



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA DE AGRONOMÍA**

TRABAJO DE TESIS

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA PODA PRE-COSECHA EN LA PERECIBILIDAD
DE LAS RAÍCES FRESCAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE UN
MATERIAL PROMISORIO DEL INIAP”**

AUTORAS:

**MOREIRA ALCÍVAR GEMA JAMILETH
PICO MOREIRA CRISTINA MARISOL**

DIRECTOR DE TESIS

Ing. FERNANDO DAVID SÁNCHEZ MORA, *Ph.D*

CO- DIRECTOR

Ing. BENNY ALEXANDER AVELLAN CEDEÑO Mg.

SANTA ANA- MANABÍ- ECUADOR

2022

Dedicatoria

A Dios por la vida, por ser mi guía y maestro de muchas cosas, de que en esta vida todo sacrificio tiene su recompensa y que hoy está reflejado en este trabajo de tesis, que por el estoy aquí ante mis padres y docente demostrando que si se puede.

A mis padres a quienes dedico de todo corazón este trabajo, porque verme realizada como una ingeniera fue su mayor sueño y hoy se los he cumplido y esto es para ellos, solo me queda decirles Aquí esta su hija cumpliendo lo que tanto anhelaron.

A mi esposo que lo amo y gracias por siempre estar en las buenas y malas, cuando más necesite de él, por siempre apoyarme en todo momento y por ayudarme a conseguir este título, no fue fácil, pero gracias a él lo logre.

A mis suegros por ser muy pacientes conmigo, por cada mañana ser ese reloj despertador y decir, siga que la vida continua, que no falta mucho ¡vamos que si puede !

A mis abuelos, en especial a mi bello ángel del cielo Marcos que desde el cielo es el más orgulloso de verme realizada como una profesional y a los que están aquí conmigo no me queda decir más que ¡GRACIAS INFINITA !

A mi hermano por quien nunca tire la toalla, para que se sienta orgulloso de mi y que siga mi ejemplo y que su hermana lo ama infinitamente.

A mis tíos por siempre confiar en mí, ser mi apoyo y enseñarme que el que persevera alcanza.

A mi amiga, hermana, y comadre por ser siempre mi apoyo de cada mañana tanto como en la universidad y en la vida diaria, que la amo y que sin ella no sería lo que soy hoy.

A Carla, Walter, Alicia, Luis Alfonzo, Cristina, María Mercedes, mis compañeros de muchas cosas, pero en especial de risas, sueños, éxitos y sobre todo de aula, gracias por siempre contar con ustedes cuando más lo necesite.

A Erika, Ceci, Lili por estar siempre dándome esa fuerza y apoyo incondicional y de seguir siempre adelante y nunca decaer y gracias por su bonita y verdadera amistad de años.

GEMA J. MOREIRA ALCIVAR

Dedicatoria

A Dios que supo guiarme por el camino correcto y ayudarme a superar uno a uno cada obstáculo que se presentó en algún momento de la vida y sobre todo por darme salud, fuerza y mucha paciencia para llegar al propósito que en alguna vez me propuse como estudiante desde el día que ingresé a la universidad.

A mis padres en especial a mi madre Mercedes Moreira por todo su apoyo, por apoyarme desde siempre y así ayudarme a seguir adelante, por creer en mi en todo momento de mi vida y por aportar con cada uno de sus ejemplos dignos y de superación que me han ayudado alcanzar mi meta propuesta y por estar en los momentos más difíciles y fáciles de mi vida.

A mi esposo y a mi hijo que son el motor para salir adelante día tras día en los caminos llenos de muchas dificultades que de no ser por ustedes no podría salir adelante y alcanzar mi meta propuesta.

A mis amigos Gema, Luis, Mercedes, Carla, Alicia y Walter por darme saber que cuento con verdaderos amigos estando hay en todo momento en el aula de clases y por estar hay en las buenas y en las malas dando la mano de un buen amigo.

CRISTINA M. PICO MOREIRA

Agradecimiento

Agradezco a Dios por ser mi principal fortaleza y mi mejor guía en el ámbito profesional y en mi vida cotidiana.

A mis padres quienes me dieron la vida y su amor único e incondicional, por ser mi fortaleza y mi apoyo en estos años de estudio, por cada día darme fuerzas cuando ya quería desmayar y dejar todo, y fueron ellos quienes estuvieran siempre para mí.

A mi esposo por su amor incondicional y comprensión día a día por haber estado en los más duros años de estudio y sobre todo por ayudarme y no dejarme decaer en ningún momento.

A mis abuelos por ser siempre una mano más y nunca dejarme sola en ningún momento de mi vida y ser ese rayito de luz del cual siempre me empujaron al éxito.

A mi hermano por ser mi pieza fundamental y quien debo y doy mi ejemplo de estudio y superación.

A mis suegros, mis segundos padres que día a día dieron lo mejor de ellos para que me convirtiera en una profesional y ser su mayor orgullo.

A mi hermana, comadre y amiga quien nunca dudo en extenderme su mano y darme su amor y amistad incondicional y su mayor apoyo en todo momento.

A la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ Y A LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA** por haberme acogido y dado la mejor enseñanza día a día y sobre todo haber brindado una educación de excelencia y calidad.

A mis docentes quienes dieron lo mejor de ellos con sus enseñanzas en el aula.

A mi compañera de tesis quien me enseñó el verdadero el verdadero significado del compañerismo en los años de estudio y por su esfuerzo de salir adelante las dos y ser unas grandes ingenieras.

A mi tutor de tesis Dr. Fernando Sánchez por compartir sus conocimientos con nosotros y ser nuestra guía de alcanzar el éxito y ser mejor persona tanto profesional como humanamente.

GEMA J. MOREIRA ALCIVAR

Agradecimiento

A Dios por permitirme llegar alcanzar mi meta y hacerme más fuerte día tras día, dándome salud, paciencia y la fuerza para llegar a mi meta soñada.

A la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ** y en especial a la **FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**, por darme la oportunidad de una educación de calidad la cual he llegado a obtener todos los conocimientos profesionales del día a día.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por habernos prestado sus instalaciones para la realización del nuestro proyecto y asimismo al Ing. Benny Avellan por compartirnos todos sus conocimientos en el campo.

A mis padres que en todo momento me apoyaron para seguir adelante día tras día y también agradecerles a mis padres políticos por toda la ayuda brindada durante todo el proceso de mi formación profesional.

A mi esposo por brindarme todo el apoyo en estos años de estudio que con su esfuerzo día a día hizo sea la persona que hoy soy gracias a él.

A mi hermoso hijo, Christopher que ha sido el motivo por el cual luché día tras día y por darme la fuerza necesaria para seguir adelante superándome y ser una persona de bien ante toda la sociedad.

A mi tutor de tesis Dr. Fernando Sánchez quien con sus altos conocimientos y con sus experiencias, motivación y mucha paciencia ha hecho que hoy podamos culminar esta hermosa etapa de la vida.

CRISTINA M. PICO MOREIRA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO

Ing. Agr. FERNANDO SÁNCHEZ MORA, *Ph.D.* Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifica:

Que el trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LA PODA PRE-COSECHA EN LA PERECIBILIDAD DE LAS RAÍCES FRESCAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE UN MATERIAL PROMISORIO DEL INIAP”**,

es trabajo original realizado por las estudiantes **MOREIRA ALCIVAR GEMA JAMILETH Y PICO MOREIRA CRISTINA MARISOL**, el cual fue realizado bajo mi tutoría.

Ing. Agr. FERNANDO SÁNCHEZ MORA, *Ph.D.*

DIRECTOR DEL TRABAJO

CERTIFICACIÓN DEL REVISOR DEL TRABAJO

Ing. Liliana Corozo Quiñónez, Ph. D. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifica:

Que el trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LA PODA PRE-COSECHA EN LA PERECIBILIDAD DE LAS RAÍCES FRESCAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE UN MATERIAL PROMISORIO DEL INIAP”**, es trabajo original realizado por las estudiantes **MOREIRA ALCIVAR GEMA JAMILETH Y PICO MOREIRA CRISTINA MARISOL**, el cual fue realizado bajo mi tutoría.

Ing. Liliana Corozo Quiñónez, Ph. D.

REVISOR DEL TRABAJO

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Seguimiento y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

GEMA JAMILETH MOREIRA ALCIVAR Y CRISTINA MARISOL PICO MOREIRA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de las autoras.

GEMA JAMILETH MOREIRA ALCIVAR

CRISTINA MARISOL PICO MOREIRA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN/ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. OBJETIVOS	7
2.1. Objetivo general.....	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1. Origen y distribución de la yuca	8
3.2. Principales países productores y consumidores de yuca.....	9
3.4. Producción de yuca en Ecuador	11
3.5. Aprovechamiento de la planta y vida útil de la raíz en percha	14
3.6. Poda y su influencia en la calidad de la raíz de la yuca.....	16
3.7. Componentes de la calidad de la raíz de la yuca	19
3.8. Composición nutricional de la yuca	19
3.9. Características físico-química del almidón de yuca	20
3.10. Métodos previos a la cosecha	20
3.11. Métodos posteriores a la cosecha	20
4. METODOLOGÍA	22
4.1. Localización del sitio experimental y características edafoclimáticas	22
4.2. Material vegetal siembra.....	23
4.3. Factores tecnológicos en estudio y tratamientos	23
4.4. Características del campo experimental.....	24
4.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	24
4.6. Desarrollo específico del experimento	25
4.6.1. Preparación del terreno	25
4.6.2. Selección y eliminación de estacas	26
4.6.3. Siembra	26
4.6.4. Control de malezas	27
4.6.5. Fertilización edáfica	27
4.6.6. Control de plagas	28
4.6.7. Podas	28
4.6.8. Cosecha y postcosecha	28

4.7.	Variables	29
4.7.1.	Número y pesos de raíces por planta:.....	29
4.7.2.	Contenido de materia seca:	29
4.7.3.	Contenidos de almidón:	30
4.7.4.	Días del deterioro fisiológico postcosecha:.....	30
4.7.5.	Tiempo de cocción:.....	31
4.7.6.	Contenido de ceniza:	31
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
8.	ANEXOS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción significativa entre la intensidad y época de la poda en la variable tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	37
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). Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características edafoclimáticas	22
Tabla 2. Características de campo.....	24
Tabla 3. Diseño experimental	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios del número de raíz por planta, peso de la raíz, altura de planta, peso del follaje al momento de la poda, a la cosecha y total de un material promisorio de yuca (Manihot esculenta Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	33
Cuadro 2. Contrastes ortogonales entre grupos de tratamientos con poda vs sin poda para el número de raíz por planta, peso de la raíz, altura de planta, peso del follaje a la cosecha y total de un material promisorio de yuca (Manihot esculenta Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	34
Cuadro 3. Promedios de los contenidos de materia seca, almidón, ceniza y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (Manihot esculenta Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	35
Cuadro 4. Contrastes ortogonales entre grupos de tratamientos con poda vs sin poda para los contenidos de materia seca, almidón, ceniza y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (Manihot esculenta Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021..	38

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de raíz en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	50
Anexo 2. Análisis de varianza del peso de raíz en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.	50
Anexo 3. Análisis de varianza del peso de follaje a la cosecha en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	51
Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de planta en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	51
Anexo 5. Análisis de varianza peso de follaje al momento de la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	52
Anexo 6. Análisis de varianza del total del peso de follaje en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	52
Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de materia seca en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	53
Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de almidón en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	53
Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de ceniza en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	54
Anexo 10. Análisis de varianza del tiempo de cocción de las raíces en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.....	54

