

IMPACTO DE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, ECUADOR

IMPACT OF THREE TYPES OF FERTILIZERS ON THE GROWTH AND YIELD OF CASSAVA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) IN THE PROVINCE OF ORELLANA, ECUADOR

Keylly Chávez¹, Ana Zumba², Daniel Espinoza³, Karina Atacushi⁴, Patricia Lobaco⁵ Rodrigo Salazar⁶

{keylly.chavez@esPOCH.edu.ec¹, ana.zumba@esPOCH.edu.ec², d_espinoza@esPOCH.edu.ec³, bustoskarina@gmail.com⁴, lpatry82@gmail.com⁵, rodrigo.salazar@esPOCH.edu.ec⁶}

Fecha de recepción: 03/04/2025 / Fecha de aceptación: 06/06/2025 / Fecha de publicación: 01/07/2025

RESUMEN: En la región amazónica ecuatoriana, la agricultura enfrenta diversos desafíos relacionados con la productividad y la sostenibilidad de los cultivos. Ante esta problemática, se ha incrementado el interés por el uso de enmiendas orgánicas como alternativa a los fertilizantes sintéticos, debido a sus beneficios en la salud del suelo y el rendimiento agrícola. La yuca (*Manihot esculenta*), cultivo de importancia económica y alimentaria en la zona, requiere prácticas agrícolas eficientes que aseguren su desarrollo y producción. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de tres abonos orgánicos—compost, humus y ácidos húmicos—sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de yuca en la comunidad La Democracia, parroquia San Sebastián del Coca, provincia de Orellana. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño experimental en campo, compuesto por cuatro tratamientos (los tres tipos de abono y un testigo) y tres repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas incluyeron altura de planta, diámetro del tallo, longitud y diámetro de raíz, peso individual, rendimiento por hectárea y rentabilidad económica. Las dosis aplicadas fueron 30 g de compost, 25 ml de humus y 25 ml de ácido húmico por planta. Para el análisis de datos se utilizó un ANOVA seguido de la prueba de Tukey al 5 % de

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Sede Orellana, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0780-6704>; +593998603125.

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Sede Orellana, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-0312-9533>; +593987639800.

³Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Sede Orellana, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2851-7848>; +593987119850.

⁴Independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-7740-080X>; +593989576463.

⁵Independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-9835-5189>; +593983159994.

⁶Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Sede Orellana, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-6194-1638>; +593999444777.

significancia, mediante el software IBM SPSS Statistics 25.0. Los resultados revelaron que los tratamientos con ácidos húmicos presentaron un efecto significativamente positivo en la mayoría de las variables agronómicas, destacando en altura de planta (106,43 cm), diámetro del tallo (25,94 mm), longitud de raíz (20,29 cm) y peso de raíz (2,31 kg), logrando un rendimiento estimado de 28.875 kg/ha. No se observaron diferencias estadísticas significativas en el diámetro de la raíz entre tratamientos. Se concluye que los ácidos húmicos representan la opción más eficiente entre los abonos evaluados, debido a su capacidad para estimular la actividad enzimática y favorecer el desarrollo del cultivo. En consecuencia, se recomienda su aplicación a productores de la región amazónica como una estrategia sostenible para incrementar el rendimiento de cultivos de ciclo corto como la yuca.

