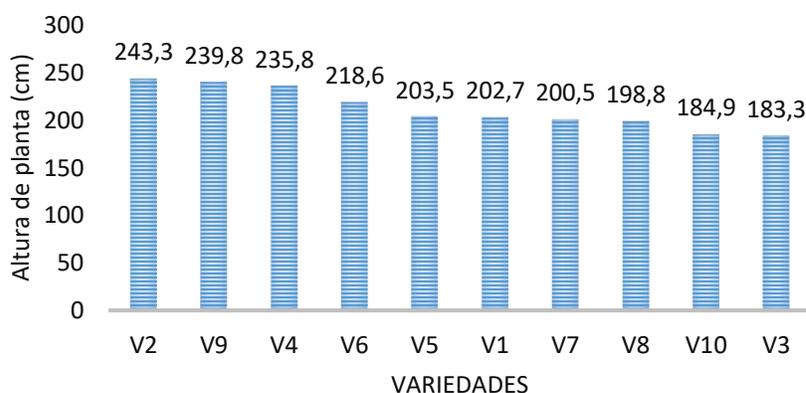


Figura 6: Variable altura de planta.

La figura 6, muestra la altura de planta de mayor a menor se tiene la variedad: Brasil 1 con 243.3 cm; Señorita con 239.8 cm y Rama verde con 235.8 cm; seguida de Arrobera 218.6 cm; el tercer grupo conformada por la variedad Pelecho Morado (203.5 cm); Rosadita (202.7 cm); Reina (200.5 cm) y Amarilla (198.8 cm), mientras que las variedades Amarilla criolla (184.9 cm) y Huajarajeña (183.3

cm) estas dos últimas obtuvieron alturas más bajas.

Diámetro de tallo (cm)

En el análisis de varianza, reporta los resultados de las fuentes de variabilidad del diámetro de tallo.

Tabla 2: Análisis de varianza para diámetro de tallo.

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig.
Tratamiento	10.14	9	1.13	13.48	< 0.0001	**
Error	2.51	30	0.08			
Total	12.65	39				
C.V.	8.78 %					

El análisis de varianza muestra un coeficiente de variación (CV) 8.78 %, demuestra que los datos obtenidos son altamente confiables, catalogados como excelentes (Ochoa, 2008).

Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en lo cual se deduce que existen diferencias con respecto al diámetro de tallo entre las variedades. Se ratifica la aplicación de la prueba Tukey.

La prueba Tukey para la variable diámetro de tallo, se agrupan los promedios obtenidos en dos, de mayor promedio se registró en la V9 (Señorita) con 3.78 cm de diámetro seguidas de V8 (Amarilla) con 3.68 cm, V6 (Arrobera) con 3.58 cm, los restantes promedios alcanzaron un menor diámetro, la variedad con menor promedio observado fue V10 (Amarilla criolla) alcanzando un promedio de diámetro de tallo de 2.33 y V3 (Huajarajeña) con 2.30 centímetros de diámetro respectivamente.

En lo referente a diámetro de tallo de las variedades: el mayor promedio se dio en la V9 (Señorita) con 3.78 cm de diámetro seguidas de V8 (Amarilla) con 3.68cm, V6 (Arrobera) con 3.58 cm, fueron superiores a los obtenidos por Cepeda, (2015) quien obtuvo valores de 3.32 cm en la variedad Portoviejo 651 y 2.81 cm en Portoviejo 650.

Así mismo los diámetros de tallo de las variedades evaluadas fueron superiores a los obtenidos por Chavarría, (2003), quien alcanzó un diámetro de tallo promedio por variedad de 2.39 cm. Como también a los de García & Baldioceda, (2003) quienes obtuvieron un diámetro de tallo de 1.75 cm y 1.57 cm en la variedad Valencia. Los resultados obtenidos en el ensayo son superiores a los obtenidos por los autores citados; estos resultados pueden ser atribuidos a las condiciones nutricionales del suelo y a las características genéticas de las variedades en estudio.