ÍNDICE DE ABREVIACIONES

- AMPU: Unidad de Proceso Móvil Autónomo.
- CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- CICO: Centro de Información e Inteligencia Comercial.
- CORPEI: Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones.
- DADTCO: Empresa holandesa de comercio y desarrollo agrícola.
- ESPAC: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- IQF: Sistema de congelación rápida individual.
- PPD: Deterioro fisiológico postcosecha.
- USAID: Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Resumen

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo de mucho interés para los pequeños productores de la Provincia de Manabí, ampliamente usada en la gastronomía para la elaboración de productos alimenticios, tales como: encebollado de pescado, tortillas, muchines, entre otros. Altos contenidos de almidón están relacionados con el rápido deterioro fisiológico de la raíz de yuca, lo que provoca un ennegrecimiento y pérdida de la calidad de raíz. La poda pre-cosecha podría reducir los contenidos de almidón en la raíz. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la intensidad y época de poda en la variedad de yuca INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”, para reducir los contenidos de almidón en la raíz y alargar el período de vida útil en fresco. El ensayo fue realizado el año 2020, en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada a 01°07'62" S; 80°24'34" O y 60 m.s.n.m. Fueron estudiados dos porcentajes de poda en el follaje (50 y 75% de la planta desde la parte apical hacia abajo) y tres épocas de poda antes de la cosecha (14, 21 y 28 días), más un testigo (sin poda). Se utilizó un DBCA con arreglo factorial (2 x 3) + 1 testigo y cuatro repeticiones. Fueron registradas las variables: Número de raíz por planta, peso de la raíz (kg), altura de planta (m), peso del follaje (kg), contenidos de materia seca (%), almidón (%) y ceniza (%), tiempo de cocción (min) y deterioro fisiológico de raíces (días). Las raíces de yuca registraron un promedio 4,69 kg por planta. Las plantas en promedio alcanzaron una altura de 2,03 m con 3,41 kg de follaje. El testigo registró los mayores contenidos de almidón (85%), seguido de los tratamientos con poda del 50% (40,42%) y poda del 75% (29,17%). La época de poda no registró diferencias significativas en la reducción de los contenidos de almidón. El tratamiento sin poda registró deterioro de la raíz desde el primer día de la evaluación después de la cosecha, mientras que los tratamientos con poda del 50 y 75% de la planta, presentaron deterioro en la raíz a partir del cuarto día con valores promedios de 13,3 y 3,3%, respectivamente. La intensidad de la poda pre-cosecha en la planta de yuca realizada en cualquier periodo antes de la cosecha reduce los contenidos de almidón de la raíz hasta un 41% en relación al testigo sin poda y alarga el periodo de vida útil.

Palabras claves: La Rendidora, deterioro fisiológico, épocas de poda, intensidad de poda

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a crop of great interest to small producers in the Province of Manabí, widely used in gastronomy for the production of food products, such as: encebollado de pescado, tortillas, muchines, among others. High starch contents are related to the rapid physiological deterioration of the cassava root, which causes a blackening and loss of root quality. Pre-harvest pruning could reduce starch content in the root. The research aimed evaluate the effect of the intensity and pruning season in the cassava variety INIAP Portoviejo 652 "La Rendidora", to reduce the starch content in the root and lengthen the useful life period when fresh. The experiment was carried out during 2020, at the Portoviejo Experimental Station of the INIAP, located at 01° 07' 62" S; 80° 24' 34" W and 60 msnm. Two percentages of pruning in the foliage (50 and 75% of the plant from the apical part down) and three pruning times before harvest (14, 21 and 28 days), plus a control (without pruning) were studied. A DBCA with factorial arrangement (2 x 3) + 1 control and four repetitions was used. Were recorded the variables: number of roots per plant, root weight (kg), plant height (m), foliage weight (kg), dry matter content (%), starch (%) and ash (%), cooking time (min) and physiological deterioration of roots (days). Cassava roots registered an average of 4.69 kg per plant. The plants reached an average height of 2.03 m with 3.41 kg of foliage. The control registered the highest starch content (85%), followed by the treatments with pruning of 50% (40.42%) and pruning of 75% (29.17%). The pruning times did not register significant differences in the reduction of the starch content. The treatment without pruning registered root deterioration from the first day of the evaluation after harvest, while the treatments with pruning of 50 and 75% of the plant, showed deterioration in the root from the fourth day with average values of 13.3 and 3.3%, respectively. The intensity of the pre-harvest pruning of the cassava plant carried out in any period before the harvest reduces the starch content of the root by up to 41% in relation to the control without pruning and lengthens the useful life.

Keywords: La Rendidora, physiological deterioration, pruning times, pruning intensity.

1. INTRODUCCIÓN/ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un arbusto nativo de Suramérica conocido por presentar un ciclo de vida perenne que se establece en zonas tropicales y subtropicales en países de América, Asia y África (Viteri, 2014). Este tubérculo es una importante fuente de alimentos en los trópicos y proporciona la tercera producción más alta de carbohidratos entre las plantas de cultivo, mientras que es el primero en uso industrial diversificado y una excelente fuente de forraje proteico y energía (Cenóz y Burgos, 2012).

La yuca, pertenece a la familia Euphorbiaceae y consta aproximadamente de 7.200 especies que se caracterizan por el desarrollo de vasos laticíferos compuestos por galactocitos que producen una secreción lechosa. Su centro de origen genético está ubicado en la Cuenca Amazónica (Medina *et al.*, 2013). Dentro de esta familia encontramos varios tipos arbóreos como el caucho (*Hevea brasiliensis*); arbustos como el ricino o higuera (*Ricinus communis*) y abundantes plantas ornamentales, medicinales y malezas además del género *Manihot*. El nombre científico de la yuca fue dado por Crantz en 1766. Posteriormente, Pohl en 1827 y Pax en 1910 la recalificaron en dos especies diferentes:yuca amarga *Manihot utilissima* y yuca dulce *M. aipi*. (Aguilar *et al.*, 2016).

Se han descrito alrededor de 98 especies del género *Manihot*, y sólo la yuca de reproducción alógama y estructura genética heterocigótica, se han convertido en la principal forma de multiplicación por estacas y no por semilla. La yuca acoge diferentes nombres comunes: yuca en el norte de América del Sur, América Central y las Antillas, mandioca en Argentina, Brasil y Paraguay, cassava en países anglo parlantes, guacamote en México, aipi y macacheira en Brasil y mhogo en swahili en los países de África oriental (Rico y Peralta, 2020).

La yuca es una especie que se adapta a la variabilidad climática, siendo cultivada en todo el mundo en una amplia gama que va desde los 30° de latitud Norte a los 30° de latitud Sur. La ocurrencia de las fases de desarrollo depende de factores relacionados con la diferencias varietales, condiciones ambientales y prácticas culturales. A bajas temperaturas el crecimiento es lento y la tasa de fotosíntesis disminuye. La disminución de la temperatura, reduce el área foliar debido a la

menor producción de hojas y la reducción del tamaño, aunque se aumenta la longevidad de las hojas (INIAP, 2014).

Una de las características de las raíces de la yuca es que son muy susceptibles al deterioro fisiológico, porque después de dos o tres días de cosecha no son aptas para el consumo. Sin embargo, la poda tiene múltiples usos en la yuca, además, su aplicación varios días antes de la cosecha puede reducir el deterioro fisiológico, también depende mucho de la variedad de la yuca, se puede decir que plantas con menor contenido de materia seca son más tolerantes. El valor económico que ofrecen todos los productos derivados de la yuca, tiene ventajas como 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).

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).

En las raíces se produce el deterioro microbiano, que es causado por microorganismos saprofitos o patogénicos que utilizan los carbohidratos y otros nutrientes de las raíces, que están presentes en el suelo y entran en él, principalmente a través de las lesiones durante las cosechas (Caballero *et al.*, 2019). El ataque es caracterizado por una pudrición acuosa que presenta una maceración de los tejidos de la raíz y fermentación (Ospina y Ceballos, 2002). Se han propuesto diferentes alternativas para extender la perecibilidad de las raíces de yuca en fresco por más tiempo, ya sea implementación de técnicas de conservación o infraestructura apropiada

Se espera que la producción mundial de yuca aumentará y su uso aumente cerca de 18% durante la próxima década. El crecimiento en las regiones de ingresos bajos, podría ser 1.7% al año, mientras que en los países con mayor industrialización esperan una ligera reducción anual. Se aspira que el uso global de la tierra aumente levemente a 71 millones de hectáreas (Mha), pero habrá algunos cambios regionales. Sin embargo, se estima que aumente el cultivo en los países del continente africano, mientras que en Europa y América habrá reducciones (FAO, 2019).

Para el año 2029 se pronostica que los cultivos de raíces entren a formar parte de las dietas mundiales con una cantidad de 1,5 kg/cápita año, sobre todo a los consumidores de África donde la ingesta per cápita de raíces y tubérculos llegara a superar el 41 kg al año (OCDE - FAO, 2020).

La yuca es un cultivo constante con alta producción de raíces de reserva, que luego es utilizada como fuente de carbohidratos, y el follaje se usa para la producción de harinas con alto contenido de proteínas. Las características de este cultivo permiten su uso total; el tallo para su propagación vegetativa, sus hojas para producir harinas y las raíces de reserva para consumir en fresco, la agroindustria o la exportación. Consta de altas cantidades de minerales (Folgueras *et al.*, 2012). A pesar de su amplio uso y gran versatilidad, presenta alta perecibilidad de las raíces convirtiéndolo en un elemento que limita su comercialización en fresco, originando pérdidas económicas a los productores. Asimismo, los altos contenidos de materia seca y almidón presentes en las raíces de yuca provocan un rápido deterioro después de la cosecha (Figueiredo *et al.*, 2018).

Los tubérculos son plantas que producen almidón, ya de sus raíces o de sus tallos. Se lo deriva especialmente para consumo humano, al igual que la mayoría de los demás cultivos básicos, también pueden emplearse como forraje animal o para procesamiento industrial, para la producción de almidón, alcohol y bebidas fermentadas (Sotelo y Acevedo, 2009).

Actualmente, la yuca se puede utilizar como cultivo multipropósito, tanto como raíces reserva, las hojas son utilizadas para la alimentación de las personas o de animales. Las raíces pueden abastecer a otras industrias como de la elaboración de alcohol a partir del almidón y para la producción papel y maderas prensadas entre muchos destinos (Fernández y Cerratos, 2017).

La yuca puede utilizarse como cultivo multipropósito, destinándose tanto las raíces como las hojas para la alimentación humana o animal (Barreto, 2011). Las raíces son utilizadas en abastecer diversas industrias como textil, la elaboración de alcohol a partir del almidón y para la elaboración de subproductos de la industria del papel y maderas prensadas entre numerosos destinos. A pesar de su amplio uso y aprovechamiento presenta alta perecibilidad de las raíces siendo esto un factor limitante para su comercialización en fresco, causando pérdidas económicas a los productores

(Figueiredo *et al.*, 2018). Los altos contenidos de materia seca y almidón presentes en las raíces de yuca provocan un rápido deterioro después de la cosecha, lo que puede provocar pérdidas económicas. En la literatura se relatan tecnologías económicas y prácticas que pueden ser aplicadas para reducir estos contenidos de almidón, que muchas veces no son socializados.

La poda de la planta de yuca previo a la cosecha reduce los contenidos de almidón en las raíces, como constata en varios trabajos científicos. (Aristizabal *et al.*, 2007), estudiando el efecto de la poda en raíces adheridas al tallo y en raíces desprendidas al momento de la cosecha, encontraron que a medida que aumenta el tiempo transcurrido entre la poda y la cosecha, el deterioro fisiológico disminuye en ambos casos. Así también, (Cenóz y Burgos, 2012), observaron reducciones en los niveles de almidón del 79% al 63%, y un aumento en los niveles de azúcares solubles totales del 8% al 18%, en las raíces de yuca cosechadas hasta 14 días después de la poda, dichos autores afirman que estos cambios se deben a la movilización de azúcares para los nuevos brotes. Resultados similares fueron observados por (Oirschot *et al.*, 2000), en seis cultivares de yuca, el contenido de almidón en las raíces cosechadas hasta 15 días después de la poda disminuye linealmente.

