



Efecto de la fertilización química en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Effect of chemical fertilization on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Santo Domingo de los Tsáchilas.

Efeito da fertilização química na mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Santo Domingo de los Tsáchilas.

Jácome Gómez Leonardo Rafael
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Santo Domingo, Ecuador
leonardojacome@tachila.edu.ec
orcid.org/0000-0003-0635-8727

Carrillo Cruz Adriana Isabel
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Santo Domingo, Ecuador.
adrianacarrillo@tsachila.edu.ec
orcid.org/0000-0003-2694-3325

Fecha de recepción: 19/ Octubre/2020
Fecha de aceptación: 15/ noviembre /2020
Fecha de publicación: 27/diciembre /2020

ISSN:2600–5557/volumen 3/ Número 2 /diciembre-2020/pp.87- 98

Como citar:

Jácome, L. Carrillo, A. (2020). Efecto de la fertilización química en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Revista de Investigación Científica TSE´DE*, 3(2), 87-98

Resumen

Una adecuada fertilización es crucial para incrementar el rendimiento y la calidad de raíces tuberosas de yuca. El objetivo fue evaluar el comportamiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de la variedad valenciana, a la aplicación edáfica de fertilizantes en las condiciones agroecológicas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los tratamientos evaluados fueron fertilizantes químicos: T1: 10-30-10; T2: 15-15-15; T3: Mezcla de fertilizantes simples; T4: 17-11-18-3 (yaramila complex), T5: 15-3-20-3 (novatec premium) y T6: sin fertilización. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por un surco de 30m de largo. Se encontraron efectos ($P < 0.05$) en las variables rendimiento de raíces tuberosas y en desperdicio de producto. Con la aplicación del fertilizante 15-15-15 se obtuvo los mejores resultados de producción con 4,95 kg.planta⁻¹, con 6,13 raíces tuberosas comerciales y el desperdicio más bajo de 15,40%.

Palabras Claves: Fertilizante, raíces tuberosas, rendimiento y yuca.

Abstract

Adequate fertilization is crucial to increase the yield and quality of tuberous cassava roots. The objective was to evaluate the behavior of the cassava cultivation (*Manihot esculenta* Crantz) of the Valencian variety, to the edaphic application of fertilizers in the agroecological conditions of Santo Domingo de los Tsáchilas. The evaluated treatments were chemical fertilizers: T1: 10-30-10; T2: 15-15-15; T3: Mix of simple fertilizers; T4: 17-11-18-3 (yaramila complex), T5: 15-3-20-3 (novatec premium) and T6: without fertilization. A randomized complete block design with four repetitions was used; the experimental unit consisted of a 30m long furrow. Effects ($P < 0.05$) were found in the variables tuberous root yield and product waste. With the application of the 15-15-15 fertilizer, the best production results were obtained with 4,95 kg.plant⁻¹, with 6,13 commercial tuberous roots and the lowest waste of 15,40%.

Key Words: Fertilizer, tuberous roots, yield and cassava.

Resumo

A fertilização adequada é crucial para aumentar o rendimento e a qualidade das raízes tuberosas da mandioca. O objetivo foi avaliar o comportamento da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), da variedade valenciana, à aplicação edáfica de fertilizantes nas condições agroecológicas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Os tratamentos avaliados foram fertilizantes químicos: T1: 10-30-10; T2: 15-15-15; T3: Mistura de fertilizantes simples; T4: 17-11-18-3 (complexo de yaramila), T5: 15-3-20-3 (novatec premium) e T6: sem fertilização. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por sulco de 30m de extensão. Efeitos ($P < 0,05$) foram encontrados nas variáveis produção de raízes tuberosas e desperdício de produto. Com a aplicação do fertilizante 15-15-15, os melhores resultados de produção foram obtidos com 4,95 kg.planta⁻¹, com 6,13 raízes tuberosas comerciais e o menor desperdício de 15,40%.

Palavras-chave: Fertilizante, raíces tuberosas, productividad e mandioca.

