

Evaluación de la perecibilidad en raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad INIAP P-652 mediante la poda previa a la cosecha

Evaluation of perishability in cassava roots (*Manihot esculenta* Crantz) variety INIAP P-652 by pre-harvest pruning

Cristina Marisol Pico Moreira¹, Gema Jamileth Moreira Alcívar¹, Benny Alexander Avellán Cedeño², Wilmer Hernán Ponce Saltos², Daniel Alfredo Leal-Alvarado³, Fernando David Sánchez-Mora¹

¹Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingenierías Agroambientales, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental Portoviejo, Ecuador

³Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Ecuador

Autor de correspondencia: fernando.sanchez@utm.edu.ec

Recibido: 10/02/2025. Aceptado: 28/05/2025.

Publicado el 02 de julio de 2025.

Resumen

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo de interés para los pequeños agricultores de la provincia de Manabí, por su importancia en la gastronomía ecuatoriana, en la elaboración de alimentos como encebollado, tortillas, muchines, entre otros. Los altos contenidos de almidón de las raíces, está relacionado con el rápido deterioro fisiológico, lo que provoca descomposición y pérdida del contenido nutricional. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la intensidad y tiempo de poda antes de la cosecha, en la variedad INIAP-P 652 “La Rendidora”, determinando variables agronómicas y productivas, así como el contenido de almidón y el período de vida útil de la raíz. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial, 2 x 3 + 1 testigo (sin poda), con cuatro repeticiones. La intensidad de poda se realizó mediante el corte del 50 y 75 % del follaje de las plantas, a los 14, 21 y 28 días previo a la cosecha. Las plantas con el tratamiento de intensidad de poda de 50 y 75 %, mostraron síntomas de deterioro al cuarto día, con valores de 13,3 y 3,3 %, respectivamente. El tratamiento con el 75 % de poda a los 28 días mostró síntomas de deterioro al séptimo día, esto en contraste con las plantas testigo que mostraron síntomas al día siguiente de la cosecha. Los resultados sugieren que la poda antes de la cosecha aumenta el periodo de vida útil de las raíces de yuca.

Palabras clave: Deterioro fisiológico, épocas de poda, intensidad de poda, La Rendidora.

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is an important crop for small farmers in the province of Manabí, due to its prominence in Ecuadorian cuisine, as is one of the main ingredients in local dishes such as encebollado, tortillas, muchines, and others. The high starch content of its roots is related to rapid physiological deterioration, which causes decomposition and loss of nutritional content. This work aims to evaluate the effects of intensity and time pruning before harvest on variety INIAP-P 652 “La Rendidora”, by determining agronomic and productive variables, as well as starch content and shelf-life of the roots. A randomized complete block design (RCBD) with bi-factorial arrangement, 2 x 3 + 1 control (without pruning), with four replications was used. The pruning intensity was carried out by cutting 50 and 75 % of the foliage on plants at 14, 21 and 28 days before harvest. The plants subjected to the pruning intensity at 50 and 75 % showed deterioration symptoms on the fourth day, with values of 13.3 and 3.3 %, respectively. The treatment with 75 % pruning at 28 showed deterioration symptoms on the seventh day. This contrasts with the control plants, which showed deterioration symptoms the day after the harvest. The results suggest that pruning before harvest increases the shelf-life of cassava roots.

Keywords: Physiological deterioration, pruning time, pruning intensity, La Rendidora.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) perteneciente a la familia Euphorbiaceae comprende aproximadamente de 7.200 especies que se distinguen por el desarrollo de vasos laticíferos con galactocitos productores de una secreción lechosa. Según Aguilar *et al.* (2017), esta planta es un arbusto perenne originario de Suramérica que prospera en las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia y África. En estas zonas, tal como señalan Medina *et al.* (2013) y Uarrota *et al.* (2017), se le conoce comúnmente por diversos nombres como yuca, mandioca, cassava, aipim, macacheira o guacamote. Este cultivo multipropósito tiene múltiples aplicaciones, desde el consumo humano y animal hasta su uso en la industria alimentaria. Sus hojas se aprovechan para la producción de harinas o forrajes, mientras que sus raíces son consumidas frescas o procesadas para obtener almidón, alcohol y bebidas fermentadas (Sotelo y Acevedo, 2012; Folgueras *et al.*, 2012; Cenóz y Burgos, 2012; Fernández y Cerratos, 2017).