En base a lo expuesto es evidente que la época e intensidad de poda es beneficiosa en el buen manejo postcosecha, ya que permite alargar el tiempo de vida útil en percha de las raíces. En nuestro país existe escasa información científica sobre este tema, a pesar de que muchos agricultores aplican la poda, de una manera empírica y muchas veces no sustentada, por lo cual este trabajo buscó disponer de estudios actualizados sobre podas en yuca y su influencia en la perecibilidad de las raíces frescas, mediante la validación de esta tecnología y obtener una recomendación para productores de variedades de yuca con altos contenidos de materia seca.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la intensidad y la época de poda precosecha en la perecibilidad y calidad de las raíces frescas de yuca en un material promisorio del INIAP.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la mejor intensidad de poda del cultivo de yuca antes de la cosecha.
- Identificar la época de poda más adecuada en el cultivo de yuca previo a la cosecha.
- Evaluar el tiempo de vida útil de las raíces frescas de yuca después de la cosecha de cada tratamiento.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen y distribución de la yuca

La yuca es originaria de la región amazónica, con centros de diversidad primarios en Brasil y América Central. En la actualidad, es cultivada en zonas tropicales y sub tropicales del mundo entre 30°N y 30°S (Ospina y Ceballos, 2002). Sin embargo, en parte norte de Brasil se han encontrado especies taxonómicamente más afines a *Manihot esculenta*. En las áreas donde comúnmente se da la mayor diversidad de especies son las partes centrales, norte y oeste de Brasil, la zona sur de México y Bolivia (León, 1987).

Según Gómez citado por Mildestein (2014), el lugar exacto de origen de la yuca está aún bajo la discusión. Varios autores dan lugar a Brasil como el centro de origen, donde existen la mayoría de las especies del género *Manihot*. Sin embargo, otros autores comentan que no existen suficientes evidencias arqueológicas que confirmen la domesticación de este cultivo en el país suramericano. Otra posible hipótesis es América Central y el Caribe, donde existen aproximadamente 17 especies y en México han sido encontradas hojas de yuca desde hace 2500 años.

Para la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la yuca es un cultivo de mucha adaptación ya que es sembrada desde el nivel del mar hasta los 1.800 metros sobre el nivel del mar, a temperaturas comprendidas entre 20° y 30°C, con una óptima de 24°C; una humedad relativa entre 50 y 90 por ciento, con una óptima de 72 por ciento; y una precipitación anual de entre 600 y 3.000 milímetros, con una óptima de 1.500 milímetros (USAID, 2010).

3.2. Principales países productores y consumidores de yuca

En la actualidad, la yuca es uno de los alimentos más consumidos por su importancia en la dieta en África, Asia y América, además ha ido en aumento unida a su expansión en las categorías de productos que utilizan este tubérculo como materia prima. Estos productos requieren poca inversión e insumos y garantiza a los agricultores gran flexibilidad para organizar la cosecha, pues este cultivo puede dejarse en la tierra hasta mucho después de alcanzar la maduración. La yuca es tolerante a condiciones climatológicas erráticas, incluso la sequía, la parte importante de las estrategias es la adaptación de la misma al cambio climático. En comparación con otros alimentos básicos, la yuca compite de manera favorable en términos de precio y diversidad de usos (Canales y Trujillo, 2021).

Las regiones productoras más grandes de raíces y tubérculos en la actualidad son: Asia (95 Mt) y África (90 Mt). En África Subsahariana, las raíces cumplen un papel importante como cultivo alimentario básico. A nivel mundial aproximadamente 124 Mt se utilizan como alimentos, 55 Mt como forraje y 55 Mt para diferentes usos, principalmente para combustible y almidón. Debido a que el carácter percedero de los cultivos no genera un gran volumen de comercio internacional de los productos frescos, estos productos llegan a ser autosuficientes, en lo actual se comercializan internacionalmente 14 Mt principalmente de forma procesada o seca (OCDE - FAO, 2020).

La producción mundial de raíces y tubérculos en el 2019 alcanzó 237 Mt, 3 Mt más que en el 2018, estas cantidades se las consumieron principalmente para fines alimenticios. En el 2019 los rendimientos fueron favorables en muchas regiones productoras y a la vez desfavorables ya que se debilitaron los precios de los mismo, las cantidades que se comercializaron a nivel mundial se elevaron 0,5 Mt (OCDE - FAO, 2020).

Centroamérica se ha convertido en líder de las exportaciones de raíces frescas de yuca a Estados Unidos y Europa, esta es consumida mayormente por grupos latinos radicados en esos países, mientras el mayor exportador mundial es Tailandia con 88,5 por ciento del total. Más del 60-70% de los suministros de la yuca todavía se destina para comidas tradicionales, la capacidad de la

industria de almidón de yuca está aumentando significativamente, sobre todo en el suroeste de Brasil, seguido por Colombia, Venezuela y recientemente Paraguay (López *et al.*, 2017).

Los exportadores mundiales son de Asia, África, América Latina y el Caribe, particularmente; Brasil con 3,5 %, Indonesia con 3,3 % y otros exportadores pequeños como; China, Ghana, Madagascar, Nigeria y Tanzania, siendo Europa el principal importador de yuca seca a nivel mundial, seguido de cerca de Asia, con participación del 55 % y 43 %, incluyendo China que creció un 36 %, los Países Bajos 7% y España 6%. Los países con mayor desempeño como mercados objetivo de yuca, debido a que combinan en mejor medida, crecimiento y volumen de sus importaciones y el total y per cápita de su consumo interno son, sucesivamente; Países Bajos, China, España, Corea del Sur, Portugal, Singapur, Reino Unido, Francia, Estados Unidos de América, Indonesia 3,3 %, Vietnam 2,6 %, Brasil 3,1 % y Tailandia 87 (OECD, 2021).

3.3. Cultivo de yuca en Ecuador

De acuerdo con datos del Centro de Información e Inteligencia Comercial y la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CICO-CORPEI, 2009), en Ecuador se ha estado cultivando desde mucho antes de la Colonia, especialmente en las llanuras tropicales localizadas en todas las provincias del país, incluso en Galápagos. Posee numerosas ventajas para los agricultores de bajos ingresos, el cultivo requiere de pocos fertilizantes, plaguicidas y agua, pudiendo cosecharse entre los 8 y 24 meses después de haberla plantado.

Intriago y Muñoz (2014), menciona que en Manabí el mayor porcentaje de productores de yuca está constituido por pequeños agricultores de escasos recursos, que la siembran como cultivo de subsistencia en superficies de 0.25 a 5.0 hectáreas, sin utilización tecnologías mejoradas y de preferencia intercalada con maíz; de tal manera para optimizar los rendimientos, se debe hacer mediante técnicas muy sencillas, baratas y de fácil aplicación, considerando además que la siembra se la hace en áreas de baja fertilidad y poca precipitación.

3.4. Producción de yuca en Ecuador

En los datos arroja la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), no destaca la yuca como principal cultivo, quedando por debajo de la caña de azúcar, el arroz, el banano, la papa, el maíz y la palma africana (ESPAC, 2020). Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el total de la superficie de yuca sembrada en Ecuador ha sido mayor en la Región Amazónica con un 23,89 %, seguida de la Región de la Sierra con un 25,29%, y la Costa con un 15,09% (INEC, 2020). Por otra parte, la ESPAC (2020), arroja que para ese año la superficie de yuca sembrada fue de un total de 15.410 hectáreas, de las cuales fueron cosechadas 14.962 (Ha) lo que generó una producción anual de 64.273 toneladas métricas.

Actualmente el mercado de yuca ocupa el 59% en alimentación, un 22% para concentrados para animales, un 6% para usos industriales, en especial la producción de almidón, con un 13% de pérdidas postcosecha, sin embargo, la yuca en trozos y en gránulos continuará siendo el principal producto objeto de comercio, por otra parte, la producción mundial de almidón industrial y sus derivados se encuentra en fase de expansión. El incremento mundial de los costos de producción de envases de vidrio para bebidas y fármacos, hacen que el almidón sea una opción demasiado válida por su condición hidrosoluble y no contaminante, para la producción de estos envases, dentro de un amplio mercado cautivo mundial (FAOSTAT, 2021).

En la actualidad la yuca es uno de los productos básicos más importante después del arroz, el trigo y el maíz y es uno de los componentes básicos en la dieta de millones de personas en todo el planeta. Tiene una destacada relevancia para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos en las regiones propensas a la sequía y de suelos áridos. Una de sus principales características es su gran potencial para la producción de almidón, es tolerancia a la sequía y a los suelos degradados y su gran flexibilidad en la plantación y la cosecha adaptándose a diferentes condiciones de crecimiento. Sus raíces y hojas son adecuadas para el consumo humano y animal por ser fuente de hidratos de carbono, proteínas, minerales, vitaminas (González, 2019).

Las variedades del cultivo de yuca se dividen en dos grupos: variedades amargas, con raíces que contienen 0.02-0.03% de ácido cianhídrico y variedades dulces, con raíces que contienen menos de 0.01% de ácido cianhídrico. La mayor parte de las variedades comerciales pertenecen a este último. El contenido de ácido cianhídrico en las raíces como en las hojas depende no sólo de la variedad sino posiblemente de las condiciones del suelo. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) conserva en el banco de germoplasma *in vitro*, 6 073 clones discriminados en 5 724 clones de *M. esculenta*, que abarcan cultivares primitivos, cultivares mejorados y material genético y 349 accesiones correspondientes a 33 especies silvestres y que constituye la mayor colección de yuca del mundo (Barragán, 2018).

Las variedades presentan pulpa de color blanco, amarillo y rosado, aunque hay amargas y dulces, esto dependerá del contenido de glucósidos cianogénicos que contengan cada una de ellas y que no es constante dentro de una variedad, y de las condiciones edafoclimáticas del cultivo. Las yucas amargas se las encuentran comúnmente en el área amazónica y en el Caribe, mientras que las yucas dulces se encuentran con mayor frecuencia en el norte de América del Sur. Es bastante válida la posibilidad de utilizar este cultivo como insumo en los procesos manufactureros y solamente países como Brasil, Indonesia y Tailandia han fomentado el desarrollo de la industria de la yuca y sus derivados para satisfacer las necesidades internas y de exportación (Pastrana *et al.*, 2015).

Los altos rendimientos del cultivo de yuca en las regiones tropicales lo hacen mucho más competitivo en la producción de biomasa alimenticia, tanto para humanos como para la elaboración de concentrados para animales, en especial para porcinos y que fácilmente sustituirían la dependencia casi obligatoria de cereales importados. Además, el principal competidor de la yuca es el maíz, por su alto desarrollo en cuanto a la tecnificación y el uso de la ingeniería genética, que le permite lograr altos volúmenes de granos, pero que, sin embargo, la yuca sin tanta tecnología lo puede superar en rendimiento, existiendo la ventaja de que, combinando sus harinas, con destino al mercado de concentrados para animales y la industria alimenticia, pueden ser comercializadas a nivel mundial (Furcal *et al.*, 2015).