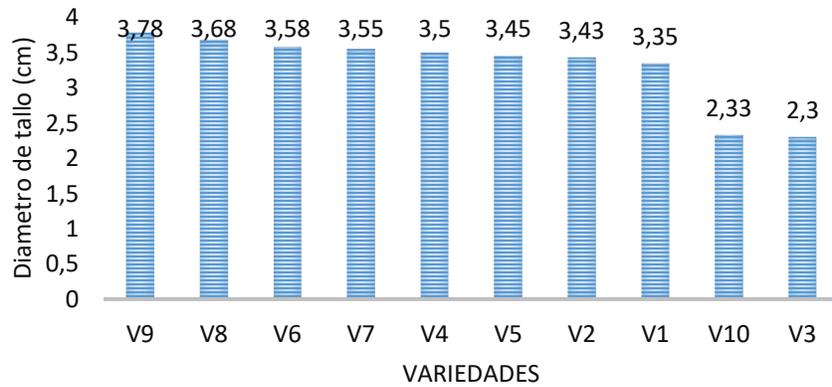


Figura 7: Variable diámetro de tallo.

El análisis de la Figura 7, la V9 (Señorita), presenta mayor diámetro de tallo con 3.78 cm, las variedades V8, V6, V7, V4, V5, V2, y V1 registran desde 3.68 cm hasta 3.35 cm de diámetro respectivamente; mientras que las V10 (Amarilla criolla) y V3 (Huajarajeña), con diámetros bajos con 2.33 y 2.30 cm individualmente.

Número de raíces por planta (No. raíz/planta)

En el análisis de varianza, se describe los resultados de las fuentes de variabilidad de número de raíces por planta.

Tabla 3. Análisis de varianza para número de raíces por planta.

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig.
Tratamiento	307.03	9	34.11	18.69	< 0.0001	**
Error	54.75	30	1.83			
Total	361.78	39				
C.V.	12.96 %					

El análisis de varianza muestra un coeficiente de variación (CV) 12.96 %, demuestra que los datos obtenidos son confiables (Ochoa, 2008). Existen diferencias altamente significativas entre tratamiento. De acuerdo la prueba Tukey, para la variable número de raíces por planta, se agrupan los promedios obtenidos en cinco, la que mayor promedio registró fue la variedad Rosadita con 14.25 raíces/planta, los restantes promedios alcanzaron un menor valor y son agrupados diferenciados estadísticamente, la variedad con menor promedio observado fue la variedad Amarilla criolla alcanzando un promedio de 5.75 raíces/planta considerada de menor productividad.

Los resultados obtenidos en la variedad 1 Rosadita son superiores a los obtenidos por Rojas & Torrez, (2010) quienes obtubieron un promedio general de raíces por planta de 6.76 contra 5.6 obtenido por el testigo. Así mismo los resultados obtenidos en la variedad Rosadita son muy superiores a los obtenidos por García & Baldioceda, (2003) quienes obtuvieron un promedio de número de raíces por planta 3.50 y 5.13 en la variedad Valencia. Los resultados del presente estudio se atribuyen a que, en el momento de la cosecha se tomaron en cuenta todas las raíces, tanto las raíces comerciales como las de descarte.

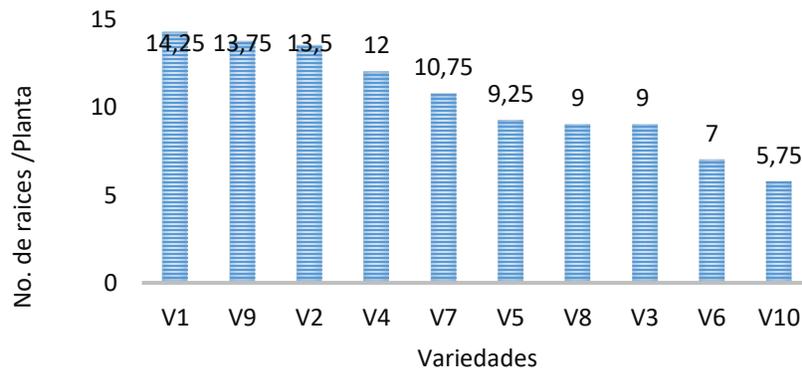


Figura 8. Variable número de raíces por planta (No. de raíces/planta).

La figura 8, la variable número de raíces por planta muestra que la V1 (Rosadita), V9 (Señorita) y V2 (Brasil 1), con 14.25, 13.75 y 13.5 poseen la mayor cantidad de raíces por planta; la sigue la V4 con 12; la V7 con 10.75; V5, V8 y V3 con 9 tubérculos; mientras que la variedad 6 (Arrobera) y variedad 10 (Amarilla criolla), con 7 y 5.75 raíces/plantas respectivamente.