Este cultivo tiene un alto valor económico al tener tolerancia a la sequía, capacidad de cosechar en suelos degradados, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a los suelos ácidos, y flexibilidad de siembra y cosecha (Medina *et al.*, 2013). La composición de la yuca juega un papel muy importante en cuanto a su valor nutricional, de acuerdo con Medina *et al.* (2017), los componentes de la yuca que están contenidos en 100 g de parte comestible son: fibra (1 g), grasas totales (0,40 g); proteínas (1 g); calcio (40 g); fósforo (34 g); hierro (1,4 g); niacina (0,06 g); riboflavina (0,04 g) y vitamina C (19 g), demostrando que es un alimento bastante completo y práctico para compensar la dieta diaria de las personas. Sin embargo, a pesar de su amplio uso en la gastronomía y su valor como fuente de almidón, las raíces de yuca presentan alta perecibilidad lo que representa un obstáculo para su comercialización en fresco, resultando en pérdidas económicas para los productores.

La yuca se destaca entre los cultivos de raíces y tubérculos por su rápido deterioro fisiológico postcosecha, un proceso que comienza como una alteración fisiológica, pero que con frecuencia evoluciona hacia problemas fitopatológico (Uarrota *et al.*, 2016; Uarrota *et al.*, 2017). De acuerdo con Zainuddin *et al.* (2018) el deterioro fisiológico es un proceso complejo que implica respuestas al estrés enzimático ante heridas, cambios en la expresión génica y la síntesis de proteínas, así como la acumulación de metabolitos secundarios.

Entre los factores que permiten este rápido deterioro son: los altos contenidos de materia seca y almidón presentes en la raíz, las infecciones microbianas en la cosecha y postcosecha y las variedades de yuca (Aristizabal *et al.*, 2007; Caballero *et al.*, 2019; Zainuddin *et al.*, 2018). Sin embargo, Uarrota *et al.* (2016) sugiere que altos contenido de polifenol oxidasa, ácido ascórbico y proteínas en las raíces, desempeñan un papel importante en el retardo del deterioro fisiológico postcosecha. Los síntomas de deterioro de la raíz se manifiestan con cambios

de color en los tejidos parenquimatosos y haces xilógenos, tomando un color azulado para luego volverse marrones en forma de estrías vasculares, los cambios de color se extienden a las células parenquimáticas, que tiene un tinte azulado y también síntomas de desecación (Caballero *et al.*, 2019).

Varios métodos han sido utilizados para retrasar el deterioro fisiológico postcosecha de la raíz de yuca, entre estos: el almacenamiento extendido en el suelo, el almacenamiento a baja temperatura, la aplicación de recubrimientos comestibles, el recubrimiento con parafina, la poda pre-cosecha de la parte foliar de plantas y los tratamientos con aplicaciones de fungicidas químicos del grupo carbamatos (Booth, 1976; Oirschot *et al.*, 2000; Sotelo y Acevedo, 2012; Salcedo y Siritunga, 2011; Folgueras *et al.*, 2012; Cenóz y Burgos, 2012; Meneses *et al.*, 2017).

Según Hinostroza *et al.* (2014), en Ecuador se siembran diferentes tipos de yuca, de acuerdo a la región y las demandas de los consumidores; los genotipos de yuca han sido divididos por el color de sus raíces en tres grupos: el primero son yucas “Negras”, reconocidas por tener tallo de color oscuro y pulpa blanca, en este grupo se encuentran las variedades: Escancela, Pata de paloma y Patucha, así como las variedades de exportación Morada y Valencia; en el segundo grupo son las yucas “Blancas”, con tallo de colores claros y pulpa blanca, a este grupo pertenecen Taureña, Espada y Blanca; y por último, el tercer grupo son las “Amarillas”, presentando tallos de colores claros u oscuros, con color de pulpa amarilla, crema o blanco cremoso, las variedades de este grupo son Yema de huevo, Crema y Amarilla.

La variedad de yuca INIAP P-652 “La Rendidora”, pertenece al grupo de yucas blancas, y es proveniente del clon CM 3306-19 (♀ MCOL22 x ♂ CM 523-7), sus características son: planta de crecimiento erecto con altura entre 2,27 a 2,50 m. La planta presenta 3 niveles de ramificación y la primera ramificación se localiza a los 1,51 m. La forma de la raíz es cónica cilíndrica, con longitud promedio de 28 cm y diámetro de 5,3 cm. El color del peridermis es café oscuro, con esclerenquima de color crema y pulpa blanca. Los rendimientos promedio por hectárea están en 21.322 kg de raíces, con índice de cosecha de 0,76, contenido de materia seca de 36,2 % y días a la cosecha entre 7 a 12 meses (Cobeña *et al.*, 2020).

En Ecuador existe escasa información científica sobre el manejo precosecha para evitar el deterioro de la raíz, aunque, los agricultores de forma empírica realizan la poda, no se han generado reportes sobre su efecto en el deterioro de la raíz. Por tal motivo, en el presente trabajo se pretende determinar si la intensidad de poda y el tiempo de poda antes de la cosecha en la variedad INIAP P-652 “La Rendidora”, puede tener influencia en retrasar el deterioro de las raíces luego de la cosecha.