En Ecuador se siembran diferentes tipos de yuca, de acuerdo a la región y las demandas de los consumidores; el INIAP (2014), menciona que los genotipos de yuca han sido divididos por el color de sus raíces en tres grupos, comenzando con “Las Negras” que son muy reconocidas por tener tallo, peridermis de color oscuro y pulpa blanca, logrando tener el esclerénquima de color morado o blanco cremoso, característica importante para su uso en fresco o para el procesamiento. Además, a este grupo pertenecen: "la Escancela", "Pata de paloma" y "Patucha" y las dos variedades de exportación liberadas por el INIAP: "Morada" "Valencia".

INIAP (2014), se encuentran otro grupo donde están "Las Blancas", presenta tallo y peridermis de colores claros y pulpa blanca, a este grupo pertenecen "la Taureña", "Espada" y "Blanca". Asimismo, el INIAP también hace mención a otro grupo, donde se encuentran los tipos que menciona a continuación: El tercer grupo de "Las Amarillas", estas presentan tallos de colores claros u oscuros, diferenciándose de los anteriores grupos por el color de pulpa, el que puede ser amarillo, crema o blanco cremoso. Son ejemplos de este grupo la "Yema de huevo" "Crema" y "Amarilla".

La utilización del almidón es destinada a fines industriales tales como; papel, cartón, dextrinas, colas, textiles, resinas, maderas compuestas, productos farmacéuticos, edulcorantes, alcohol, etc. De igual forma hay que destacar que del 59 % de la producción de yuca son destinada a la alimentación, los productos con alto valor agregado serán el principal factor de crecimiento del sector en detrimento de las raíces frescas, dado el gran volumen y carácter perecedero de estas últimas (INIAP, 2014).

En la actualidad, Asia, tiene el 94% del total mundial de las exportaciones de yuca seca, seguida de dos grandes productores Camboya y Vietnam, por otro lado, con una mínima proporción se encuentra Europa y América. Efectivamente, en el decenio de 1990 el comercio mundial de productos de yuca, ha oscilado entre 10 y 19 millones de toneladas equivalente a raíces de yuca fresca, el cual ha sido relativamente limitado debido al volumen y al carácter perecedero de las raíces, por ello se reduce prácticamente al intercambio entre países limítrofes (Pérez *et al.*, 2019).

3.5. Aprovechamiento de la planta y vida útil de la raíz en percha

El aprovechamiento de este cultivo es integral por su utilización desde las hojas como ornato y forraje, hasta la utilización de las raíces, de las cuales se obtienen dos tipos de productos que son la yuca para harinas y pellets (raíces secas y follaje), destinados para la alimentación animal. Además del almidón de yuca, se usa para la alimentación humana y para la industria de almidones (plásticos, pieles, etc.), alcoholes y harina. En países tropicales, la raíz se utiliza como alimento por su importante fuente de almidón y constituye el producto básico de alimentación en aproximadamente medio billón de personas. Las raíces de las variedades dulces pueden ser consumidas crudas, cocinadas al vapor o asadas (Hermida, 2015).

Las raíces de yuca son bastante susceptibles al deterioro fisiológico, ya que después de dos o tres días de ser cosechadas no son aptas para el consumo. Por tal razón se han desarrollado diversos métodos de conservación, por ejemplo, el recubrimiento de las raíces con parafina, el cual extiende la vida útil del producto hasta 15 días después de ser cosechadas. El método de conservación con parafina presenta desventajas desde el punto de vista ambiental, debido a que es un hidrocarburo derivado del petróleo y, además, se aplica en caliente (temperatura mayor a 120 °C). Por este motivo es importante buscar diferentes alternativas de conservación amigables con el ambiente (Medina *et al.*, 2013).

Uno de los tratamientos postcosecha utilizados en la actualidad para la conservación de la yuca es mediante recubrimientos a base de parafina comestible conformada por una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo. La aplicación de recubrimientos comestibles es una alternativa para la conservación de la calidad de frutas y hortalizas. Su aplicación permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir las pérdidas de humedad y ralentizar la maduración de los frutos, estas actúan como barrera al intercambio gaseoso. También es utilizada para mejorar su integridad mecánica o protección frente a la manipulación posterior (Esquivia *et al.*, 2014).

La yuca fresca en la fase de comercialización enfrenta muchas dificultades, tales como la presencia de cadenas de intermediarios que originan el incremento desmedido de los precios; así como el rápido deterioro fisiológico y microbiano, lo que reduce su vida útil a tres o cuatro días. Aquí la importancia del procesamiento de alimentos a través de la prefritura y la congelación por sistema de congelación rápida individual (IQF Individually Quick Freezing, por sus siglas en inglés). El uso de la prefritura, previo a la congelación, ha tomado gran impulso y aceptación tanto en los restaurantes de comida rápida, como en los hogares por las amas de casa (Ayón, 2017).

Adicionalmente, a este proceso se le aumenta la cantidad de lípidos en los productos pretratados y cambia la composición de ácidos grasos cuando el aceite usado para la fritura final es diferente al usado para la prefritura. Mientras que en la congelación por IQF, se emplea como un método de conservación. Este proceso de congelación individual y rápida, donde el alimento es sometido al paso forzado de aire a - 30 y - 40 °C, garantiza que los alimentos conserve la textura, el valor nutritivo y el sabor, sin necesidad de ningún tipo de químico ni conservante, y reduce de forma importante la presencia de microorganismos debido al cambio dramático de reducción de la temperatura (Ulloa, 2018).

Actualmente el principal método de conservación que utilizan las empresas agroexportadoras de yuca en el Ecuador es la aplicación de recubrimientos de parafina, sin embargo, este método genera grandes inconvenientes desde el punto de vista ambiental, debido a que es un derivado del petróleo y además se aplica a temperaturas elevadas, superiores a 120 °C (Meneses *et al.*, 2017).

Para minimizar el deterioro fisiológico se utilizan diferentes métodos con los cuales se busca generar una barrera de protección entre el producto y el ambiente, para disminuir la velocidad de deterioro, entre los cuales está el recubrimiento con parafina. Este método, aunque es efectivo, revela daños desde el punto de vista ambiental, debido a que es un derivado del petróleo y además se aplica a temperaturas mayores de 120 °C (Beovides *et al.*, 2014).

3.6. Poda y su influencia en la calidad de la raíz de la yuca

La yuca es una planta de fácil propagación y con una sola estaca de 20 cm de largo puede generar al menos tres brotes que con cuidados adecuados se transforma en tres plantas nuevas. De esta manera, los productores a través de los intercambios logran una rápida distribución del material a diferentes áreas de su influencia. Esto ha sido la mejor estrategia de sobrevivencia y de regeneración de las plantas de manera natural. A pesar del desmonte o chapeo que se llega a realizar en lugares donde existen plantas de yuca, esto genera que tenga más brotes de forma exhaustiva y lograr mayor cantidad de follaje. Aun en condiciones de sombreo es capaz de desarrollarse y alcanzar su altura natural (Salcedo *et al.*, 2014).

La técnica de realizar podas pre-cosecha en plantas de yuca, se puede apreciar como prácticas culturales que parecen ser una estrategia eficiente y viable, aunque según los productores y las zonas bioclimáticas de cultivo puede existir diferencias (Silva de Andrade, 2010).

La altura que se realice la poda, puede determinar la utilidad de la misma. Las podas altas que solo extraen la parte apical, lo cual no permitirían obtener material para multiplicación del cultivo dada la falta de madurez y de sustancias de reservas presentes, si bien podría ser útil para otros objetivos antes mencionados. En las podas medias y más aún las basales, permitirán recolectar mayor cantidad de material caulinar de la mejor calidad (El-Sharkawy, 2003).

La poda de la parte aérea de la planta de yuca es practicada con diversos objetivos: la protección contra los efectos de las heladas, la broca del tallo, reserva de ramas para plantación, entre otros. Esta técnica ha demostrado ser bastante eficaz en el control del deterioro fisiológico de raíces cuando se la realizaba en un período de 14 a 21 días antes de la cosecha, pero al mismo tiempo provoca una disminución en el contenido de almidón.

Para hacer el corte o la poda de las ramas se debe utilizar un machete bien afilado, con una hoja de aproximadamente 50 cm de largo para que dé un solo golpe se practique el corte, evitando lastimar la rama. A medida que se va cortando se hacen atados, acomodando bien las ramas de manera que no se dañen las yemas y el tallo lo menos posible; así se facilita el traslado y su

posterior almacenamiento. La poda previa a la cosecha retrasa la aparición de pérdida fisiológica (PPD) aumentando la relación azúcar con almidón y limitando la acumulación de escopoletina. Esta técnica reduce el impacto de la PPD en un 25% y parece ser independiente del genotipo (Suarez y Mederos, 2012).

El momento de realizar la poda es crítico porque puede llegar a afectar la textura, el sabor y la aceptabilidad general por parte del consumidor. La adopción de prácticas adecuadas de poda depende de varias variables, incluida la educación de los agricultores. Debido a que la poda puede afectar negativamente el rendimiento de yuca, su adopción por los agricultores también depende del establecimiento de prácticas de poda en la etapa fisiológica correcta para preservar el rendimiento y el contenido de almidón.

El deterioro fisiológico de la yuca comienza de manera rápida en las heridas, generalmente siempre ocurren en los extremos distal y proximal de la raíz durante la cosecha. Su coloración típica del deterioro fisiológico se da a la presencia de pigmentos de tanino, cuya formación está relacionada con la presencia de los tejidos de un compuesto fenólico llamado escopolamina. Dicho compuesto no se encuentra en las raíces frescas o, si lo hay, está en muy bajas concentraciones; este comienza a aumentar su concentración a pocas horas de la cosecha (Cook, 1978).

Cook (1978), señaló que los mecanismos responsables del deterioro fisiológico de las raíces de yuca han sido poco estudiados, pero en los últimos años las investigaciones sobre este tópico han permitido aumentar los conocimientos los cuales sugieren que se tratan de reacciones bioquímicas bastante complejas. Este autor nos da a conocer que los análisis bioquímicos demostraron que después de una herida ocurren muchos cambios en los constituyentes fenólicos de las raíces.

El deterioro fisiológico o primario se inicia durante las primeras 48 horas después de la cosecha y su sintomatología consiste en una desecación de color blanco a café, que aparece en forma de anillo en la periferia de la pulpa, la cual se observa en cortes transversales de la raíz (Aristizabal *et al.*, 2007).

El principal problema por el cual no se pueden comercializar las raíces de yuca en zonas distantes al origen de producción es el deterioro postcosecha que sufren a no más de 48 horas de extraídas del suelo (Cenóz *et al.*, 2001). Este deterioro conocido como deterioro fisiológico postcosecha, provoca pérdidas económicas que van desde leves hasta moderadas. El cual está asociado a factores tales como la variedad, los daños mecánicos que sufren durante la cosecha y las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad relativa (Sotelo y Acevedo, 2009).

En las raíces se produce el deterioro microbiano, causado por microorganismos saprofitos o patogénicos que utilizan los carbohidratos y demás nutrimentos de las raíces, los cuales están presentes en el suelo y penetran a las mismas fundamentalmente a través de heridas provocadas durante las cosechas (Caballero *et al.*, 2019). El ataque se caracteriza por una pudrición acuosa que muestra maceración de los tejidos de la raíz y fermentación (Ospina y Ceballos, 2002).

Se han planteado diferentes alternativas para prolongar el tiempo de perechibilidad de las raíces de yuca en fresco, ya sea implementando técnicas de conservación o infraestructura apropiada. Una de ellas es el lavado y la utilización de fungicidas para reducir la carga microbiana que producen las pudriciones y pérdidas en el material (Folgueras *et al.*, 2012).