Tabla 4. Análisis de varianza para longitud de raíz (cm)

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig.
Tratamiento	2404.95	9	267.22	14.64	< 0.0001	**
Error	547.55	30	18.25			
Total	2952.49	39				
C.V.	14.45 %					

El análisis de varianza, muestra un coeficiente de variación (CV) 14.45 %, por tanto, los datos obtenidos y el manejo en campo fueron muy buenos (Ochoa, 2008).

Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en lo cual se deduce que existen diferencias con respecto a la longitud de raíz entre las variedades de yuca. Se ratifica la aplicación de la prueba Tukey.

De acuerdo la prueba Tukey para los tratamientos, para la variable longitud de raíz, se agrupan los promedios obtenidos en cuatro grupos, el mayor promedio se registró en la variedad 9 (Señorita) con 42.30 cm al momento de la cosecha, los restantes promedios alcanzaron una longitud

Longitud de la raíz (cm)

En el análisis de varianza, describe los resultados de las fuentes de variabilidad, longitud de la raíz.

menor, donde la variedad con menor promedio observado fue la variedad 3 (Huajarafeña) alcanzando un promedio de longitud de raíz de 15.25 centímetros, considerado de menor tamaño.

Los resultados obtenidos en la variedad Señorita fueron superiores a los obtenidos por Cepeda (2015) quien obtuvo 36.33 cm de longitud en la variedad Portoviejo 650 y 29.66 cm en la variedad Portoviejo 651. Así mismo los resultados obtenidos fueron superiores a los obtenidos por Pérez (2013) quien obtuvo una media de 36.0 cm, que corresponde a la variedad de yuca Arbolito. Por otra parte los resultados obtenidos en la variedad CM 6740-7 Reina y la variedad Brasil 1.

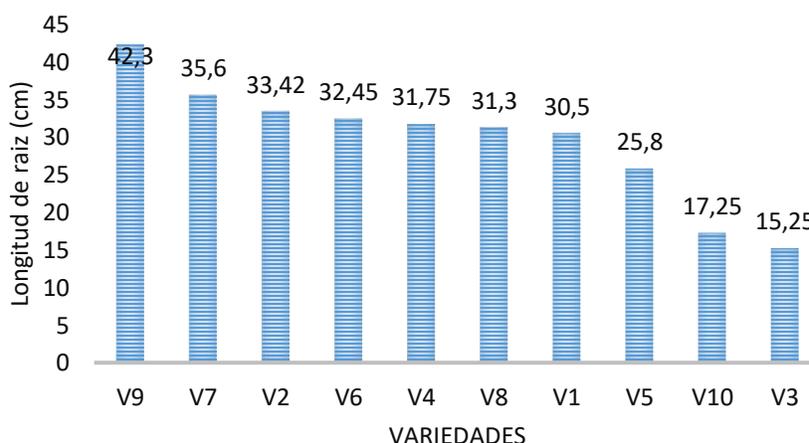


Figura 9. Variable longitud de la raíz.

La variedad 9 (Señorita), es la que presenta mayor longitud de raíz con 42.30 cm, mientras que la variedad 3 (Huajarafeña), presenta una longitud menor con 15.25 cm respectivamente y el grupo intermedio compuesto por las variedades: V7 (Reina con 35.6 cm), V2 (Brasil 1 con 33.42 cm), V6 (Arrobera con 32.45 cm), V4 (Rama verde con 31.75 cm), V8 (Reina con 31.3 cm), V1 (Rosadita con 30.5

cm) y V5 (Pelecho morado con 25.8 cm) (figura 9).

Peso de raíces por planta (kg/planta)

En el análisis de varianza, se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, peso de raíces por planta.

Tabla 5: Análisis de varianza peso de raíces por planta (kg /planta)

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig
Tratamiento	12.34	9	1.37	24.35	< 0.0001	**
Error	1.69	30	0.06			
Total	14.03	39				
C.V.	12.30 %					

El análisis de varianza muestra un coeficiente de variación (CV) 12.30%, por tanto, los datos obtenidos son confiables, catalogados como muy buenos (Ochoa, 2008). Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, se rechaza la hipótesis nula, y se deduce que existen diferencias con respecto al peso de raíces por planta entre las variedades. Se ratifica la aplicación de la prueba Tukey.