Materiales y métodos

Localización y características climáticas del área experimental

La investigación se realizó entre los meses de febrero a noviembre de 2020, en la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, ubicada en la parroquia Lodana, Santa Ana, cuyas coordenadas geográficas son: 80°24'38,34" longitud oeste y 1°7'17,62" de latitud sur, a una altura de 60 m s.n.m. Las características climáticas durante el experimento se presenta en la Tabla 1.

Material vegetal y diseño experimental

Se establecieron 28 parcelas de yuca de la variedad INIAP P-652 "La Rendidora", las parcelas estuvieron conformadas por tres hileras de 6 m de largo, 1,2 m entre plantas y 1,0 m en hileras, a una densidad poblacional de 8333 plantas ha⁻¹. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial, 2 (intensidades de poda a 50 y 75 % del total de la planta) x 3 (Días de la poda previo a la cosecha 14, 21 y 28 días) + 1 testigo (sin poda), con cuatro repeticiones. Como unidad experimental se tomaron cinco plantas de la hilera central por cada parcela, para la evaluación de las variables.

Preparación del área de estudio

El área experimental fue preparada mediante la limpieza de rastrojos y arado previo a la siembra, para el control de malezas en pre-emergencia se desarrolló mediante mezcla de los herbicidas Pendimetalin 15 mL + Terbutrina 2,4 mL +

Paraquat 10 mL en un litro de agua. Las estacas seleccionadas para la siembra fueron las que presentaban cinco nudos y de longitud de 20 cm. Previo a la siembra, las estacas fueron tratadas por inmersión en una solución de Clorpirifos 2,5 mL + Carbendazim 1,5 mL en un litro de agua, durante 5 minutos. Las estacas se sembraron con una inclinación de 45° y el control de malezas se realizó de forma manual durante todo el desarrollo experimental. La fertilización de 15 g de yaramila complex por planta, se realizó a los 23 días después de la siembra. Para el control de *Phyllophaga* sp. se aplicó Clorpirifos de 2,5 mL a los 21 días de la siembra.

Aplicación de los tratamientos y variables evaluadas

El procedimiento experimental se desarrolló considerando la cosecha de la variedad de yuca INIAP P-652 "La Rendidora" a los 10 meses (300 días), a partir de esta fecha se realizó el corte de poda a ½ y ¾ desde la parte apical hacia abajo, considerando los 14, 21 y 28 días previo a la cosecha (PC). La cosecha de las raíces fue realizada de forma manual.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (m), número y peso fresco de las raíces (kg) por planta, peso total del follaje, tiempo de cocción de las raíces (min), contenido de almidón y número de días de deterioro fisiológico postcosecha. Para la variable tiempo de cocción se seleccionaron las raíces sanas al momento de la cosecha, estas fueron lavadas y peladas para luego ser comidas a cocción directa en 2 litros de agua a ebullición. El tiempo se contabilizó con un cronometro digital para cada uno de los tratamiento y testigo. El porcentaje del contenido de almidón se realizó después de la cocción de las raíces de yuca.

Tabla 1. Características climáticas del área experimental, Lodana, Santa Ana, Ecuador

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Heliofania (Horas)
	Mínimo	Media	Máximo			
Febrero	23,6	27,7	31,7	93,3	86,6	39,5
Marzo	22,9	27,5	32,0	124,4	84,4	110,8
Abril	22,4	27,5	32,6	73,3	87,5	139,4
Mayo	22,2	27,1	31,9	26,5	85,9	98
Junio	21,7	26,0	30,4	14,3	82,4	69,6
Julio	21,0	25,6	30,3	4,1	80,8	72,9
Agosto	19,9	25,8	31,6	0	77,5	136,6
Septiembre	20,6	26,3	31,9	2,2	77,7	108,2
Octubre	20,9	26,8	32,5	2,3	75,9	138,7
Noviembre	20,0	26,2	32,3	0	73,3	152,6
Diciembre	21,0	27,0	33,0	0	70,3	6,1

Fuente: Estación Meteorológica La Teodomira - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología en la Universidad Técnica de Manabí.

Para la evaluación de los síntomas de daño o deterioro, posterior a la cosecha se seleccionaron 270 raíces de yuca, sin signos de daños mecánicos ni pudrición, 30 raíces por cada tratamiento. El deterioro fisiológico se evaluó durante un período de 10 días, de acuerdo con la metodología descrita por Wheatley *et al.* (1985), las raíces se almacenaron en un ambiente fresco, protegido de la luz solar. Diariamente se realizaron cortes transversales a tres raíces por tratamiento para cuantificar el grado de deterioro que oscila entre 0 y 100 %.