Introducción

El cultivo de la yuca tiene una gran importancia para la seguridad alimentaria, constituyéndose un alimento básico, además de una fuente de generación de ingresos de las familias rurales (Perez *et al.* 2019; Suárez y Mederos, 2011). Es el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y es un componente básico en la dieta de más de 1000 millones de personas, por su gran diversidad de usos, tanto sus raíces como sus hojas pueden ser consumidas por humanos y animales de maneras muy variadas (Ceballos, 2002; Aguilera, 2012).

La fertilización se realiza para recuperar, sostener y aumentar la productividad de los suelos y para aumentar el rendimiento y la calidad del cultivo de yuca. La fertilización puede ser química u orgánica, por lo que es necesario realizar un diagnóstico del suelo, para conocer el nivel crítico de nutrientes y la respuesta del cultivo a la fertilización; en general los fertilizantes químicos se aplican a los 30 y 90 días después de la siembra, utilizándose fertilizantes de alta solubilidad en suelos arenosos (FAO, 2007).

Una adecuada fertilización es crucial en la producción del cultivo de yuca, extrae grandes cantidades de nutrientes en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para producir una tonelada de raíces frescas, principalmente nitrógeno (4,42), potasio (3,58), calcio (1,36) y magnesio (0,82); en muchas ocasiones se realizan continuamente siembras y no se fertiliza adecuadamente, obteniendo una disminución considerable en el rendimiento y la calidad del producto. La tasa de absorción y acumulación de nutrientes durante los dos primeros meses es lenta y se incrementa a partir del segundo mes hasta los cuatro meses, finalmente la absorción de nutrientes decrece o puede mantenerse

constante hasta la culminación del ciclo del cultivo (Aguilar *et al.*, 2017). El nitrógeno es el nutriente que más influye en el rendimiento de raíces y follaje, siguiéndole el potasio, existe una alta correlación entre el crecimiento y volumen de la masa verde con el rendimiento de raíces, aunque los índices de cosecha sean menores (Barbona, 2003).

Los rendimientos en el cultivo de yuca difieren de una zona a otra, por factores que influyen en los niveles de producción; según Hinojosa (1995) estos varían de acuerdo al hábito de crecimiento del clon y de la fertilidad del suelo, se busca incrementar los rendimientos de t.ha⁻¹ aumentando la densidad de plantación y a la vez cubrir el suelo y el cierre del campo por las plantas.

En Ecuador existe escasa información en este campo que permita incrementar los rendimientos en esta zona, planteándose como objetivo evaluar el efecto de la fertilización química en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Granja Experimental “Mishili”, del Instituto Superior Tecnológico Calazacón, ubicada en la ciudadela del chofer, en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador; en las coordenadas UTM: X= 699485, Y= 9966724 y Z= 492; con una precipitación anual promedio de 2658 mm, temperatura media de 22,8°C, humedad relativa de 88% (Climate-data.org, 2020); con un suelo de textura franco arenosa, en forma general es un suelo de buenas características químicas y físicas para el cultivo de yuca (tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelo del área de investigación *

Parámetro	Valor	Descripción	Parámetro	Valor	Descripción
pH	5,38		Zn	10,30 ppm	Alto

Conductividad eléctrica	0,21 ds·m ⁻²	No Salino	Mn	5,40	Medio
Materia orgánica	4,52%	Medio			
	ppm			meq/100g	
NH ₄	23,86	Bajo	K	0,27	Medio
P	6,04	Bajo	Ca	3,00	Bajo
S	5,97	Medio	Mg	0,58	Bajo
Cu	4,50	Alto	Ca/Mg	5,17	Alto
B	0,38	Medio	Mg/K	2,15	Bajo
Fe	118,4	Alto	(Ca+Mg)/K	13,26	Óptimo

*: Profundidad 20 cm.

Fuente: Reporte de resultados AGROLAB laboratorio de suelos.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un surco de yuca de 30m de longitud; con un área efectiva de 20 plantas de yuca. Los tratamientos evaluados fueron cinco fertilizantes químicos sólidos de mezcla física y química (tabla 2).