La prueba Tukey para los tratamientos, para la variable peso de raíces por planta, se agrupan los promedios en cuatro grupos, de mayor promedio es la V9 (Señorita) con 2.89 kg/planta y la de menor promedio la V7 (CM6740-7

Reina) con 1.69; V3 (Huajarajeña) con 1.58; V5 (Pelecho morado) con 1.54; V6 (Arrobera) con 1.25 y V10 (Amarilla criolla) alcanzando un promedio de 1.23 kg por planta.

Los resultados obtenidos en la variedad Señorita fueron superiores a los obtenidos por Chavarría, (2003) quien obtuvo un promedio de 1.53 kg en la variedad Algodón y 1.26 kg en la variedad Pata de paloma. Así mismo los resultados obtenidos en la variedad Señorita fueron similares a los obtenidos por Mojena & Pascual, (2004) que obtuvieron 2.69 y 2.65 kg en el clon CMC-40.

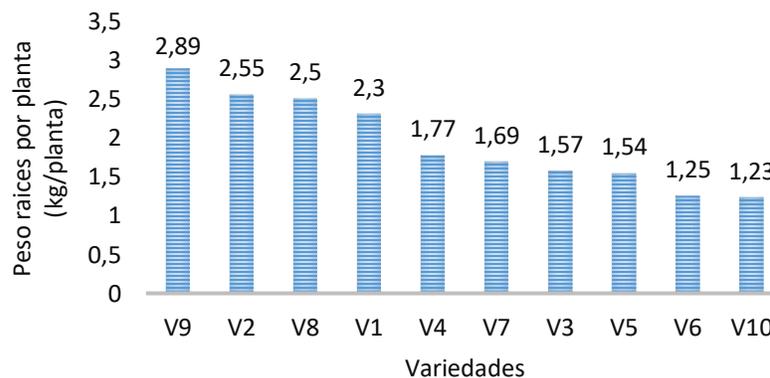


Figura 10. Variable peso de raíces por planta

La figura 10, muestra que la V9 (Señorita), V2 (Brasil 1), V8 (Reina) y V1 (Brasil 1) ocupan los cuatro valores altos de peso de raíces/planta con 2.89, 2.55, 2.5 y 2.3 kg/planta; y el peso más bajo la V6 (Arrobera) con 1.23 y V10 (Amarilla criolla) 1.23 kg/planta. El grupo intermedio V4 (Rama verde con 1.77), V7 (Reina con 1.69), V3 (Huajarajeña con 1.57) y V5 (Pelecho morado con 1.54).

Rendimiento de producción (t ha⁻¹)

En el análisis de varianza, se describen los resultados de las fuentes de variabilidad rendimiento en toneladas por hectárea.

Tabla 6: Análisis de varianza rendimiento de producción (t ha⁻¹)

FV	SC	GL	CM	F	P- Valor	Nivel Sig.
Tratamiento	1271.09	9	141.23	27.82	< 0.0001	**
Error	152.29	30	5.08			
Total	1423.38	39				
C.V.	11.52 %					

El análisis de varianza, muestra un coeficiente de variación (CV) 11.52%, por tanto, los datos obtenidos están catalogados como muy buenos (Ochoa, 2008). Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, se rechaza la hipótesis nula, se deduce que existen diferencias con respecto al rendimiento entre las variedades. Se ratifica la aplicación de la prueba de medias Tukey.

De acuerdo la prueba Tukey para los tratamientos, para la variable rendimiento en toneladas por hectárea, se agrupan los promedios obtenidos, el mayor rendimiento es la variedad 9 (Señorita) con 29.28 t ha⁻¹, las demás variedades alcanzaron un promedio menor por tanto se agrupan estadísticamente de forma diferenciada, la variedad con menor promedio observado fue la variedad 10.