Por otra parte, se estimó el tiempo térmico mediante la metodología Arnold (1959). Para la temperatura base (T_b) se utilizó 16 °C (Burgos *et al.*, 2013). Con la temperatura máxima (T_{max}) y mínima (T_{min}) se obtuvo la temperatura media diaria (T_{med}) y con ello se calcularon los grados días desarrollo (GDD) con la siguiente fórmula: $GDD = \sum(T_{max} - T_{min})/2 - T_b$. Siendo que, cuando: $T_{med} < T_b$, los GDD fueron iguales a cero.

Análisis estadístico de los datos

Previo al análisis de varianza (ANOVA) se verificó la existencia de homocedasticidad de las varianzas mediante la prueba de Bartlett y normalidad de los residuos con la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, una vez cumplidos los presupuestos se realizó el ANOVA y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). La comparación del efecto poda vs sin poda se analizó por contrastes ortogonales

($p < 0,05$). Los análisis fueron realizados con el software libre R Development Core Team (2022).

Resultados y discusión

Los grados días de desarrollo (GDD) son importantes para evaluar el requerimiento térmico del cultivo y determinar si los cultivares son precoces o tardíos. La variedad de yuca INIAP P-652, se cosechó a los 289 días con una suma térmica de 3.049,4 GDD. Mientras que, los tratamientos de poda fueron realizado entre 261 a 275 previo a la cosecha, con una acumulación sumas térmicas de 2.768 a 2.907,2 GDD, respectivamente (Tabla 2). Los grados días pueden variar dependiendo de la precocidad del material vegetal, por ejemplo, Burgos *et al.* (2013) registraron que los cultivares de yuca Cv Amarilla y Cv Palomita para llegar a la fase de madurez requieren entre 244 y 240 días con una suma térmica de 2.096,7 y 2.027,3 GDD, respectivamente.

El desarrollo fisiológico en la etapa de producción, así como el rendimiento de las plantas de yuca de la variedad INIAP P-652, no se vieron afectados por los tratamientos de intensidad de poda y días de la poda previo a la cosecha (PC), mostrando que no existe diferencia estadística entre el peso total del follaje, número de raíces, peso de la raíz por planta y altura de la planta (Tabla 3).

Tabla 2. Suma térmica en grados días (GDD) de los diferentes tratamientos de poda en la variedad de yuca INIAP P-652 “La Rendidora”. Lodana, Santa Ana, Ecuador

Días de la poda previo a la cosecha (PC)	Días calendarios	Tiempo térmico
Poda a los 28 días antes	261	2.768,0
Poda a los 21 días antes	268	2.841,7
Poda a los 14 días antes	275	2.907,2
Testigo (sin poda)	289	3.049,4

Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables agronómicas y productivas evaluadas en la variedad de yuca INIAP P-652 “La Rendidora”, sometida a diferentes tratamientos de poda. Lodana, Santa Ana, Ecuador

Fuente de variación	GL	Altura de planta (m)	número de raíz por planta	Peso de raíz por planta (Kg)	peso de follaje total (Kg)	Tiempo de Cocción (min)	Porcentaje de almidón
Bloque	3	0,05	4,44	0,94	2,08	0,1	10,42
Tratamiento	6 (5)	0,03 ns	0,99 ns	0,15 ns	0,42	12,25***	1.630,95***
Intensidad de poda (I)	1	0,02 ns	1,82 ns	0,17 ns	0,51 ns	5,04 ns	759,37**
Días de la poda (D)	2	0,04 ns	0,66 ns	0,27 ns	0,17 ns	19,79***	179,17ns
I x D	2	0,01 ns	1,08 ns	0,09 ns	0,1 ns	14,29*	12,50ns
Poda vs sin poda	1	-	0,62 ns	0,04 ns	1,47 ns	0,29 ns	8.643,01***
Error	18 (15)	0,02	4,73	0,76	0,36	2,23	100,00

*** significativo a $p < 0,001$; **significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns = no significativo; GL = grados de libertad, los números entre paréntesis corresponde a los grados de libertad del ANOVA para la variable altura de planta.

El peso total de follaje en promedio fue de $3,41 \pm 0,7$ kg, el número de raíces promedio estuvo en $10,89 \pm 2,04$ y el peso promedio fue de $4,70 \pm 0,81$ kg por planta y la altura de planta promedio de 2,03 m (Tabla 4). Estos resultados concuerdan con Cenóz y Burgos (2012), que no encontraron diferencias significativas en los rendimientos (número y longitud de las raíces) en el clon “Rocha”, a los 240 días de cosecha, sin embargo, en el clon “Santacatarina”, se incrementó el rendimiento con la poda apical, cuando se cosechó tempranamente; también determinaron que mientras más leves fueron las podas, menos diferencias causaron en el rendimiento respecto a las plantas testigo.