Las variables repuestas evaluadas fueron: altura de bifurcación, la cual se midió con una cinta métrica desde la base del suelo hasta la primera bifurcación; número de raíces tuberosas por planta, en donde se determinó el número de raíces totales por planta, para luego separar las raíces comerciales (mercado) y las no comerciales (desperdicio). De acuerdo a Aguilar, (2017), se puede considerar las siguientes características para clasificar las raíces tuberosas para el consumo fresco: Diámetro de 4 a 10 cm, longitud de 20 a 40 cm, relativamente recta, ausencia de quebraduras, sin daños mecánicos y libre de manchas u hongos; peso de raíces tuberosas por planta (kg.planta⁻¹) basados en la clasificación descrita; Porcentaje de desperdicio de raíces tuberosas por planta, para este registro se obtuvo del peso total de raíces tuberosas descontando el peso de raíces tuberosas comerciales transformado en porcentaje; rendimiento total y comercial.

Tabla 2. Tratamientos a evaluarse en fertilización de yuca.

Tratamientos	Concentración N-P-K-Mg	Nombre comercial	Tipo de Mezcla del Fertilizante	Cantidad aplicada kg/ha	Cantidad aplicada g/planta
T ₁	10-30-10	10-30-10	Física	1129	85
T ₂	15-15-15	Triple 15	Física	752	56
T ₃	Mezcla Fertilizantes	Urea, DAP, Muriato K, Sulfato Mg	Física	387	30
T ₄	17-11-18-3	Yaramila Complex	Química	664	50
T ₅	15-3-20-1	Novatec Premium	Química	564	42
T ₆	Testigo	Sin Fertilizante	N.A.	0	0

El análisis estadístico se realizó a través de un análisis de varianza del software InfoStat versión libre (Universidad Nacional de Córdoba). El estudio de las interacciones se realizó a través de la prueba de Tukey al 5%.

Manejo del experimento: La preparación del terreno se realizó una semana antes de la siembra realizando un pase de arado y dos pases de rastra y para el surcado en forma manual; con la finalidad de desinfectar el material a sembrar se sumergió en una mezcla para 100L de agua, 500g de Carboxín con Captan + Benfuracarb 500 mL. Posteriormente se realizó la siembra utilizando una estaca por sitio a una distancia de 1,50m entre surcos y 1m entre plantas. Como material experimental se utilizaron estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del genotipo valenciana, caracterizado por tener hojas de color verde intenso, peciolo verde-morado, las raíces con un peridermis de color oscuro, pulpa blanca y esclerénquima de color morado; con un periodo a la cosecha de 10 a 12 meses, con rendimientos superiores a 25 t.ha⁻¹ y utilizada para consumo fresco (Hinojosa *et al.*, 2014).

La fertilización se efectuó a los 30 y 90 días después de la siembra, a la corona con la aplicación y dosis de cada tratamiento establecido. Para el control de malezas se realizó manualmente con la utilización de una desbrozadora y machete. Con respecto a plagas se presentó ataques leves de gusano cachón (*Erinnyis ello*) y

mosca de la agalla (*Jatrophobia brasiliensis*) en la etapa inicial del cultivo que no incidieron económicamente (INIAP, 2020).

La cosecha se realizó en forma manual a los 330 días de edad del cultivo, cosechándose manualmente las plantas seleccionadas de cada parcela para su evaluación.

Resultados y discusión

La altura de la bifurcación de la planta de yuca no tiene ningún efecto sobre el rendimiento, es un carácter específico para cada variedad, de acuerdo a los resultados no se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en los tratamientos en estudio como se refleja en la tabla 3, presentando mayor altura el tratamiento con la aplicación de 15-15-15 con 31,69cm. Resultados que concuerdan con Streck *et al* (2014), quienes reportaron datos sin diferencia estadística en los tratamientos aplicados por las características del genotipo de yuca.