Palabras clave: Abonos orgánicos, compost, humus, ácidos húmicos, yuca

ABSTRACT: In the Ecuadorian Amazon region, agriculture faces several challenges related to crop productivity and sustainability. Given these problems, there has been increasing interest in the use of organic amendments as an alternative to synthetic fertilizers, due to their benefits for soil health and agricultural yields. Cassava (*Manihot esculenta*), a crop of economic and food importance in the area, requires efficient agricultural practices to ensure its development and production. The objective of this study was to analyze the effect of three organic fertilizers-compost, humus and humic acids-on the growth and yield of the cassava crop in the community of La Democracia, San Sebastian del Coca parish, Orellana province. The research was developed under a quantitative approach with a field experimental design, composed of four treatments (the three types of compost and a control) and three replicates per treatment. The variables evaluated included plant height, stem diameter, root length and diameter, individual weight, yield per hectare and economic profitability. The doses applied were 30 g of compost, 25 ml of humus and 25 ml of humic acid per plant. For data analysis, an ANOVA followed by Tukey's test at 5% significance was used with IBM SPSS Statistics 25.0 software. The results revealed that the humic acid treatments had a significantly positive effect on most of the agronomic variables, especially plant height (106.43 cm), stem diameter (25.94 mm), root length (20.29 cm) and root weight (2.31 kg), achieving an estimated yield of 28,875 kg/ha. No significant statistical differences were observed in root diameter between treatments. It is concluded that humic acids represent the most efficient option among the fertilizers evaluated, due to their capacity to stimulate enzymatic activity and favor crop development. Consequently, their application is recommended to producers in the Amazon region as a sustainable strategy to increase the yield of short-cycle crops such as cassava.

Keywords: Organic fertilizers, compost, humus, humic acids, yucca

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) representa uno de los cultivos básicos más relevantes a nivel global. En 2011, su producción mundial superó los 252 millones de toneladas, distribuidas en 19,6 millones de hectáreas. África Subsahariana concentra más del 50 % de dicha producción,

aunque con los menores rendimientos por hectárea, mientras que Asia y América Latina y el Caribe presentan mayores niveles de productividad (1). Este cultivo, que se encuentra presente en más de 90 países, tiene un papel clave en la seguridad alimentaria de aproximadamente 500 millones de personas que habitan zonas tropicales y subtropicales, además de ser utilizado como insumo en industrias de alimentos, almidón, piensos, fibras y biocombustibles (2).

En el Ecuador, la yuca posee un fuerte valor cultural, económico y social, y ha sido parte de la alimentación ancestral de pueblos indígenas de la Amazonía, la Costa y zonas bajas de la Sierra. Su preparación incluye formas tradicionales como harina, almidón y bebidas fermentadas, entre ellas la chicha y el masato (3). En la región amazónica, este cultivo se produce mediante el sistema tradicional de “chagra”, que integra diversas especies vegetales y favorece la seguridad alimentaria y nutricional de las comunidades locales (4).

En la provincia de Orellana, la yuca continúa siendo un componente fundamental en la dieta de las familias indígenas, y su producción se mantiene con prácticas agrícolas tradicionales. La preparación de chicha, por ejemplo, representa no solo una fuente nutricional, sino también un símbolo cultural, con prácticas rituales asociadas, como la siembra por mujeres durante su ciclo menstrual (5). A pesar de su rusticidad y adaptación a condiciones adversas como suelos pobres y déficit hídrico, la limitada aplicación de tecnologías y fertilización adecuada restringe su rendimiento potencial (1).

Estudios técnicos han señalado que la yuca es exigente en nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. No obstante, en muchas zonas amazónicas existe desconocimiento sobre el manejo agronómico y la fertilización del cultivo, lo que impide una producción eficiente y sostenible (6). Frente a esta problemática, se hace necesario evaluar alternativas agroecológicas que mejoren la productividad sin comprometer la salud del suelo ni el entorno natural.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de tres tipos de abonos orgánicos (compost, humus y ácidos húmicos) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de yuca. La investigación se desarrolló en la comunidad La Democracia, parroquia San Sebastián del Coca, provincia de Orellana, mediante un monitoreo de campo que permitió identificar el tratamiento más eficaz para mejorar la producción bajo condiciones amazónicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental completamente al azar, permitiendo evaluar de manera objetiva el efecto de distintos tipos de abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Se aplicó el método inductivo, iniciando con la observación del desarrollo del cultivo bajo diferentes condiciones de fertilización y analizando los datos obtenidos para determinar el mejor tratamiento.