El tiempo de cocción representa el efecto del contenido del almidón y como este puede afectar el estado de las raíces de yuca para el consumo humano. Los tratamientos con poda de 75 % en 14 y 21 días previo a la cosecha (PC) y con poda de 50 % en 21 días PC, registraron los mayores valores de tiempo de cocción, siendo 12:50, 13:25 y 14:00 min, respectivamente. Mientras que el tratamiento con poda de 50 % en 14 días PC registró el menor valor (8:5 min) (Figura 1), desde el punto de vista gastronómico, este tiempo menor permiten mayor eficiencia y menor consumo de recursos energéticos en el preparado de alimentos. De acuerdo con Oliveira *et al.* (2010) la poda en la variedad de yuca “Coqueiro”, mostraron que los promedios de tiempo de cocción de las raíces fueron superiores en las plantas con poda (19 min), en comparación con las plantas testigo (15 min). Mientras que, Folgueras *et*

al. (2012) al evaluar la calidad culinaria de las raíces de la yuca del clon CMC 40, determinaron que en los tratamientos de poda de 50 – 70 cm y testigo no se presentaron problemas de dureza de las raíces en la cocción; también determinaron que al realizar la poda de 10 – 20 cm en 15, 20 y 25 días PC se presentaron problemas de dureza de raíces para la cocción.

En la Figura 1 el tratamiento con poda de 50 % a los 14 días PC (I50-D14), presentó un menor peso de follaje, contenido de almidón y tiempo de cocción; mientras que el testigo presentó un porcentaje de almidón superior de casi el doble (85 %) (Tabla 3). Los tratamientos con poda tendieron a disminuir el contenido de almidón y el tiempo de cocción, siendo más pronunciado en aquellos con intensidad de poda del 75 % de la planta. Resultados similares fueron reportados por Fernandes *et al.* (2020), quienes, al evaluar la influencia de la poda sobre la productividad de almidón y el valor nutricional de la biomasa aérea en clones industriales de yuca adaptados al Cerrado del Brasil Central, determinaron que la poda total realizada a los 12 meses de edad incrementó significativamente el contenido de proteína bruta y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de los brotes, mejorando su valor nutricional; pero con una reducción en el rendimiento de almidón en las raíces, así como en la productividad total de raíces y brotes. Sin embargo, Curcelli *et al.* (2014) encontraron que la poda de los brotes en la variedad IAC-14 antes del reposo fisiológico afectó positivamente el rendimiento y el porcentaje de raíces, sin influir en el contenido de almidón en las raíces.

Tabla 4. Valores promedios (media $\pm$ desviación estándar) de las variables agronómicas y productivas evaluadas en la variedad de yuca INIAP P-652 “La Rendidora”, sometida a diferentes tratamientos de poda. Lodana, Santa Ana, Ecuador

Intensidad de poda (%)	Días de la poda previo a la cosecha	Altura de planta (m)	Número de raíces	Peso de raíces (Kg)	Peso de follaje total (Kg)	Tiempo de cocción (min)	Porcentaje de almidón
50	14	2,08 $\pm$ 0,1	10,00 $\pm$ 0,73	4,51 $\pm$ 0,22	3,19 $\pm$ 0,36	8,5 $\pm$ 1,73	43,75 $\pm$ 7,5
50	21	1,93 $\pm$ 0,1	10,85 $\pm$ 2,24	4,96 $\pm$ 0,77	3,47 $\pm$ 0,14	14 $\pm$ 0,82	33,75 $\pm$ 7,5
50	28	2 $\pm$ 0,14	10,80 $\pm$ 3,12	4,40 $\pm$ 1,45	3,40 $\pm$ 0,97	12 $\pm$ 2	43,75 $\pm$ 14,93
75	14	2,15 $\pm$ 0,19	11,20 $\pm$ 2,64	4,81 $\pm$ 0,88	3,57 $\pm$ 1,08	12,5 $\pm$ 1,29	30 $\pm$ 7,07
75	21	2,05 $\pm$ 0,21	10,60 $\pm$ 1,63	4,86 $\pm$ 0,75	3,48 $\pm$ 0,40	13,25 $\pm$ 1,5	25 $\pm$ 5,77
75	28	1,98 $\pm$ 0,17	11,50 $\pm$ 2,18	4,73 $\pm$ 1,08	3,90 $\pm$ 1,05	11,5 $\pm$ 0,58	32,5 $\pm$ 5
Testigo	-	-	11,25 $\pm$ 1,78	4,62 $\pm$ 0,53	2,84 $\pm$ 0,87	12,25 $\pm$ 1,26	85,0 $\pm$ 12,91
Promedio		2,03 $\pm$ 0,16	10,89 $\pm$ 2,04	4,70 $\pm$ 0,81	3,41 $\pm$ 0,70	12 $\pm$ 2,05	41,96 $\pm$ 20,74
CV (%)		7,00	20,00	18,50	17,50	12,50	23,83