No se presenta significación estadística en el número de raíces tuberosas comerciales (mercado) y las no comerciales (desperdicio) en la tabla 3; obteniéndose el mayor número raíces tuberosas comerciales por planta con la aplicación del fertilizante de mezcla química 17-11-18-3, con 6,63 raíces. De acuerdo a Aguilar (2017), se puede considerar las siguientes características para clasificar las raíces tuberosas para el consumo fresco (mercado): Diámetro de 4 a 10 cm, longitud de 20 a 40 cm, relativamente recta, ausencia de quebraduras, sin daños mecánicos y libre de manchas u hongos.

El rendimiento comercial de raíces tuberosas fue influenciado significativamente, ubicándose con el mayor rendimiento el fertilizante 15-15-15 con 32,99 t.ha⁻¹ con amplia diferencia sobre el testigo sin fertilizante con 18,24 t.ha⁻¹ de rendimiento y el

mayor desperdicio con 27,37% (tabla 3). El máximo crecimiento en la acumulación de nutrientes ocurre entre los dos y cuatro meses después de la siembra, por lo que extrae grandes cantidades de N, K y Ca; con las aplicaciones moderadas de NPK se incrementó notablemente rendimiento de yuca (Cadavid, 2008).

Tabla 3. Altura de bifurcación (cm), número de raíces comerciales, rendimiento comercial y desperdicio (%) de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a los 330 días de siembra.

Tratamientos	Altura Bifurcación Tallo (cm)	N° Raíces Comerciales /Planta	N° Raíces Desperdicio /Planta	Rendimiento Raíces t/ha	Producción Desperdicio Raíces (%)
10-30-10	24,94	6,31	3,88	24,37 ab	17,85 ab
15-15-15	31,69	6,13	4,69	32,99 a	15,40 a
Fert. Simples	30,63	6,19	5,19	28,50 ab	16,23 a
17-11-18-3	31,25	6,63	4,13	30,05 ab	16,19 a
15-3-20-3	27,13	5,75	4,00	26,42 ab	15,28 a
Sin Fertilizante	28,00	4,88	4,56	18,24 b	27,37 b
C.V.%	19,94	16,11	19,73	17,82	19,45
<i>p-valor ANOVA</i>					
<i>Fertilizantes</i>	0,6646NS	0,2181NS	0,5020NS	0,05*	0,015**

NS No significativo al 5%; * Significativo al 5% y ** Significativo al 1% de probabilidades de error.

^{1/} Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente con Tukey al 5% de probabilidades de error.

Con la aplicación de la mezcla de fertilizantes simples en base al requerimiento del cultivo de yuca, se observa el mayor número de raíces tuberosas con 11,38 raíces.planta⁻¹ superior al testigo con 9,44 raíces (gráfico 1); obteniéndose el mayor número de raíces tuberosas comerciales con el fertilizante 17-11-18-3; por tratarse de un fertilizante de mezcla química que actúa de mejor manera en la absorción de las plantas.