Otra práctica para prevenir el deterioro fisiológico es la poda de las plantas de 2-3 semanas antes de la respectiva cosecha, aún más si luego de aplicar esta alternativa no se permite el desarrollo de nuevos brotes antes de la cosecha. Los agricultores y consumidores de yuca han desarrollado y utilizado métodos tradicionales para retrasar el deterioro fisiológico. Debido a las necesidades de ampliar los almacenamientos de raíces de yuca para el suministro a la industria han aparecido técnicas más avanzadas antes y después de la cosecha, así como para el transporte a larga distancia. Mediante mejora genética y enfoques transgénicos se han obtenido genotipos líneas de mandioca con aparición retardada del deterioro fisiológico (Ramos *et al.*, 2018).

3.7. Componentes de la calidad de la raíz de la yuca

Según Elizalde y Pazmiño (2015), en las zonas tropicales, la yuca está calificada como la cuarta fuente de calorías después del arroz, azúcar, y maíz, por aportar en 100 gramos, también se considera a la raíz como un producto principal en la seguridad alimentaria mundial, además es una buena fuente de hierro, niacina y calcio, entre las principales propiedades químicas se encuentran: Calorías: 120 kilocalorías; Proteínas: 3,1 gramos; Hidratos de carbono: 26,8 gramos; Grasas: 0,4 gramos; Vitaminas: vitamina B6 (0,4 mg) y vitamina C (48,2 mg); Minerales: magnesio (66 g) y potasio (765 mg).

3.8. Composición nutricional de la yuca

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 100g de parte comestible son: fibra (1g), grasas totales ((0,40g); proteínas (1g); calcio (40g); fosforo (34g); hierro (1,4g); niacina (0.06g), riboflavina (0,04g) y vitamina C (19g), demostrando que es un alimento bastante completo y práctico para compensar la dieta diaria de las personas.

Las raíces reservantes del cultivo de la yuca se constituyen en comerciales, con medias de 20 cm de largo y sobre 5 cm de diámetro, en número de 4, de 5 a 10 o más de 10, con una textura superficial lisa o rugosa, con dirección de crecimiento horizontal, oblicua o vertical, presentando una conformación; cilíndrica, cónica, fusiforme o irregular. Igualmente pueden presentarse sésiles o pedunculadas, siendo la película externa de color; marrón claro cremoso, marrón, marrón oscuro, marrón rojizo, marrón claro, bronceado, bronceado claro, marrón rosado pálido, bronceado rosado pálido, blanco rosado pálido, rosado pálido o rosado (Medina *et al.*, 2017).

El almidón de yuca es un polvo fino, blanco, inodoro e insípido, que produce ligera crepitación cuando es comprimido entre los dedos. El almidón natural pertenece a la familia de los carbohidratos y está constituido por 17% de cadenas lineales y 83% de cadenas ramificadas. Es normalmente utilizado como componente en tres destacados segmentos industriales: alimenticio, químico y papelerero. A partir del almidón pueden elaborarse panes de queso, tortas, pudines, cremas,

confites, sagú, polvillo ácido para galletas, polvo chocolateado instantáneo, aglutinante para embutidos, espesante para alimentos cocidos, compuesto para grasas vegetales, para aumentar el tenor de sólidos en las sopas, helados, conserva de frutas, etc. (Medina *et al.*, 2017).

3.9. Características físico-química del almidón de yuca

En cuanto a las principales características físicas y químicas de la yuca, se tiene que está estructurada por las siguientes porciones: por sustancia amilácea con un 84%, tenor de humedad 14,0%, con un pH de 4,5 a 7,5, su factor ácido máx. 2,5 ml.; con porcentaje de cenizas 0,12 % (Fretes, 2010).

3.10. Métodos previos a la cosecha

Estos consisten en retrasar la cosecha de la yuca hasta el momento del consumo, pero esta práctica ocupa tierras que podrían ser utilizadas para la agricultura. El almacenamiento extendido en el suelo disminuye la calidad, el contenido del almidón y las raíces se vuelven más fibrosas, lo que aumenta el tiempo de cocción (Booth, 1976).

3.11. Métodos posteriores a la cosecha

Los métodos posteriores a la cosecha incluyen el almacenamiento de las raíces de yuca, la inactivación enzimática, la aplicación de productos químicos y las estrategias de evitación, que reducen las pérdidas debidas a la lesión de las raíces durante la cosecha. Las raíces de almacenamiento de la yuca y las raíces de otros cultivos tropicales, como el ñame, transpiran y pierden humedad, lo que llega a reducir su calidad durante el almacenamiento. El almacenamiento bajo alta humedad y oxígeno limitado puede reducir la pérdida de agua y el estrés oxidativo (Booth, 1976).

El almacenamiento de yuca a alta humedad también influye a la formación de peridermis después de la herida. El uso de bolsas de polietileno, cajas de almacenamiento y el recubrimiento de las raíces con cera parafina mantiene una alta humedad y excluye el aire. Estos métodos han sido probados con éxito en el campo y se utilizan en la producción comercial (Booth R, 1976).

Otros métodos que se utilizan para reducir el deterioro fisiológico postcosecha (PPD) incluyen el almacenamiento de raíces de yuca a baja temperatura (0-4°C) y tratamiento con agua caliente a 54-56°C durante 10 min combinado con un envasado en atmósfera modificada (Vargas *et al.*, 2017).

El tratamiento químico postcosecha de las raíces de la yuca puede extender su vida útil. Las aplicaciones de etanol (> 20%), sulfito de sodio (10%), ditiocarbamato de sodio (10%), cloruro de sodio saturado, benomil (500 ppm) y dicloran (1000 ppm) llegan a retrasar la aparición de PPD durante varios días. Por lo tanto, el modo de acción de los productos químicos mencionados con anteriormente no se ha investigado o probado más que en raíces de yuca en el campo, y sus posibles efectos tóxicos también podrían limitar su uso general (Vargas *et al.*, 2017).

Las moléculas antioxidantes son unas alternativas para el tratamiento de las raíces para retrasar la PPD, para continuar la vida útil más larga de los genotipos de yuca con alto contenido de antioxidantes. La aplicación de melatonina (500 ppm) en las raíces de almacenamiento de yuca podría disminuir la decoloración vascular de las rodajas de raíz. La melatonina exógena conduce a una reducción moderadamente los síntomas de PPD. Datos experimentales mostraron que la melatonina exógena actúa reduciendo el contenido de H₂O₂ y mejora las actividades de la catalasa y la peroxidasa. La reducción de la decoloración vascular también podría deberse a las propiedades antioxidantes de la melatonina (Zapata *et al.*, 2011).

El procesamiento de las raíces de yuca de inmediato después de la cosecha, transformándolas en productos alimenticios o industriales tradicionales, evita el problema de PPD. Si bien este método es práctico a escala local o rural con una infraestructura adecuada, el PPD sigue siendo un desafío cuando el tiempo y la distancia entre la recolección y el procesamiento no se pueden acortar (Zapata *et al.*, 2011).

La Dutch Agricultural Development & Trading Company (DADTCO) presentó recientemente un concepto nuevo para llevar la fábrica de procesamiento de la yuca a los agricultores mediante el uso de la Unidad de Procesamiento Móvil Autónomo patentada (AMPU, <http://www.dadtco.nl/>). Con esta tecnología, las raíces de la yuca se pueden procesar en un producto intermedio estable y fácilmente de transportar con una larga vida útil o transformarse de inmediato en una harina comercial de almidón de yuca. Su rápida implementación en algunas regiones productoras de yuca en África, los costos de inversión y las deficientes infraestructuras viales en las regiones remotas de cultivo de yuca impiden la amplia adopción de la tecnología AMPU en la cadena de valor de la yuca (Rico y Peralta, 2020).

4. METODOLOGÍA

4.1. Localización del sitio experimental y características edafoclimáticas

La presente investigación se realizó entre los meses de febrero - noviembre del 2020, en los predios de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ubicada en el Km 12 de la vía Portoviejo – Santa Ana sector El Cady de la Parroquia Colón del Cantón Portoviejo, siendo sus coordenadas geográficas 1°7'17.62" de latitud Sur, longitud 80°24'38.34" de longitud Oeste, y una altitud de 60 msnm.

Tabla 1

Características edafoclimáticas	
Pluviosidad anual:	682,50 mm
Heliofanía anual:	1.354 horas luz
Temperatura promedio:	25.39°C
Evaporación anual:	1.625,40 mm
Pluviosidad:	6/81

Fuente: Estación Agrometeorológica del INAMHI

La investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, los datos que se obtuvieron del estudio fueron analizados con métodos estadísticos. Así mismo, en el proyecto se utilizó un diseño experimental donde se llevó un control del cultivo a través de la poda, el control de la maleza y la fertilización, evitando fuentes negativas que pudieron incidir en la producción y mejorando los resultados del producto.

Por consiguiente, de acuerdo a la naturaleza del estudio la investigación reunió todas las características para un estudio descriptivo y de campo, ya que se describieron los datos recolectados y se procedió a hacer los respectivos análisis a través de los programas estadísticos correspondientes. Además, se recurre directamente al área de estudio bajo la observación directa.

4.2. Material vegetal siembra

El material vegetal que se utilizó en la presente investigación fue la variedad INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”.

4.3. Factores tecnológicos en estudio y tratamientos

Factor A: porcentaje de poda en el follaje.

50% (2/4 de la planta desde la parte apical hacia abajo).

75 % (3/4 de la planta desde la parte apical hacia abajo).

Factor B: época de cosecha después de la poda

28 días

21 días

14 días

Testigo: sin poda.

4.4. Características del campo experimental

En la tabla 2 se detalla las características que se utilizaron en el campo al momento que se ejecutó el proyecto:

Tabla 2

Características de campo	
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	28
Distanciamiento entre hileras	1,0 m
Distanciamiento entre planta	1,2 m
Número de líneas/parcelas	3
Longitud de hilera	6 m
Área útil de la parcela	18 m ²
Población de plantas/ha	8333 pl./ha

Fuente: elaborado por las autoras.

4.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial (2 x 3) + 1 testigo y cuatro repeticiones.

Tabla 3

Diseño experimental		
Fuentes de variación	Grados de libertad	
Bloques	$r-1$	3
Tratamientos	$t-1$	6
Factor A	$a-1$	1
Factor B	$b-1$	2
Interacción A x B	$(a-1)(b-1)$	2
Poda vs Sin poda	$(t-1)-[(a-1)-(b-1)-(a-1)(b-1)]$	1
Error Experimental	$(r-1)(t-1)$	18
Total	$(t)(r)-1$	27

Fuente: elaborado por las autoras.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico de Análisis y Varianza (ANOVA) y las comparaciones de medias fueron realizadas utilizando la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Además, la comparación del efecto Poda vs Sin Poda se analizó por contrastes ortogonales.