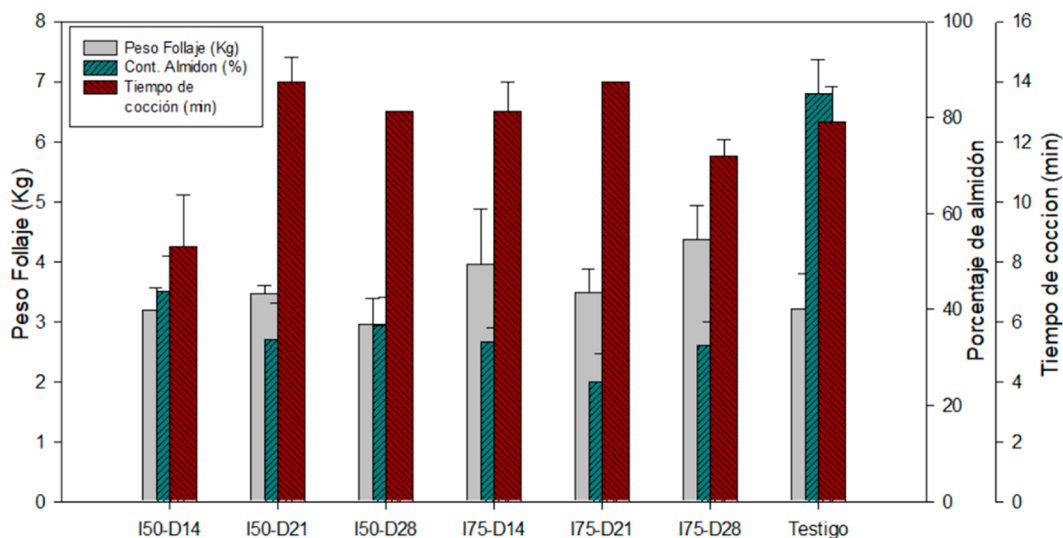


Figura 1. Interacción entre las variables peso de follaje, porcentaje de almidón y tiempo de cocción entre los diferentes tratamientos y el testigo. Las barras corresponden a las medias con la desviación estándar. I= Intensidad de poda (%) y D= Días de la poda previo a la cosecha

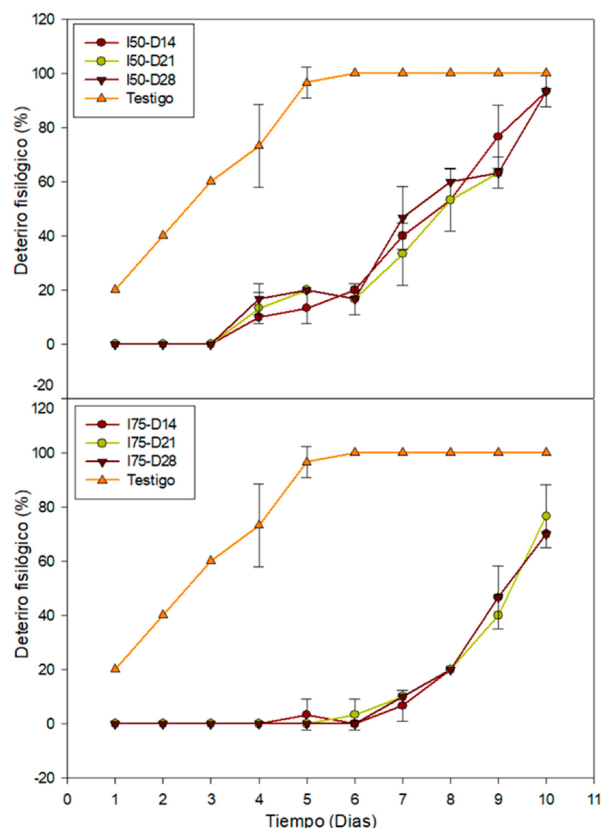


Figura 2. Deterioro fisiológico de la raíz de yuca evaluados en los tratamientos con poda y sin poda durante 10 días después de la cosecha, utilizando la metodología propuesta por Wheatley *et al.* (1985). Los valores corresponden a las medias y las barras a la desviación estándar. I= Intensidad de poda (%) y D= Días de la poda previo a la cosecha

El testigo registró deterioro de la raíz desde el primer día de la evaluación, mientras que las raíces de los tratamientos con poda al 50 % registraron deterioro fisiológico al cuarto día de la evaluación con un promedio de 13,3 % (Figura 2). Los tratamientos con poda al 75 %, mostraron síntomas de deterioro al quinto día de la evaluación (3,3 %). En el sexto día de evaluación las raíces testigo mostraron el 100 % de deterioro fisiológico. Al séptimo día las raíces de plantas con poda del 50 % registran aumento en el deterioro superior a los observados en las raíces de planta con poda del 75 %. Por último, Al décimo día los tratamientos con 75 % de poda registraron deterioro del 72,2 %, mientras que, los tratamientos con 50 % de poda al registraron deterioro del 93,3 % (Figura 2). Estos resultados concuerdan con Burgos *et al.* (2005), quienes mencionan que la cosecha a los 24 días después de la poda (eliminación del follaje a aproximadamente 30 cm del cuello de la planta) retardó el inicio del deterioro, determinando la mayor resistencia al deterioro en los clones Amarilla, Misionera y Cambi. Varios estudios han mostrado que el deterioro fisiológico en las raíces tiene una reducción con las podas en la parte aérea de la planta entre los 14 y 21 días antes de la cosecha (Aristizabal *et al.*, 2007 y Wheatley, 1983).