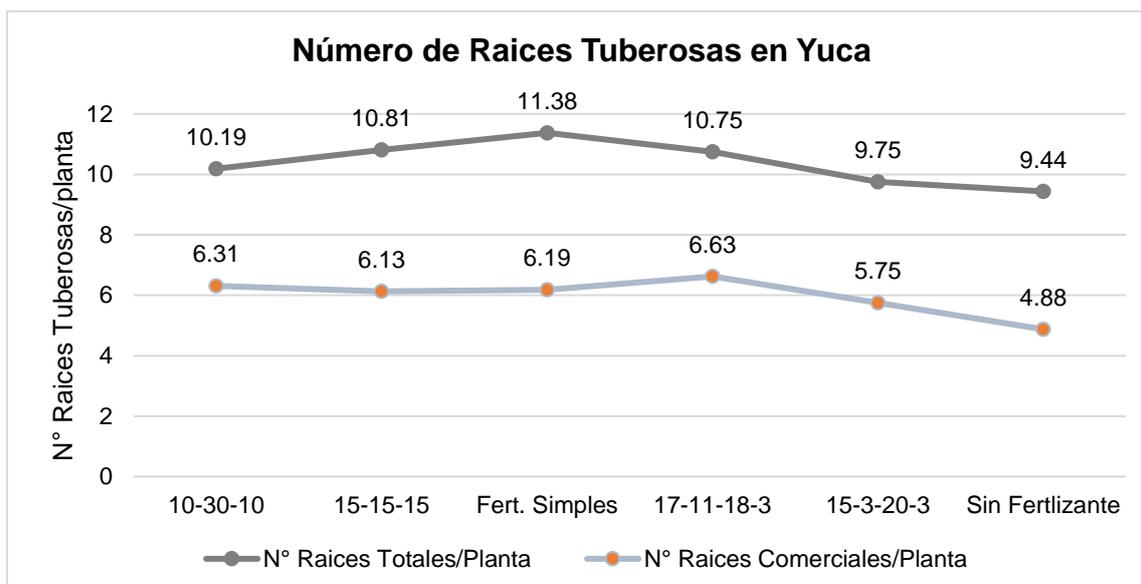


Gráfico 1. Número de raíces tuberosas totales y comerciales de yuca.

El mayor peso de raíces tuberosas comerciales por planta lo presentó el fertilizante 15-15-15 con $4,95 \text{ kg.planta}^{-1}$ (gráfico 2) con $2,21 \text{ kg.planta}^{-1}$ superior al testigo sin fertilización. Pérez, (2018) manifiesta que los suelos más pobres en nutrientes presentan un efecto significativo en la fertilización de NPK, incrementando su producción; ya que la acumulación de biomasa es directamente proporcional a la concentración de NPK. Ospina y Cevallos (2002) indican que las diferentes respuestas de la yuca a la aplicación de fertilizantes han tenido un efecto benéfico mejorando la producción y recuperación de la fertilidad del suelo; ya que es frecuente y común sembrar la yuca sin uso de fertilizantes, pero se conoce que la planta responde positivamente a la fertilización en forma racional y ajustada a las necesidades de cada región, donde se pueden alcanzar rendimientos óptimos con el empleo de prácticas adecuadas de fertilización.