Ubicación y condiciones del estudio

La investigación se llevó a cabo en la comunidad La Democracia, parroquia San Sebastián del Coca, provincia de Orellana, Ecuador. Esta zona se caracteriza por un clima tropical húmedo con temperaturas promedio de 25 a 30 °C y precipitaciones anuales superiores a 3.000 mm, condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de yuca. El suelo de la zona presenta una textura franco-arenosa con buen drenaje, aunque con limitaciones en contenido de materia orgánica y fertilidad natural.

Selección de tratamientos y diseño experimental

El experimento consistió en la aplicación de tres tipos de fertilizantes orgánicos: compost, humus y ácidos húmicos, en comparación con un grupo testigo sin aplicación de fertilizantes. Se establecieron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, para un total de 12 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente en el área de cultivo. Las dosis de fertilización utilizadas fueron: T1 (Compost): 30 g por planta, T2 (Humus): 25 ml por planta, T3 (Ácidos húmicos): 25 ml por planta y T4 (Testigo): sin aplicación de fertilizantes.

Cada unidad experimental consistió en un área determinada con un número específico de plantas de yuca, asegurando condiciones homogéneas en cuanto a distancia de siembra, manejo agronómico y control de factores externos.

Manejo agronómico

El suelo fue preparado mediante labores de arado y rastrillado para garantizar condiciones óptimas para la siembra. Se seleccionaron estacas de yuca de alta calidad y se establecieron a una profundidad de 10 cm con un espaciamiento de 1 m x 1 m. Durante el desarrollo del cultivo, se implementaron labores de deshierba manual y control fitosanitario con métodos orgánicos para evitar interferencias en los resultados del estudio.

VARIABLES EVALUADAS

Con el objetivo de evaluar el efecto de los distintos tratamientos, se procedió a registrar diversas variables a lo largo de las etapas de desarrollo del cultivo. La altura de las plantas (cm) se obtuvo midiendo desde la base hasta el extremo superior utilizando una cinta métrica. El diámetro del tallo (mm) se determinó con la ayuda de un vernier digital, tomando la medición a la altura del primer nudo. Para conocer la longitud de la raíz (cm), se midió desde la inserción del tallo hasta el extremo de la raíz principal. El diámetro de la raíz (mm) se registró en su parte más ancha mediante un calibrador digital. Asimismo, el peso de cada tubérculo (kg) fue cuantificado usando una balanza digital de alta precisión. Finalmente, el rendimiento por hectárea (kg/ha) se estimó a partir del total de producción en función del área cultivada.

Análisis estadístico

Con el propósito de evaluar las diferencias entre los tratamientos aplicados, se empleó un análisis estadístico basado en la prueba de análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia. Esta combinación permitió identificar, a través de intervalos de confianza, cuáles tratamientos mostraban diferencias significativas desde el punto de vista estadístico. El procesamiento de los datos y la elaboración de los subconjuntos se llevaron a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 25.0, herramienta que facilitó un análisis riguroso y confiable sobre la influencia de los fertilizantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de yuca.

El ensayo se llevó a cabo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA), conformado por cuatro tratamientos y tres repeticiones. El único factor experimental considerado fue el tipo de fertilización. La siembra se realizó con una distancia de 1 metro entre surcos y 0,8 metros entre plantas dentro de la hilera. Los fertilizantes orgánicos (compost, humus y ácido húmico) se aplicaron en tres ocasiones, con intervalos de 15 días entre cada aplicación.

Las variables dependientes analizadas en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de ciclo corto (tres meses) incluyeron: altura de planta, diámetro del tallo, peso, longitud y diámetro de la raíz. Para medir la altura (en cm), se utilizó una cinta métrica desde la base hasta el ápice principal de la planta. El diámetro del tallo (en mm) fue determinado mediante un calibrador (vernier). El peso de la raíz (kg) correspondió al total de masa aprovechable por planta, obtenida con una balanza digital. La longitud de la raíz (cm) se midió con cinta métrica, desde el inicio hasta el extremo final de la parte utilizable, y el diámetro de la raíz (mm) se registró en su zona media, posterior a la cosecha, usando nuevamente el vernier.