El tratamiento con poda de 75 % a los 28 días PC (I75-D28) presentó ausencia de deterioro fisiológico hasta el sexto día de la evaluación (Figura 2). Estos resultados muestran el efecto positivo de la poda pre-cosecha en la variedad de yuca INIAP P 652 “La Rendidora”, para reducir el deterioro fisiológico de las raíces en fresco e incrementar la vida útil en percha. Sin embargo, Folgueras *et al.* (2012), determinaron que la poda (plantas podadas entre 10-20 cm por encima de la superficie del suelo) a los 15 días antes de la cosecha en el clon CMC

40, presento deterioro en las raíces (1,60 %) mientras que el testigo presento menor porcentaje deterioro (0,67 %). Por tal motivo, se sugiere que la poda pre-cosecha puede ser útil para la disminución del tiempo de deterioro fisiológico de las raíces de yuca, pero la respuesta al deterioro, puede estar determinada al genotipo de variedad cultivada, el contenido de almidón de las variedades, los días de poda previa a la cosecha y entre otros.

Conclusión

La poda pre-cosecha no afecta los rendimientos, ni el tiempo de cocción de las raíces de yuca de la variedad P-652 “La Rendidora”. El tratamiento con poda al 75 % de la planta realizado a los 28 días previo a la cosecha es la mejor alternativa para conservar raíces de yuca hasta el sexto día después de la cosecha. Estos hallazgos abren nuevas líneas de investigación entre los cuales se recomienda, analizar el efecto de la poda pre-cosecha en distintas variedades de yuca y zonas agroecológicas. De igual forma, es interesante el profundizar en el manejo postcosecha, explorando tecnologías de almacenamiento, empaques y recubrimientos que contribuyan a prolongar la vida útil de la yuca, teniendo en consideración los análisis económicos para determinar la pertinencia comercial y social.