4.6. Desarrollo específico del experimento

4.6.1. Preparación del terreno

La yuca se cultiva generalmente en tierras planas con suelos sueltos. El proceso que se realizó en el terreno fue de forma mecanizada mediante dos pases de arado y uno de rastra previo para la eliminación de rastros y restos de cosecha del ciclo anterior.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.2. Selección y eliminación de estacas

Se seleccionaron las estacas del material de siembra establecido de 5 nudos con una longitud de 20 cm, libres de la enfermedad *Erwinia sp.* Para la desinfección de las estacas se utilizó Clorpirifos 2,5 ml por litro de agua + Carbendazim 1.5 ml por litro de agua, mediante inmersión durante 5 minutos de las estaquillas en una tina o recipiente.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.3. Siembra

Existen muchos autores que difieren en el proceso de siembra de la yuca; por ejemplo, Cajas (2014) explica que la siembra se realiza con una distancia entre calles de 1 m y entre plantas de 0.50 - 0.60 m. Cuando se mecaniza se siembra 1.2 -1.5 m entre lomillos y 0.30 - 0.40 m entre plantas, para obtener yucas de un tamaño mediano. Sin embargo, para este estudio la siembra que se realizó fue de forma manual, colocando una estaquilla por sitio, con una inclinación de 45°, con distanciamiento de 1 m entre hilera y 1,2 m entre planta.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.4. Control de malezas

Para el control de malezas en Pre-emergencia se utilizó la mezcla de los herbicidas Pendimetalin 15 ml + Terbutrina 2,4 ml + Paraquat 10 ml/litro de agua. Posteriormente, las deshierbas fueron de forma manual de acuerdo al desarrollo de las malezas en el lote.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.5. Fertilización edáfica

La fertilización se realizó una aplicación con 15 g de yaramila complex por planta.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.6. Control de plagas

Para el manejo de insectos del follaje, como defoliadores, ácaros y mosca del cogollo se aplicó el tratamiento de acuerdo a la presencia y severidad de las plagas. Posteriormente a los 21 días se realizó una aplicación de Clorpirifos con dosis de 2,5 mL en drench para control de *Phyllophaga sp.*

4.6.7. Podas

La aplicación de la poda se realizó a los 9 meses después de la siembra esta se realizó conforme la metodología descrita por Cenóz y Burgos (2012), en la cual mencionaron que la altura de la planta fue dividida en cuatro partes, tomando como referencia el ápice de la planta, el tratamiento del 50% y 75% de la intensidad de poda corresponde a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la planta desde la parte apical hacia abajo.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.6.8. Cosecha y postcosecha

La cosecha se efectuó de manera manual o con el uso del polín (caña con soga o cadena) a los 10 meses después de la siembra se evaluaron cada uno de los tratamientos. Para el manejo postcosecha se seleccionó 30 yucas por cada tratamiento para lo que fue la evaluación del deterioro fisiológico durante la permanencia en percha (bajo condiciones de sombra).



Fuente: elaborado por las autoras.

4.7. Variables

4.7.1. Número y pesos de raíces por planta:

Se contabilizó el número de raíces por cada planta de la unidad experimental (15 plantas).



Fuente: elaborado por las autoras.

4.7.2. Contenido de materia seca:

Esta evaluación se tomó aleatoriamente raíces en cada parcela y con una muestra de aproximadamente 400 g de peso fresco se llevó a la estufa (60°C) hasta alcanzar un peso constante. Luego se determinó la relación entre peso seco y peso fresco.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.7.3. Contenidos de almidón:

Se realizó la cocción de las raíces y luego se procedió a el respectivo estudio de contenido de almidón observando el porcentaje de almidón de las raíces de yuca después de la cocción.



Fuente: elaborado por las autoras.

4.7.4. Días del deterioro fisiológico postcosecha:

Se tomaron 30 raíces sanas (sin daños mecánicos, ni pudrición) de cada tratamiento, y se evaluaron durante 10 días (3 raíces por día) el deterioro fisiológico mediante la metodología propuesta por Wheatley *et al.*, (1985).



Fuente: elaborado por las autoras.

4.7.5. Tiempo de cocción:

Una vez que se realizó la cosecha se aplicó la práctica de tiempo de cocción, esto se lo llevo a cabo de la siguiente manera, se pusieron a cocinar las raíces por cada tratamiento o repetición, tomando en cuenta el tiempo de cocción de cada una de las raíces. Una vez hecha la práctica se determinó el tiempo de cocción de cada tratamiento o repetición.

4.7.6. Contenido de ceniza:

Se realizó en el momento de la cosecha, tomando una muestra de 1,0 g de almidón y luego llevó a la estufa a una temperatura de 550 °C durante tres horas y media.



Fuente: elaborado por las autoras.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable número de raíz por planta no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en los factores intensidad y época de la poda, ni en la interacción (Anexo 1). En promedio general, el número de raíces por planta fue de 10,89. Siendo según la prueba de Tukey al 95% estadísticamente iguales los promedios entre la intensidad y época de la poda (Cuadro 1). Similar respuesta se observa en las variables peso de la raíz y altura de planta que no registraron diferencias significativas en los factores estudiados (Anexos 2 y 3). Las raíces de yuca registraron un promedio 4,69 kg, mientras que las plantas en promedio alcanzaron una altura de 2,03 m (Cuadro 1).

Estos resultados concuerdan con Cenóz y Burgos (2012), evaluando la poda en los clones de yuca “Rocha” y “Santacatarina” ellos encontraron que la poda no afectó el número, ni la longitud de las raíces comerciales, el promedio de número de raíces a los 240 días después de la siembra y 60 días después de la poda fue de 7,5 raíces en el cv Rocha y 7,6 raíces en el cv. Santarina. Así mismo Wheatley (1983), nos demuestra que la variedad “palomita” en diferentes tipos de cosecha tiene una mejor conservación de sus raíces, el método más efectivo después de la poda fue a los 25 días ya que este periodo prolonga hasta 14 días conservadas en óptimas condiciones tanto físicas como químicas.

En las variables peso del follaje al momento de la poda y a la cosecha se registraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) para el factor intensidad de la poda, mientras que para el factor época de la poda y la interacción entre los factores no hubo diferencias estadísticas (Anexos 4 y 5). Sin embargo, en el peso total del follaje no se reportaron diferencias estadísticas en los factores estudiados, ni en la interacción (Anexo 6; Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios del número de raíz por planta, peso de la raíz, altura de planta, peso del follaje al momento de la poda, a la cosecha y total de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

Podas/Épocas	Número de raíz por planta	Peso de la raíz (kg)	Altura de planta (m)	Peso del follaje (kg)		
				Poda	Cosecha	Total
Intensidad de la poda						
50%	10,55	4,63	2,00	1,28 b	2,08 a	3,36
75%	11,10	4,79	2,06	2,33 a	1,33 b	3,65
P valor	0,566	0,662	0,3293	0,0001	<0,0001	0,281
Época de la poda						
14 días	10,60	4,65	2,11	1,79	1,59	3,38
21 días	10,73	4,91	1,99	1,71	1,76	3,48
28 días	11,15	4,56	1,99	1,90	1,75	3,66
P valor	0,883	0,734	0,160	0,745	0,421	0,666
Promedio	10,89	4,69	2,03	1,80	1,86	3,41
CV (%)	19,97	18,52	6,98	27,09	18,53	17,55

Fuente: elaborado por las autoras.

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Los contrastes ortogonales entre los promedios de grupos de tratamientos con “poda vs sin poda”, para el número de raíz por planta, peso de la raíz, altura de planta y peso del follaje total de un material promisorio de yuca del INIAP, según la prueba de Tukey fueron estadísticamente iguales al 95% (Cuadro 2). Mientras que, para el peso del follaje a la cosecha se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, donde el tratamiento sin poda registró mayor peso (2,85 kg) en comparación con los tratamientos con poda (1,70 kg). Esto era esperado, puesto que las plantas donde se realizaron la poda perdieron materia vegetal en la aplicación de los tratamientos.

La variable peso del follaje total, donde se sumó en los tratamientos con poda, el follaje pesado al momento de la poda y a la cosecha, presenta igual peso que el tratamiento testigo.

Cuadro 2. Contrastes ortogonales entre grupos de tratamientos con poda vs sin poda para el número de raíz por planta, peso de la raíz, altura de planta, peso del follaje a la cosecha y total de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

Contraste	Número de raíz por planta	Peso de la raíz (kg)	Peso del follaje en la cosecha	Peso del follaje total
Poda	11,25	4,71	1,70 b	3,51
Sin Poda (t)	10,83	4,60	2,85 a	2,85
P valor	0,7216	0,8201	<0,0001	0,0581

Fuente: elaborado por las autoras.

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). (t): testigo.

Valores promedios de los contenidos de materia seca, almidón, ceniza y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca del INIAP son presentados en el Cuadro 3. Se muestra que en promedio general los contenidos de materia seca fueron 41,12 con una variación de 7.22%. Siendo según la prueba Tukey al 95% estadísticamente iguales los promedios entre la intensidad y época de la poda (Cuadro 3).

Resultados semejantes encontrados por Andrade *et al.* (2011) con la variedad de yuca “Sergipe” que mostró en el tratamiento sin poda 32,75% de materia seca en la raíz, y 31,52% de materia en promedio con los tratamientos podados.

Según los cuadrados medios del análisis de varianza del contenido de almidón en el factor época de la poda y la interacción “intensidad x época” de la poda no registraron diferencias significativas (Anexo 7); mientras que, en el factor intensidad de la poda se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$). Según la prueba de Tukey al 95%, la intensidad de poda del 50% de la

planta registró los mayores contenidos de almidón (40,42), mientras que la poda del 75% de la planta presentó valores promedio de 29,17 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedios de los contenidos de materia seca, almidón, ceniza y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

Podas/Épocas	Contenidos (%)			Tiempo de cocción (min)
	Materia seca	Almidón	Ceniza	
Intensidad de la poda				
50%	40,99	40,42 a	1,95	11,50
75%	40,49	29,17 b	1,89	12,42
P valor	0,6311	0,0073	0,5163	0,162
Época de la poda				
14 días	39,48	36,88	2,01	10,50 b
21 días	41,16	29,38	1,88	13,68 a
28 días	41,59	38,13	1,88	11,75 ab
P valor	0,2345	0,1382	0,361	0,0034
Promedio	41,12	41,96	1,95	12,00
CV (%)	7,22	23,83	10,47	12,46

Fuente: elaborado por las autoras.

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En estudios de poda con la variedad de yuca “Sergipe”, la comparación entre los tratamientos podados y el testigo (sin poda) en los contenidos de almidón no se encontraron diferencias significativas, con valores de 26,9 y 28,1%, respectivamente (Andrade *et al.*, 2011). Datos recabados por Cenóz y Burgos (2012) encontraron que los cultivares de yuca Rocha y Santacatarina respondieron de manera diferente a las alturas de poda de tallos y al momento más oportuno de cosecha, y exhibieron diferentes grados de sensibilidad en las variables evaluadas. La altura de la poda en el cultivar Rocha en general no modificó los rendimientos, mientras que la

poda apical en el cv Santacatarina generó incrementos de rendimiento cuando se cosechó tempranamente y mientras más leves fueron las podas, menos diferencias causaron en el rendimiento respecto a las plantas testigo. De tal manera Oirschot *et al.*, (2000), dan a conocer que el intervalo entre la poda y la cosecha indujeron la reducción del contenido de almidón y aumentaron los contenidos de azúcares resultantes de la disponibilidad de las reservas a la que da lugar al desarrollo de la parte aérea de la planta. Resultados semejantes reportados por Moreira *et al.* (2014) que evaluando intervalos entre podas en dos variedades de yuca (Caitité y Sergipe) encontraron que en promedio las plantas podadas registraron menores contenidos de almidón (24,55%) en comparación a las plantas sin poda (29,52%).