RESULTADOS

Altura de la planta (cm)

Los datos obtenidos revelaron que, a los 105 días después de la siembra, la altura promedio de las plantas permitió agrupar los tratamientos en tres subconjuntos estadísticamente diferenciados. El tratamiento con aplicación de ácido húmico se ubicó en el subconjunto tres, registrando la mayor altura promedio con un valor de 106,43 cm. La altura de la planta representa un indicador clave del desarrollo vegetativo, ya que refleja la eficiencia del crecimiento vertical promovido por la elongación del tallo. Este proceso está vinculado a la acumulación de nutrientes derivados de la fotosíntesis, los cuales son posteriormente movilizados hacia las raíces para favorecer su formación y engrosamiento (7).

Tabla 1. Prueba de Tukey altura de la planta.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Testigo	21	76,10		

◆ IMPACTO DE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, ECUADOR

Compost	21	84,43	84,43	
Humus	21		93,33	
Ácido húmico	21			106,43
Sig.		0,26	0,21	1,00

Diámetro del tallo (mm)

Los resultados correspondientes al diámetro del tallo a los 105 días después de la siembra permitieron clasificar los tratamientos en cuatro subconjuntos estadísticos. El tratamiento con aplicación de ácido húmico se agrupó en el subconjunto cuatro, destacándose con el mayor valor promedio, que alcanzó los 25,94 mm. A diferencia de lo observado por (7), quienes no reportaron diferencias significativas entre tratamientos en relación con el diámetro del tallo, este estudio sí evidenció variaciones desde la primera medición. Sin embargo, los valores registrados por dichos autores son comparables a los obtenidos en esta investigación, ya que a los 105 días sus tallos superaban los 20 mm de diámetro, una tendencia similar a la registrada en los tratamientos con humus y ácido húmico aplicados en el presente trabajo.

Tabla 2. Prueba de Tukey diámetro de la planta.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Testigo	21	13,76			
Compost	21		18,41		
Humus	21			21,12	
Ácido húmico	21				25,94
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00

Longitud de la raíz (cm)

Los análisis realizados sobre la longitud de las raíces permitieron agrupar los tratamientos en tres subconjuntos estadísticamente diferentes. El tratamiento con aplicación de ácido húmico se situó en el subconjunto tres, registrando la longitud promedio más elevada, con un valor de 20,29 cm.

Si bien estos resultados indican una respuesta positiva al uso de ácidos húmicos, las longitudes obtenidas fueron ligeramente menores a las reportadas por (7), quienes observaron longitudes que oscilaban entre poco más de 21 cm hasta 27,5 cm, destacando el tratamiento con compost como el que alcanzó el valor medio más alto.

Tabla 3. Prueba de Tukey longitud de la raíz.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
-------------	---	------------------------------

◆ IMPACTO DE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, ECUADOR

		1	2	3
Testigo	21	12,38		
Compost	21	14,71	14,71	
Humus	21		17,10	17,10
Ácido húmico	21			20,29
Sig.		0,27	0,25	0,07

Diámetro radicular (mm)

Los promedios de los diámetros radiculares permitieron clasificar los tratamientos en dos grupos, donde los tratamientos compost, ácido húmico y humus fueron asignados al grupo 2, con promedios estadísticamente similares de 4,29, 4,32 y 4,44 mm, respectivamente. Estos resultados fueron comparables a los reportados por (7), quienes encontraron diámetros radiculares que variaban entre 3,77 y 4,40 mm para los tratamientos control y humus, respectivamente. De forma similar a lo observado por Rojas y Torres, el tratamiento con humus en este estudio también presentó los mejores resultados en cuanto a la longitud de las raíces.