Agradecimientos

Agradecemos al Departamento de Transferencia de Tecnología de la Estación Experimental Portoviejo (EEP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por apoyar en el desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Aguilar Brenes, E., Segreda Rodríguez, A., Saborío Arguello, D., Morales González, J., Chacón Lizano, M., Rodríguez Rojas, L., Acuña Chinchilla, P., Torres Portuguese, S. y Gómez Bonilla, Y. (2017). *Manual del cultivo de yuca Manihot esculenta Crantz*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Aristizabal, J., Sánchez, T. y Mejía Lorio, D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. <https://www.fao.org/4/a1028s/a1028s.pdf>
- Arnold, C. Y. (1959). The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proceed. Am. Soc. Horticult. Sci., Alexandria*, 74, 430-445. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19600303187>
- Booth, R. (1976). *Almacenamiento de raíces de yuca*. Centro internacional de agricultura tropical. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/CIAT_Colombia_000159e.pdf
- Burgos, A. M., Cenóz, P. J., López, A. E. y Rodríguez, S. C. (2005). Efecto de podas y del sistema de almacenamiento sobre factores de calidad de raíces de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Agrotecnia*, (15), 17-21. <https://doi.org/10.30972/agr.015426>
- Burgos, Á. M., Prause, J., Argüello, J. y Cenóz, P.J. (2013). Fenología de los estados vegetativos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en base al tiempo térmico. *Rev. FCA UNCUYO*, 45(1), 43-52. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837652004.pdf>
- Caballero Mendoza, C. A., Enciso Garay, C. R., Tullo Arguello, C. C. y González Villalba, J. D. (2019). *Guía técnica del cultivo de mandioca*. FCA, UNA. <https://www.agr.una.py/ebooks/index.php/edifca/catalog/view/28/27/111>
- Cenóz, P. J. y Burgos, A. M. (2012). Efecto de las podas pre-cosecha en plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en Corrientes, Argentina. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (3), 550-558. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12063>
- Cobeña Ruiz, G., Avellán Cedeño, B., Mendoza García, A., Cañarte Bermúdez, E., Cárdenas Guillen, F., Zambrano Zambrano, E., Navarrete Cedeño, J. y Limongi Andrade, R. (2020). Variedad de yuca P-652 “La Rendidora”. Plegable 450. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5584/1/iniapeep2020PD450LARENDIDORA.pdf>
- Curcelli, F., Bicudo, S. J., Aguiar, E. B. y Valdiviá, M. I. (2014). Pruning management of cassava for animal feeding: parameters of the root. *African Journal of Agricultural Research*, 9(16), 1238-1243. <http://hdl.handle.net/11449/137558>
- Fernandes, F. D., Guimarães Junior, R., Vieira, E. A., Fialho, J. F. y Malaquias, J. V. (2020). Pruning as a strategy to improve the nutritional value of the aerial parts of industry-purpose cassava clones. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 21, e2121082020. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402121082020>
- Fernández, L. y Cerratos, M. (2017). *Cartilla tecnológica del cultivo de yuca en el litoral atlántico de Honduras*. Editorial DICTA. <https://repositorio.iica.int/server/api/core/bitstreams/ba945816-0240-4811-954a-6af033f8497c/content>
- Folgueras Montiel, M., Rodríguez Morales, S., Maza Estrada, E. y Oliva, M. (2012). Cosecha, beneficio y conservación de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). I. Efecto de la poda de las plantas y tratamiento químico de las raíces sobre su deterioro. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 542-549. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4689087>
- Hinostroza García, F., Mendoza García, M. V., Navarrete Párraga, M. y Muñoz Conforme, X. (2014). *Cultivo de yuca en Ecuador*. Boletín Divulgativo N° 436.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5214/1/INIAPEEPbd436.pdf>
- Medina, R. D., Burgos, A. M., Michellod, M. y Cenóz, P. J. (2017). Cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en invernadero: efectos sobre el rendimiento y la calidad de raíces tuberosas. *Interciencia*, 42(8), 515-521. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/515.pdf>
- Medina Jiménez, S., García Toro, L., Vélez Pasos, C., Alonso Alcalá, L. y Fernández Quintero, A. (2013). Estudio comparativo de conservación de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) recubiertas con cera natural y parafina. *Informador Técnico*, 77(1), 17-21. https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/40
- Meneses Portilla, K., Santacruz Terán, S. y Coloma Hurel, J. (2017). Conservación de yuca (*Manihot esculenta*) con recubrimiento a base de harina de cáscara de plátano. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 40(2), 95-104. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702017000200006
- Oirschot, Q. E. A., O'Brien, G. M., Dufour, D., El-Sharkawy, M. A. y Mesa, E. (2000). The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. *Journal of the science of food and agriculture*, 80(13), 1866-1873. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200010\)80:13<1866::AID-JSFA718>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200010)80:13<1866::AID-JSFA718>3.0.CO;2-H)
- Oliveira, S. P., Viana, A. E. S., Matsumoto, S. N., Cardoso Júnior, N. S., Sedyama, T. y São José, A. R. (2010). Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agrônômicas da mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá*, 32(1), 99-108. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.922>
- R Development Core Team (2022). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>
- Salcedo, A. y Siritunga, D. (2011). Insights into the physiological, biochemical and molecular basis of postharvest deterioration in cassava (*Manihot esculenta*) roots. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1(4), 414-431. <https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1080>
- Sotelo, R. y Acevedo, G. (2012). Conservación de las raíces frescas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) aplicándole el proceso de parafinado. *Nexo Revista Científica*, 21(2), 48-53. <https://doi.org/10.5377/nexo.v21i2.874>
- Uarrota, V., Nunes, E., Martins, L., Oliveira, E., Coelho, B., Moresco, R., Garcia, M., Sánchez T., Luna J., Dufour, D., Ceballos, H., Becerra, L., Hershey, C., Rocha, M. y Maraschin, M. (2016). Toward better understanding of postharvest deterioration: biochemical changes in stored cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. *Food Science & Nutrition*, 4(3), 409-422. <https://doi.org/10.1002/fsn3.303>
- Uarrota, V., Stefen, D., Souza, C., Coelho, C., Moresco, R., Maraschin, M., Sánchez-Mora, F. D., Nunes, E., Neubert, E. y Peruch, L. (2017). Advances in understanding cassava growth and development In: C. Hershey (Ed.), *Achieving sustainable cultivation of cassava* (pp.23-27). Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <https://doi.org/10.19103/AS.2016.0014.03>
- Wheatley, C. (1983). *Almacenamiento de raíces frescas de yuca: guía de estudio*. Editorial CIAT. <https://acortar.link/Za4nkV>
- Wheatley, C., Lozano, C. y Gómez, G. (1985). Post-harvest deterioration of cassava roots. In: J. H. Cock, & J. A. Reyes (Eds.), *Cassava: research, production and utilization* (pp. 655-671). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://hdl.handle.net/10568/54615>
- Zainuddin, I. M., Fathoni, A., Sudarmonowati, E., Beeching, J. R., Gruijssem, W. y Vanderschuren, H. (2018). Cassava post-harvest physiological deterioration: From triggers to symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, 142, 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.09.004>