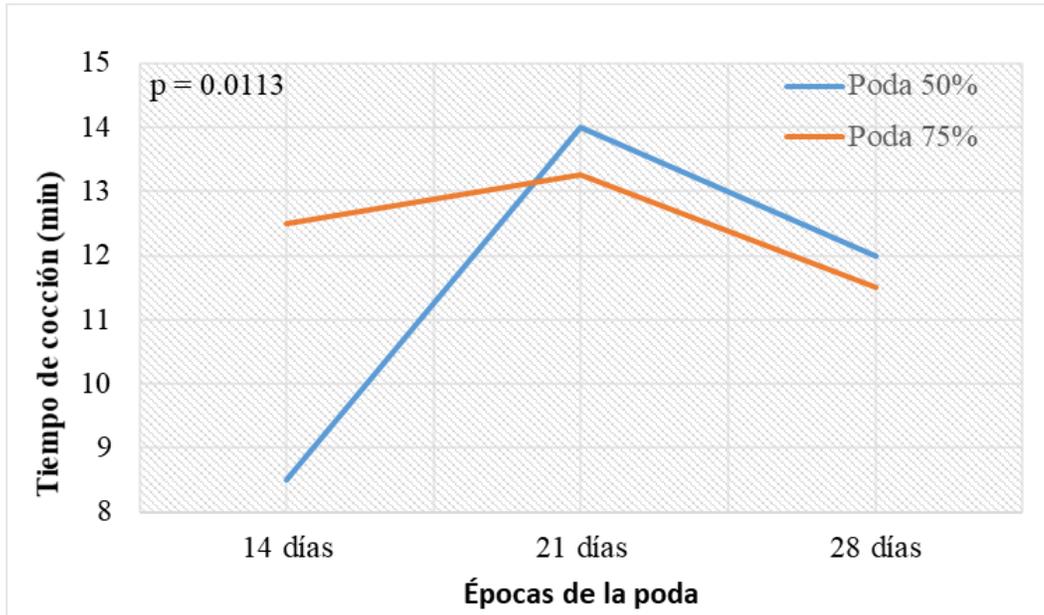
De acuerdo con lo descrito por Burgos y Cenóz (1999), los contenidos de materia seca y almidón en los clones amarilla y misionera a los 24 días después de la cosecha, no son tan significativos como lo es el clon cambi a los 34 días después de la poda con un porcentaje en materia seca 42,97 y un contenido de almidón 82,47 siendo la poda más efectiva.

En el contenido de ceniza no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en los factores intensidad y época de la poda, ni en la interacción (Anexo 9). En promedio general, el contenido de ceniza fue de 41,12. Siendo según la prueba de Tukey al 95% estadísticamente iguales los promedios entre la intensidad y época de la poda (Cuadro 3).

En la variable tiempo de cocción se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la interacción “intensidad x época” de la poda y en el factor época de poda (Anexo 10; Cuadro 3). Los tratamientos con poda al 75% a los 14 días previo a la cosecha y poda al 75% a los 21 días previo a la cosecha y poda al 50% a los 21 días previo a la cosecha, registraron los mayores valores de tiempo de cocción, con valores de 12,50, 13,25 y 14,00, respectivamente. Mientras que el tratamiento con poda al 50% a los 14 días previo a la cosecha registró el menor valor (8,50) (Figura 1).

La evaluación de la calidad culinaria de las raíces de yuca del clon 'CMC 40', obtuvieron buenos resultados (Poda 50-70cm y Sin Podar) con los tratamientos excepto en los tratamientos donde se efectuó la poda a los 10-20 cm y se evaluó a los 15, 20 y 25 días, en que fue regular pues tuvo

problemas de dureza después del tiempo de cocción (Folgueras *et al.*, 2012). Por otro lado, Oliveira. (2010) estudiando épocas de poda en la variedad de yuca “Coqueiro”, encontraron que los promedios de tiempo de cocción de las raíces fueron superiores en las plantas con poda (19 min), en comparación con las plantas que no fueron podadas (15 min).



Fuente: elaborado por las autoras.

Figura 1. Interacción significativa entre la intensidad y época de la poda en la variable tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

Las comparaciones ortogonales entre los promedios de los grupos de tratamientos con “poda vs sin poda”, para los contenidos de materia seca y ceniza, y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca del INIAP, no presentaron diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Siendo la variable contenida de almidón estadísticamente diferentes y altamente significativos al nivel del 99% de probabilidad (Cuadro 4).

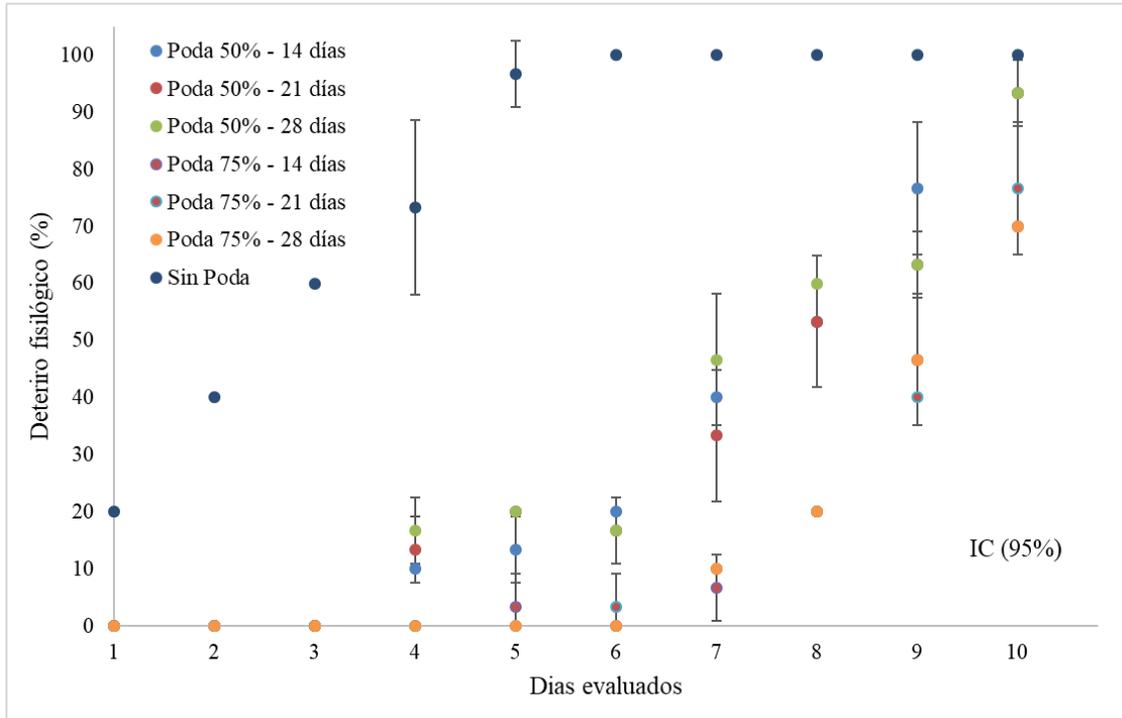
Cuadro 4. Contrastes ortogonales entre grupos de tratamientos con poda vs sin poda para los contenidos de materia seca, almidón, ceniza y tiempo de cocción de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

Contraste	Contenidos (%)			Tiempo de cocción
	materia seca	almidón	ceniza	
Poda	40,75	34,79 b	1,93	11,99
Sin Poda (t)	43,38	85,00 a	2,13	12,25
P valor	0,1179	<0,0001	0,0806	0,7221

Fuente: elaborado por las autoras.

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). (t): testigo.

En la Figura 2 se observa el deterioro fisiológico de las raíces en cada uno de los tratamientos evaluados durante 10 días después de la cosecha. El tratamiento sin poda registró deterioro de la raíz desde el primer día de la evaluación. Los tratamientos con poda no registraron deterioro fisiológico hasta el cuarto día, donde se observa que los tratamientos con poda en el 50% de la planta, con promedio de 13,3%. Mientras que los tratamientos con poda en el 70% de la planta registra el inicio del deterioro de la raíz (3,3%). A partir del séptimo día las plantas con poda del 50% registran un incremento en el deterioro del deterioro de la raíz, superior a los registrados con los tratamientos que recibieron poda del 75%. En el décimo día de evaluación los tratamientos con poda al 75% registraron un deterioro fisiológico del 72,2%, los tratamientos con poda al 50% registraron el 93,3%, mientras que el testigo obtuvo el 100% desde el sexto día de evaluación.



Fuente: elaborado por las autoras.

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). Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

De acuerdo con Burgos *et al.* (2005), la cosecha a los 24 días después de la poda retardó el inicio del deterioro, mostraron mayor grado de conservación en los clones Amarilla, Misionera y Cambi. Así mismos estudios realizados por Aristizabal *et al.* (2007), demuestran que el deterioro fisiológico en la postcosecha tuvo una reducción con las podas en la parte aérea de la planta entre los 14 y 21 días antes de la cosecha. Resultados que concuerdan por Folgueras *et al.* (2012) ellos encontraron que la poda de las plantas de yuca (clon 'CMC 40') causó el deterioro fisiológico de las raíces, según estos autores, el testigo 'sin poda' ofrece el menor porcentaje de deterioro fisiológico (0,67%), significativo respecto a la media más alta cuando se realizó la poda a los 10-20cm (1,60%).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados y de la discusión de los mismos se concluye lo siguiente:

1. La intensidad de la poda pre-cosecha en la planta de yuca realizada en cualquier periodo antes de la cosecha reduce los contenidos de almidón de la raíz hasta un 41% en relación al testigo sin poda y alarga el periodo de vida útil en la variedad de yuca INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”.
2. La época de poda no registró diferencias significativas en la reducción de los contenidos de almidón.
3. Los tratamientos con poda del 50 y 75% de la planta, presentaron deterioro en la raíz a partir del cuarto día de la evaluación después de la cosecha, en cuanto que el testigo (sin poda) presentó deterioro de la raíz desde el primer día.

Se recomienda lo siguiente:

1. Utilizar semillas seleccionadas, maduras que vengan de una planta sana y vigorosa para el establecimiento del cultivo.
2. Impartir capacitaciones para los productores en el manejo de la poda pre-cosecha para una mejor conservación de las raíces de yuca de la variedad INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”.
3. Realizar estudios postcosecha en la variedad INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora” utilizando otros métodos que permitan la conservación de la raíz de yuca.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Brenes, E., Segreda Rodríguez, A., Saborío Arguello, D., Morales Gonzales, J., Chacón Lizano, M., Rodríguez Rojas, L. y Gómez Bonilla. (2016). *Manual del cultivo de yuca. Manihot esculenta Crantz*. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>.
- Andrade, J.S. de, Viana, A.E.S., Cardoso, A.D., Matsumoto, S.N. y Novaes, Q.S. de (2011) – Épocas de poda em mandioca. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 42, n. 3, p. 693-701.
- Aristizabal, J., Sánchez, T., & Lorio, D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma.
- Ayón, M. (2017). *Conservación de yuca (Manihot esculenta) mediante la adición de ácido salicílico al recubrimiento de parafina*. (Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí). <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1659/1/ULEAM-AGROIN-0027.pdf>.
- Barragán, L. (2018). *Sistema productivo de yuca (Manihot esculenta Crantz), como alternativa agrícola para el aprovechamiento de terrenos que son utilizados para ganadería extensiva*. (Tesis de grado, Universidad de La Salle). https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1098&context=ingenieria_Agronomica.
- Barreto, E. (2011). estudo da poda da mandioca (Manihot esculenta crantz). Brasil. tesis de pregrado universidade estadual paulista “Júlio de mesquita filho” faculdade de ciências

- agronômicas campus de botucatu. Consultado enero. de 21 Doi:
file:///C:/Users/user/Desktop/PODA_YUCA/aguiar_eb_dr_botfca.pdf.
- Beovides, Y., Milián, M., Coto, O., Rayas, A., Basail, M. y Rodríguez, D. (2014).
Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot
esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales*, 35(2),43-50.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230070006.pdf>.
- Booth, R H. (1976). *Almacenamiento de raíces de yuca*. Centro internacional de agricultura
tropical. Cali, Colombia.
- Burgos, A.; Cenóz, P.; López, A.; Rodrigues, S. (2005). Efecto de podas y del sistema de
almacenamiento sobre factores de calidad de raíces de mandioca (*Manihot esculenta*
Crantz). doi: *Agrotecnia* 15.
file:///c:/users/user/desktop/poda_yuca/efecto%20de%20podas%20y%20del%20sistema
%20de%20almacenamiento.pdf.
- Caballero, C., Enciso, C., Tullo, C. y González, J. (2019). Guía técnica del cultivo de mandioca.
Paraguay: FCA, UNA.
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-
att/gt_05.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_05.pdf).
- Canales, N. y Trujillo, M. (2021). *La red de valor de la yuca n la bioeconomía de Colombia*.
Colombia: SEI. [https://cdn.sei.org/wp-
content/uploads/2021/05/workingpaperyucabioeconomia-canalestrujillo-mayo21.pdf](https://cdn.sei.org/wp-content/uploads/2021/05/workingpaperyucabioeconomia-canalestrujillo-mayo21.pdf).
- Cenóz, P. J., Burgos, A. M. (1999). Influencia de la poda de tallos de mandioca, *Manihot esculenta*
Crantz en el contenido de materia seca, almidón y conservación de raíces con fungicidas.
Revista Agrotecnia. n.5, p. 26-28.