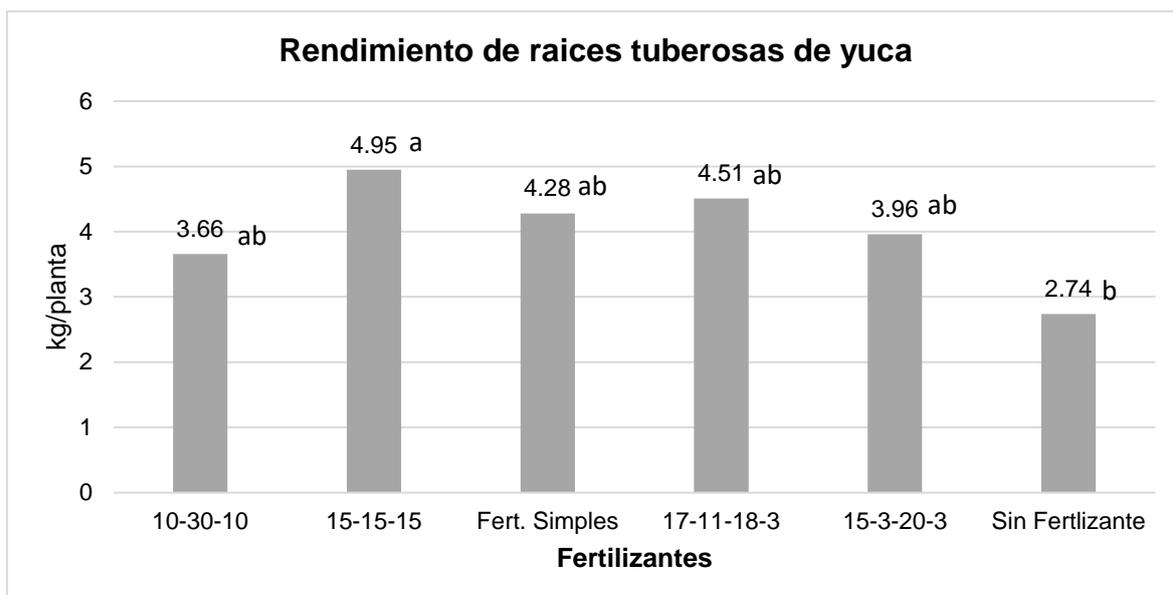


Gráfico 2. Rendimiento de raíces tuberosas de yuca por planta.

Conclusiones

El mayor rendimiento de raíces tuberosas comerciales de yuca se obtuvo con la aplicación del fertilizante químico de concentración balanceada 15-15-15 con 32,99 t.ha⁻¹ y a la vez el menor desperdicio (rechazo) de raíces tuberosas no aptas para el mercado con 15,40%, ubicándose en el último lugar de las variables evaluadas el tratamiento sin fertilización, con un desperdicio de 27,37%.

La mayor cantidad de raíces tuberosas comerciales de yuca se consiguieron con la aplicación del fertilizante de mezcla química con una concentración 17-11-18-3 con 6,63 raíces.planta⁻¹ y el mayor número raíces tuberosas totales con la mezcla de fertilizantes simples con 11,38 raíces.planta⁻¹.

Referencias bibliográficas

- AGROLAB, (2019). Laboratorio de análisis químico agropecuario. Resultados de análisis químico de muestra de suelo. Santo Domingo, Ecuador.

- Aguilar, E. (2017). Manual del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.
- Aguilera, M. (2012). La yuca en el Caribe Colombiano: De cultivo ancestral a agroindustrial.
- Barbona, S. (2003). Fertilización del cultivo de mandioca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Programa Regional Hortícola. Chaco, Argentina. Pp. 1-2.
- Cadavid, L. (2008). Fertilizante del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). CIAT – Clayuca. Cali, Colombia.
- Ceballos, H. (2002). La yuca en Colombia y el mundo: Nuevas perspectivas para un cultivo milenario. La yuca del tercer milenio. CIAT; CLAYUCA. Cali, Colombia.
- CLIMATE-DATE.ORG. (2020). Datos agrometeorológicos de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. En línea: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-santo-domingo-de-los-tsachilas/santo-domingo-de-los-tsachilas-2979/#climate-graph>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas N° 163. Roma, Italia.
- Hinostroza, F.; Mendoza, M.; Navarrete, M. y Muñoz, X. (2014). Cultivo de yuca en el Ecuador. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa Horticultura-Yuca. Boletín Divulgativo N° 436. Pp. 5-8.
- Hinostroza, F.; Cárdenas, M. y Álvarez, H. (1995). Manual de la yuca. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Raíces y Tubérculos. Manual N° 29.

- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2020). Tecnología INIAP. Cultivo de yuca. Consultado en línea: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mraiz/ryuca>.
- Ospina B. y Cevallos H. (2002). Tecnologías modernas para la producción de yuca. La yuca del tercer milenio. CLAYUCA – CIAT. Palmira, Colombia. Pp. 93-108.
- Pérez, J.; Luna, L. y Burbano O. (2018). Acumulación de biomasa de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ante la respuesta a la aplicación de fertilizantes NPK en dos tipos de suelo. Revista Colombiana de ciencias hortícolas. Vol.12 – N° 2. pp. 458-463.
- Pérez, D.; Mora R. y López-Carrascal C. (2019). Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la Amazonía. Acta Biológica Colombiana, 24(2), 202-212.
- Suárez, L. y Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. Cultivos Tropicales, 32(3), 27-35.
- Streck, N.; Pinheiro, D.; Junior Zanon, A.; Gabriel, L.; Rocha, T.; Souza, A. & Silva, M. (2014). Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. Bragantia, 73(4), 407-415.