(Amarilla criolla) alcanzando un promedio de 12.28 t ha⁻¹. Los resultados obtenidos en la variedad Señorita fueron superiores a los obtenidos por García & Baldiodeda, (2003) quienes obtuvieron un rango de rendimiento que varía desde 24.26 t ha⁻¹ hasta 27.75 t ha⁻¹ en la variedad Valencia. El rendimiento de la variedad Señorita fueron similares a los obtenidos por Cepeda, (2015) quien obtuvo un rendimiento de 29.81 t ha⁻¹, en la variedad Portoviejo 650, pero inferiores a los obtenidos por Pérez (2013) del

cual sus rendimientos oscilaron entre 19.97 a 54.29 (t ha⁻¹) en las variedades Valencia, Arbolito y Mangi. Así mismo los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por el CIAT; Mejía, (2019) menciona que se logró producir hasta 30 t ha⁻¹ en parcelas demostrativas. Estos resultados pueden ser atribuidos principalmente al buen manejo, condiciones climáticas, nutricionales del suelo y a las características genéticas de las variedades.

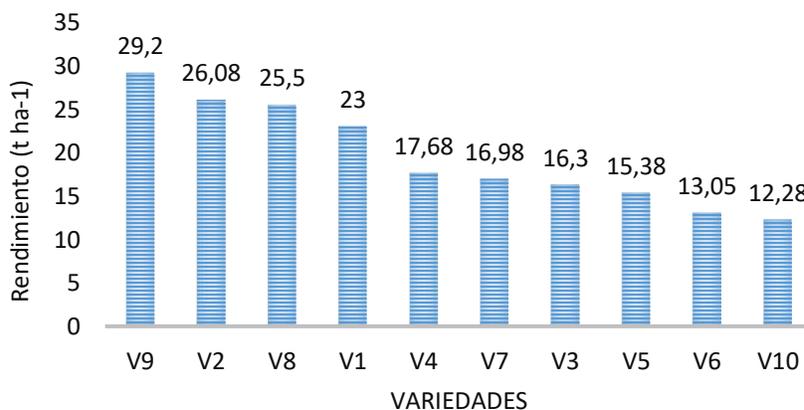


Figura 11: Variable rendimiento (t ha⁻¹).

La figura 11, indica los rendimientos de producción, en orden decreciente se tiene a la V 9 (Señorita) con 29.28 t ha⁻¹, la V2 (Brasil 1) 26.08 t ha⁻¹, V8 (Amarilla) 25.50 t ha⁻¹, V1 (Rosadita) 23 t ha⁻¹, V4 (Rama verde) 17.68 t ha⁻¹, V7 (Reina) 16.98 t ha⁻¹, V3 ((Huajarajeña) 16.3 t ha⁻¹, V5 (Pelecho morado) 15.38 t ha⁻¹, V6 (Arrobera) 13,05 t ha⁻¹ y la V10 (amarilla criolla), con el rendimiento más bajo 12.3 t ha⁻¹ respectivamente.

CONCLUSIONES

El factor clima en el área de investigación, no presenta problemas en el desarrollo de la planta, asumiendo que la temperatura y el requerimiento de agua contemplan los requerimientos mínimos del cultivo.

En promedio general de porcentaje de emergencia es 98,64% de las diez variedades evaluadas son categorizadas como esquejes de excelente calidad.

La máxima altura alcanzada es la variedad Brasil 1 con 243.28 cm; Señorita con 239.75 cm y Rama verde con 235.83 cm; seguida de Arrobera 218.6 cm; el tercer grupo conformada por la variedad Pelecho Morado (203.5 cm); Rosadita (202.7 cm); Reina (200,5 cm) y Amarilla (198.82 cm) y de porte bajo las variedades Amarilla criolla (184.9 cm) y Huajarajeña (183.3 cm).

El mayor diámetro de tallo alcanzado es la V9 (Señorita) con 3.78 cm, continúan las variedades V8, V6, V7, V4, V5, V2 y V1 desde un rango de 3.68 cm hasta 3.35 cm de diámetro respectivamente; mientras que las V10 (Amarilla

criolla) y V3 (Huajarajeña), poseen los diámetros bajos con 2.33 y 2.30 cm individualmente.

La cantidad mayor del número de raíces/planta, se tiene a la V1 (Rosadita), V9 (Señorita) y V2 (Brasil 1), con 14.25, 13.75 y 13.5 respectivamente; seguida de la V4 con 12; la V7 con 10.75; V5, V8 y V3 con 9 tubérculos; y las de menor cantidad están la variedad 6 (Arrobera) y variedad 10 (Amarilla criolla), con 7 y 5.75 raíces/plantas.