Tabla 4. Prueba de Tukey diámetro radicular.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Testigo	21	3,44	
Compost	21		4,29
Ácido húmico	21		4,32
Humus	21		4,44
Sig.		1,00	0,91

Peso de la raíz (kg)

Los promedios de los pesos de las raíces permitieron clasificar los tratamientos en cuatro grupos, con el tratamiento de ácido húmico ubicado en el grupo 4, destacándose con el mayor promedio de 2,31 kg. Estos valores fueron inferiores a los reportados por (7), donde el tratamiento control presentó el promedio más bajo con 1,5 kg, y el tratamiento con humus de lombriz mostró el promedio más alto, superando los 3 kg. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron superiores a los de (8), quienes en su investigación realizada en Santo Domingo de los Tsáchilas encontraron que los pesos de las raíces variaban entre 2,74 y 4,95 kg por planta, siendo el fertilizante triple 15 (15 N, 15 P, 15 K) el que alcanzó el mayor peso.

Tabla 5. Prueba de Tukey peso de la raíz.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4

◆ IMPACTO DE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, ECUADOR

Testigo	21	0,74			
Compost	21		1,20		
Humus	21			1,57	
Ácido húmico	21				2,31
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el crecimiento y rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la parroquia San Sebastián del Coca, provincia de Orellana, Ecuador, muestran diferencias notables al compararlos con estudios anteriores, como los de (7), quienes trabajaron en una zona con condiciones climáticas muy diferentes. Estas diferencias podrían atribuirse principalmente a las condiciones ambientales específicas de cada zona de estudio, en particular a las precipitaciones.

Una de las principales causas de las diferencias en los resultados entre este estudio y el de (7) (8) puede ser el tipo de zona donde se realizaron los estudios. Mientras que, en la investigación de Rojas y Torres, la precipitación anual en la zona de estudio osciló entre 800 y 1000 mm, en la parroquia San Sebastián del Coca, en la región amazónica de Ecuador, la precipitación anual oscila entre 2650 y 4500 mm. Este exceso de precipitaciones en la zona del presente estudio podría haber afectado negativamente al desarrollo de la planta, ya que la yuca crece mejor en zonas con menores precipitaciones. El exceso de precipitaciones puede conducir a la acumulación de agua en el suelo, dificultando la absorción de nutrientes, especialmente durante la fase de crecimiento de las raíces.

La yuca es una planta que, aunque se adapta a diversos tipos de suelo y condiciones climáticas, prefiere los suelos bien drenados y los ambientes con escasas precipitaciones. En este sentido, el exceso de humedad podría haber influido en la disponibilidad de oxígeno en las raíces, ralentizando el crecimiento de la planta y afectando a la eficacia de la absorción de nutrientes. Este factor debería tenerse en cuenta en futuros estudios y prácticas agrícolas en la región.

En cuanto a los nutrientes, uno de los factores que probablemente explica las diferencias observadas en los resultados es la cantidad de potasio (K) disponible para las plantas. El potasio no es un componente estructural de las proteínas, carbohidratos o grasas, pero es esencial para varios procesos metabólicos, incluyendo la translocación de carbohidratos de las hojas a las raíces (9), (10), (11). El potasio desempeña un papel crucial en la formación de tubérculos, ya que promueve la acumulación de almidón en las raíces, la calidad y cantidad en la cosecha de la misma.

El ácido húmico, en este estudio, fue el tratamiento que mostró los mejores resultados en términos de altura de la planta, diámetro del tallo, longitud de la raíz y peso de la raíz, lo que puede atribuirse a su alto contenido en potasio. Este compuesto es conocido por ser una fuente de nutrientes de fácil acceso para las plantas, proporcionando una forma de potasio

rápida y asimilable que facilita una absorción eficiente por parte de las raíces. Este comportamiento se refleja en los resultados obtenidos en este estudio, donde las plantas tratadas con ácido húmico mostraron un desarrollo significativamente mejor en comparación con los otros tratamientos, que contenían menores cantidades de potasio (12).

Un factor clave para entender las diferencias entre los resultados de los distintos tratamientos es la naturaleza de los fertilizantes utilizados. Según (7), (13), los fertilizantes orgánicos como el compost y el humus liberan los nutrientes gradualmente, lo que permite una mejora sostenida de la estructura del suelo y un aumento de la actividad microbiana. Sin embargo, los nutrientes no están disponibles inmediatamente para las plantas. Esto se debe a que los fertilizantes orgánicos aumentan la materia orgánica del suelo, que a su vez nutre a los microorganismos que transforman los nutrientes en formas asimilables por las plantas.

Por otro lado, el ácido húmico, al ser un fertilizante más concentrado y fácilmente disponible, proporcionó una mayor cantidad de nutrientes a las plantas a corto plazo, lo que explica los resultados superiores observados en esta investigación para las variables dependientes. Mientras que el compost y el humus tienen ventajas para mejorar la estructura y la salud del suelo a largo plazo, el ácido húmico destacó por proporcionar nutrientes esenciales rápidamente, promoviendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas en un ciclo corto (14), (15).

Diversos estudios, como los de (16) y (17), han documentado que la aplicación de fertilizantes puede mejorar significativamente la producción de yuca y la recuperación de la fertilidad del suelo. En muchos casos, la yuca se cultiva sin fertilización, lo que limita su potencial de rendimiento. Sin embargo, cuando se aplican prácticas adecuadas y racionales de fertilización, la planta responde positivamente, mostrando aumentos significativos en el rendimiento y la calidad de la cosecha (18), (19).

Según el INIAP (20), (21), las zonas de mayor producción de yuca en Ecuador incluyen la región costera y las provincias de la región amazónica. La variedad de yuca cultivada en estas zonas es conocida por su alto contenido de almidón, lo que la convierte en una excelente fuente de energía, rica en vitaminas y minerales. La yuca de ciclo corto, que se cosecha a los tres meses, es especialmente valiosa por su rapidez de recolección, lo que permite un suministro continuo de producto fresco para el consumo y el mercado, así como para la industria.

CONCLUSIONES

En este estudio se evaluaron cuatro tratamientos y tres repeticiones en una variedad de yuca de tres meses, cultivada en la provincia de Orellana. El tratamiento que tuvo un impacto más notable fue el ácido húmico, ya que presentó la mayor efectividad en varios parámetros: altura de planta (106,43 cm), diámetro de tallo (25,94 mm), longitud de raíz (20,29 cm) y peso de raíz (2,31 kg), alcanzando un rendimiento de 28,875 kg/ha. Por otro lado, los tratamientos con compost, humus y ácido húmico mostraron valores estadísticamente similares en cuanto al diámetro de la raíz, con medias de 4,29, 4,32 y 4,44 mm, respectivamente.

Las diferencias en los resultados pueden atribuirse principalmente a las condiciones climáticas contrastantes de las áreas de estudio. Mientras que el exceso de lluvias en la parroquia San Sebastián del Coca pudo haber afectado negativamente el desarrollo radicular de la yuca, limitando la absorción de nutrientes y oxígeno en las raíces, el clima más seco del estudio anterior favoreció un crecimiento más eficiente de la planta.