La variedad que presenta mayor longitud de raíz es la V9 (Señorita) con 42.30 cm y la V3 (Huajarajeña), presenta la longitud menor con 15.25 cm; el grupo intermedio compuesto por las V7 (Reina con 35.6 cm), V2 (Brasil 1 con 33.42 cm), V6 (Arrobera con 32.45 cm), V4 (Rama verde con 31.75 cm), V8 (Reina con 31.3 cm), V1 (Rosadita con 30.5 cm) y V5 (Pelecho morado con 25.8 cm).

Los valores altos de peso de raíces kg/planta se tiene a la V9 (Señorita), V2 (Brasil), V8 (Amarilla) y V1 (Rosadita) con 2.89; 2.55; 2,5 y 2.3 kg/planta, los pesos más bajo son la V6 (Arrobera) con 1.23 y V10 (Amarilla criolla) 1.23 kg/planta. El grupo intermedio V4 (Rama verde con 1.77), V7 (Reina con 1.69), V3 (Huajarajeña con 1.57) y V5 (Pelecho morado con 1.54) de kg/planta.

Los rendimientos de producción obtenidos se encuentran por encima del promedio mundial, en primer lugar Variedad 9 (Señorita) con 29.28 t ha⁻¹, la V2 (Brasil) 26.08 t ha⁻¹, V8 (Amarilla) 25.50 t ha⁻¹, V1 (Rosadita) 23 t ha⁻¹, V4 (Rama verde) 17.68 t ha⁻¹, V7 (Reina) 16.98 t ha⁻¹, V3 (Huajarajeña) 16.3 t ha⁻¹, V5 (Pelecho morado) 15.38 t ha⁻¹, V6 (Arrobera)

13,05 t ha⁻¹, la V10 (amarilla criolla) y 12.3 t ha⁻¹, aun considerando el rendimiento más bajo; está por encima del rendimiento mundial (9 t ha⁻¹).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Brenes, E. 2016. El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) , 2016. San José, Costa Rica.
- Álvarez, E. & Mejía, J. 2004. Super alargamiento de la yuca. Boletín CIAT-CLAYUCACHEMONICSUSAID. Cali , Colombia.
- Bellotti, AC; Herrera Fernandez, CJ; Melo Molina, EL; Arias, B; Gerrero, JM. & Hernandez, MP. 2009. Control de plagas en el cultivo de la yuca: ácaros y mosca blanca. Centro de raízés e amidos tropicais (CERAT), 1 - 4.
- Ceballos, H. & Cruz, GA. 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. 1734. Cali, Colombia.
- 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 C. Cali, Colombia.
- Cepeda Lara, HO. 2015. Evaluación de tres variedades de yuca (*Manihot esculenta*) con tres densidades de siembra". Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8253>
- Chavarria Medina, E. 2003. Evaluación agronómica de siete variedades de yuca, (*Manihot esculenta* Crantz) en las condiciones del municipio de nueva guinea/nicaragua 2002. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía, Departamento de Produccion Vegetal. Obtenido de https://repositorio.una.edu.ni/view/creators/Chavarr=E_Da_Medina=3AEusebio=3A=3A.html
- Chipana Machaca, G. 2015. Comportamiento Agronómico de ocho variedades de soya (*Glycine max*) en relación las tres densidades de siembra, en la estación experimental de Sapecho Alto Beni. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Facultad de Agronomía, UMSA.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, Mexico). 1988. La formulacion de recomendaciones a partir de datos agronomicos: un manual metodologico de evaluacion economica. Mexico: CIMMYT. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1063>
- CUMAT/CUTESU (Capacidad de Uso Mayor de la Tierra). 1985. Capacidad de uso mayor de la Tierra, proyecto Alto Beni: informe técnico. La Paz, Bolivia. 146 p.
- Domínguez, CE. 1981. Morfología de la planta de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CO. 41 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, Italia). 2016. Identification of indicators for evaluating of sustainable animal diets. Animal Production and Health Working Paper. v.15. Roma, Italia.
- FAO/FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola/Organismo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion). 2000. La economía mundial de la yuca: hechos, tendencias y perspectivas. Roma, Italia.
- García, JR. & Baldioceda, C. 2003. Efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento de raíces tuberosas de yuca (*Manihot esculentum* Crantz) variedad Valencia. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, UNA. Facultad de Desarrollo Rural. Recuperado el 29 de Enero de 2021, de <https://repositorio.una.edu.ni/774/1/tnf01g216s.pdf>
- Hernández Flores, L. 2014. Manejo integrado del cultivo de yuca en el Caribe colombiano (en línea). Cali, Colombia. Recuperado el 16 de jul. de 2016, de <http://es.slideshare.net/libardoeflorez/manejo-integrado-del-cultivo-de-la-yuca-en-elcaribe-colombiano>
- Herrera, F; Velasco, C; Denen, H; & Radulovich, R. 1994. Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CIAT.
- Jorge, Ma. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: yuca. In Dulloo ME; Thormann, I; Jorge; MA. and Hanson, J. editors. Crop specific regeneration guidelines [CDROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP). Roma, Italia. 10 p.
- Lardizabal, R. 2009. Manual de producción: producción de yuca Valencia (en línea). 27 p. Tegucigalpa, Honduras, MCA-Honduras/EDA. Consultado 16 jul. 2016. ¿Disponible en http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/77/EDA_Manual_Produccion_Yuca_06_09.pdf?sequence=1.
- Mantilla, J. 1984. Propagacion de yuca (*Manihot esculenta* Crantz): Alternativa para incrementar la tasa de multiplicacion. Sidalc.net Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.
- MDRYT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Bolivia. 2011. Compendio Agropecuario, Cauthin, Marielle ed., v. 528). La Paz, Bolivia.
- Mejía, JC. 21 de Feb. 2019. Publiagro. Obtenido de <https://publiagro.com.bo/2019/02/cultivo-de-la-yuca/>
- Mojena, M., & Pascual Bertolí, M. (2004). Rendimiento en la yuca (*Manihot esculenta*) en diferentes arreglos espaciales. gromía Costarricense, 90-93.
- Montaldo, A. 1985. La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José, Costa Rica.
- Ochoa Torrez, R. 2008. Diseños Experimentales. La Paz-Bolivia: Facultad de Agronomía.
- Ospina, B., & Ceballos, H. (2002). La yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali,