El potasio es un nutriente clave para la yuca, particularmente en la formación de tubérculos y la acumulación de almidón. El tratamiento con ácido húmico, que proporciona potasio fácilmente disponible, dio lugar a un crecimiento superior de la planta, lo que demuestra que la disponibilidad inmediata de este nutriente favorece tanto el desarrollo vegetativo como el aumento de la calidad y la cantidad de la cosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bolaños M, et al. Yuca (*Manihot esculenta* Crantz): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca [Internet]. 2020 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36813>
2. Ospina B, Cevallos H. La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización [Internet]. Centro Internacional de Agricultura Tropical; 2002 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54117/La_Yuca_en_el_Tercer_Milenio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Muñoz X, et al. La yuca en Ecuador: su origen, diversidad genética. El Misionero del Agro. 2017;16. Disponible en: http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/16/058-2017.pdf
4. Paredes N, et al. Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para la Amazonía ecuatoriana [Internet]. 1ª ed. 2021 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Gu%C3%ADa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20y%20manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20yuca%20para%20la%20Amazoni%C3%A1%20Ecuatoriana.pdf>
5. *Manihot esculenta* [Internet]. EcuRed; 2022 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Manihot_esculenta
6. Aguilar J, et al. Manual del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) [Internet]. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria; 2017 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
7. Rojas M, Torres E. Efecto de tres abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento en yuca (*Manihot esculenta* Crantz), El Plantel, Masaya, 2007 [Tesis de grado en Internet]. Managua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía; 2010 [citado 2023 Ene 20]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2106/1/tnf04t693a.pdf>
8. Disponible en: <http://www.tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/article/view/53/46>
9. Oviedo E, et al. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. SCIELO [Internet]. 2017;18(1):2. Disponible

- en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031
10. Alvarez C. Efecto de tres abonos orgánicos enriquecidos con calcio para alargar la vida postcosecha del pimiento (*Capsicum annum* L.) [Tesis de grado]. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador; 2021 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVAREZ%20VILLAO%20CRISTINA%20MARISOL.pdf>
 11. Joao JP. Inoculación micorrízica, Canavalia ensiformis y fertilización mineral en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en dos suelos de Cuba y su potencialidad en Angola. Editorial Universitaria; 2017. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/91278>
 12. Jorge MA. Guías para la regeneración de germoplasma: yuca [Internet]. 1ª ed. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme; 2008 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Cassava_SP.pdf
 13. Aristizábal F, et al. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca [Internet]. 1ª ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2007 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>
 14. Jácome L, Carrillo A. Efecto de la fertilización química en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Rev Investig Científica TSEDE [Internet]. 2020;3(2):87-98.
 15. Mera R, et al. Prácticas ancestrales en el cultivo de *Manihot esculenta* Crantz en comunidades indígenas amazónicas del Ecuador. Agroecosistemas Trop Subtrop [Internet]. 2018;21(1). Disponible en: <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2576/1097>
 16. Mosquera J, et al. Comportamiento estructural de los ácidos húmicos obtenidos de un suelo Andisol del departamento del Cauca. Rev Colomb Quím [Internet]. 2007;36(1):4. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309026671003>
 17. Cepeda H. Evaluación de tres variedades de yuca (*Manihot esculenta*) con tres densidades de siembra [Tesis de grado]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8253>
 18. Encarnación N. Efecto de tres niveles de N.P.K. y dos densidades de siembra en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en la parroquia Santa Cecilia, provincia de Sucumbíos [Tesis de grado]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2013 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19944/1/6937_1.pdf
 19. Morales A. Efecto de la aplicación de humus de lombriz al suelo sobre el crecimiento y absorción de nutrientes en pimentón (*Capsicum annum* L.) [Tesis de grado]. Talca: Universidad de Talca; 2020 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/12256/3/2020A000009.pdf>
 20. Oliva J. Evaluación del rendimiento de cultivares de yuca biofortificada; Santa Rosalía, Zacapa [Tesis de grado]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2017 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrcd/2018/06/09/OlivaJosue.pdf>
 21. Lovato E. Prefactibilidad técnica-económica para la instalación de una planta procesadora del chontaduro, plátano y yuca producidos en el cantón Tiwintza [Tesis de grado]. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2010 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2448/1/CD-3164.pdf>

22. INIAP-Estación Experimental Central Amazónica. Estudios de casos sobre los suelos en fincas cafetaleras, cacaoteras y ganaderas en la Amazonía ecuatoriana [Internet]. 2018 [citado 2025 Mar 18]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5451>