- Colombia: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal, Palos Blancos). 2012. La Paz, Bolivia: USAID.
- Rojas, M; Torrez, E. 2010. Efecto de tres abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) el Plantel, Masaya, 2007. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, UNA. Facultad de Agronomía. Trabajo de graduación. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35165907.pdf>
- Soliz, R., Olivera, J., Rafael, S., & La Rosa, L. (2012). Propagación in vitro de Carica papaya var. PTM-331 a partir de meristemas apicales. Universidad Nacional Federico Villareal- Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
- Sonagua, C. (20 de Marzo de 2018). Todos con Bolivia. Obtenido de <https://todosconbolivia.org/2018/03/20/60-variedades-de-yuca-en-el-vallecito/>
- Torres Vargas, LA. 2010. Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Obtenido de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/670>
- Unterladstaetter Knorn, RA. 2005. Cultivos para los llanos cálidos de Bolivia. ed. Lewy libros. 1ª edición. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 284 p.
- Vaca Lopéz, VH. 28 de Sep. 2020. Características de las variedades de yuca del banco de germoplasma. (entrevista). Santa Cruz, Bolivia, IIA El Vallecito.
- Valdez, J. & Hernández, R. 2014. Guía técnica para la producción de yuca. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo.
- Vargas, M. 1997. Caracterización botánica de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). IIA (Instituto de Investigaciones Agraria "El Vallecito"). UAGRAM. Santa Cruz, Bolivia.
- _____. 1998. Cultivo de la yuca. Programa raíces y tubérculos. IIA (Instituto de Investigaciones Agraria "El Vallecito") UAGRAM, Santa Cruz, Bolivia.
- Villarreal Almaraz, J. 1998. Manual práctico para la interpretación de suelos en laboratorio. Cochabamba-Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, AGRUCO, Agroecología Universidad Cochabamba.

Artículo recibido en: 10 de enero del 2023

Aceptado en: 19 de agosto del 2023