- Cenóz P. J.; A. López y Á. M. Burgos. (2001). Factores ambientales que regulan el deterioro poscosecha en mandioca. *Revista científica*. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/5-Agrarias/A-011.pdf>. Consultado octubre, 2021.
- Cenóz, P. & Burgos, A. (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>.
- CICO-CORPEI. (2009) Centro de Información e Inteligencia Comercial-Corporación para la Promoción de la Exportaciones e Inversiones. Exportaciones Ecuatorianas de Yuca.
- COOCK, J. H. (1978). Potencial agronómico para la productividad de la yuca. *Revista científica*. Colombia.
- Elizalde, M y Pazmiño, J. (2015). *Investigación y estudio de la yuca (Manihot esculenta Crantz) y nuevas propuestas gastronómicas*. (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil).
- El-Sharkawy. (2003). Cassava biology and Physiology. *Plant Mol. Biol.* 53: 621-645.
- ESPAC (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2020.pdf.
- Esquivia, M & Castaño, H., Atehortúa, L., Acosta, A. y Mejía, C. (2014). Producción de etanol a partir de yuca en condiciones de alta concentración de sólidos (VHG). *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVI (1),163-170. ISSN: 0123-3475.

- FAO (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma. <http://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>.
- FAOSTAT (2021). *Cultivos y productos de ganadería (producción)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/faostat/es/#search/producción%20de%20yuca>.
- Fernández, L. y Cerratos, M. (2017). *Cartilla tecnológica del cultivo de yuca en el litoral atlántico de Honduras*. Honduras: Editorial DICTA. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3149/BVE17089155e.pdf;jsessionid=A85712E18B5EF00AED493E8A3C35092D?sequence=1>.
- Figueiredo, A., Ferreira, M., Umsza, M., Flloretino, S., Cardoso, A., & Souza, J. (2018). *evaluación físico-química de mandioca almacenada bajo refrigeración y congelación*.
- Folgueras, M. & Rodríguez, S., Maza, 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.
- Fretes, F. (2010). *Mandioca. Una opción industrial*. Paraguay: USAID. <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/mandioca.pdf>.
- Furcal, P., Torres, S. y Andrade, W. (2015). Evaluación de la fertilización inorgánica en el cultivo de yuca en la región norte de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 28, N° 2, abril-junio. Pág. 84-101. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n2/0379-3982-tem-28-02-00084.pdf>.

- González, A. (2019). *Viabilidad para el desarrollo de un plan de negocio para la comercialización de la yuca a China*. (Tesis de grado, Fundación Universidad de América). <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7484/1/444770-2019-II-GE.pdf>.
- Hermida, H. (2015). Inclusión de harina de raíz de yuca en la dieta de pollos camperos K-53 *revista científica*. Colombia.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319027887007>.
- INEC. (2016). *Estadísticas agropecuarias de superficie y producción continua en Ecuador*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Quito.
- INEC. (2020). *Estadísticas agropecuarias de superficie y producción continua en Ecuador*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo Quito.
- INIAP (2014). *Cultivo de yuca en Ecuador*. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5214/1/INIAPEEPbd436.pdf>
- Intriago, M., y Muñoz, G. (2014). *Estudio de Factibilidad para la creación de una empresa que produzca almidón de yuca, como materia prima para el mercado de Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2257/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-66.pdf>.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordid=do2003100381%2028mtesis%20final%20marzo%20%28yuca%29%281%29%201.pdf>.

- López, S., Chávez, S. y Chuquizuta, T. (2017). Evaluación de la vida útil de dos frutas usando un envase biodegradable de yuca (*Manihot esculenta*). *Rev. investig. Altoandín*. vol.19 no.4 Puno oct./dic 2017.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572017000400002.
- Medina, D., Burgos, A., Michellod, M., Cenóz, P. (2017). Cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en invernadero: efectos sobre el rendimiento y la calidad de raíces tuberosas. *Revista científica*. Venezuela.
- Medina, S., García, L., Vélez, C., Lisímaco, A. y Fernández, A. (2013). Estudio comparativo de conservación de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) recubiertas con cera natural y parafina. *Informador Técnico*. Vol. 77, No. 1, p 17 –21.
- Meneses, K., Santacruz, S. y Coloma, J. (2017). Conservación de yuca (*Manihot esculenta*) con recubrimiento a base de harina de cáscara de plátano. *Revista técnica*. Ecuador.
- Mildestein, M. (2014). *influencia del marco de plantación en parámetros de la yuca (Manihot esculenta Crantz) clon INIVIT-Y-93-4*. (Tesis de grado, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas).
- Moreira, G.L.P., Viana, A.E.S., Cardoso, A.D., Santos, V. da S., Matsumoto, S.N. y Andrade, A.C.B. (2014) – Intervalos entre podas de duas variedades de mandioca. *Bioscience Journal*, vol. 30, n. 6, p. 1757-1767.
- OCDE-FAO (2020). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. Paris: OECD.
<http://www.fao.org/3/ca8861es/CA8861ES.pdf>.

- OECD (2021). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/7f496685-es/index.html?itemId=/content/component/7f496685-es>.
- Oirschot, Q., Brien, G., Dufour, D., Sharkawy, M., & Mesa, E. (2000). The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. *Revista científica*.
- OLIVEIRA, S. P. (2010). Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá*, v. 32, n. 1, p. 99-108, p. 457-456, 1972a.
- Ospina, B & Cevallos, H. (2002). *La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. CIAT, N° 32, p 586. http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/yuca_tercer_milenio.pdf.
- Ospina, B (2013). *Microorganismos endófitos causantes del deterioro post cosecha primario en yuca*. Monografía de Pregrado de Biología.
- Pastrana, E.; Alviz, H. y Salcedo, J. (2015). Respuesta de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) (CM 3306-4 y MCOL 2215) a la aplicación de riego en condiciones hídricas diferentes. *Acta Agronómica*, 64(1),48-53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169932884006>.
- Pérez, D., Mora, R. y López, C. (2019). Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la amazonia. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 24, núm. 2, pp. 202-212. <https://www.redalyc.org/journal/3190/319060771001/html>.
- Ramos, M., Romero, C. y Bautista, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas *Revista*

Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 19, núm. 1.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81355612003/81355612003.pdf>.

Rico, H. & Peralta, P. (2020). Comportamiento del consumidor frente a productos derivados de la yuca. *Innovar*, 30 (75), 9-18. <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v30n75/0121-5051-inno-30-75-9.pdf>.

Salcedo, J., Mercado, J., Vanegas, M., Fernández, A. y Vertel, M. (2014). Cinética de secado de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad CORPOICA M-tai en función de la temperatura y de la velocidad de aire. *Revista ION*, 27(2), 29-42.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342033068004>.

Silva, A. J. (2010). *Épocas de poda en mandioca*. (Tesis de Maestría). Universidad Estadual del Sudoeste de Bahía. Bahía, Brasil.

Sotelo, R. y Acevedo, G. (2009). Conservación de las raíces frescas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) aplicándole el proceso de parafinado. *Nexo. Revista Científica*. Vol.21, No.2, pp.48-53. ISSN 1818-6742. www.uni.edu.ni/Nexo.

Suarez, L. y Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).
Tendencias actuales. cultrop vol.32 no.3.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000300004.

Ulloa, G. (2018). *Evaluación de los efectos de la precocción, prefritura y congelación IQF (Individually Quick Frozen) en las características físico-químicas y sensoriales de yuca amarilla (Manihot esculenta Crantz) de la provincia de Pastaza*. (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato).
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28027/1/AL%20678.pdf>.

- USAID, (2010). *Mandioca. Una opción industrial.* Paraguay:
<https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/mandioca.pdf>.
- Vargas, A., Watler, W., Morales, M. y Vignola, R. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de la yuca Costa Rica.* Costa Rica: INTA.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-yuca.pdf>.
- Viteri, M. (2014). *Plan de negocios para la exportación de yuca congelada a Helsinki Finlandia.* (Tesis de grado, Universidad Técnica Equinoccial).
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/8398>.
- Wheatley, C. (1983). *Almacenamiento de raíces frescas de yuca. Guía de estudio.* Editorial Cali Ciat S.A.
- Wheatley, C., Lozano, C. y Gómez, G. (1985). *Post-harvest deterioration of cassava roots.* In: Cock, J.H.; Reyes, J.A. *Cassava: research, production and utilization.* pp. 655-671. UNDP-CIAT. Cali, Colombia. 745 pp.
- Zapata, A., Neme, R., Sanabria, C. y López, C. (2011). *Análisis de Ests de yuca (Manihot esculenta): una herramienta para el descubrimiento de genes.*

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de raíz en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	13.31	3	4.44	0.94	0.4425
Tratamiento	5.93	6	0.99	0.21	0.9692
Poda	1.82	1	1.82	0.34	0.5664
Época	1.33	2	0.66	0.13	0.8826
Poda*Época	2.17	2	1.08	0.21	0.8165
Poda vs Sin poda	0.62	1	0.62	0.13	0.7216
Error	85.11	18	4.73		
Total	104.35	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 2. Análisis de varianza del peso de raíz en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	2.82	3	0.94	1.24	0.3233
Tratamiento	0.92	6	0.15	0.2	0.9715
Poda	0.17	1	0.17	0.2	0.6624
Época	0.53	2	0.27	0.32	0.7339
Poda*Época	0.18	2	0.09	0.11	0.8987
Poda vs Sin poda	0.04	1	0.04	0.05	0.8201
Error	13.6	18	0.76		
Total	17.34	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 3. Análisis de varianza del peso de follaje a la cosecha en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	2.78	3	0.93	7.77	0.0016
Trat	8.09	6	1.35	11.3	<0.0001
Poda	3.38	1	3.38	40.61	<0.0001
Época	0.15	2	0.08	0.92	0.4208
Poda*Época	0.03	2	0.02	0.2	0.8245
Poda vs Sin poda	4.53	1	4.53	37.99	<0.0001
Error	2.15	18	0.12		
Total	13.02	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de planta en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.27	8	0.03	1.67	0.1866
Poda	0.02	1	0.02	1.02	0.3293
Época	0.08	2	0.04	2.07	0.1601
Bloq	0.14	3	0.05	2.34	0.1141
Poda*Época	0.02	2	0.01	0.58	0.5715
Error	0.3	15	0.02		
Total	0.57	23			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 5. Análisis de varianza peso de follaje al momento de la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.93	8	0.99	4.17	0.0084
Poda	6.62	1	6.62	27.82	0.0001
Época	0.14	2	0.07	0.3	0.7454
Bloq	1.08	3	0.36	1.52	0.2504
Poda*Época	0.09	2	0.05	0.19	0.8253
Error	3.57	15	0.24		
Total	11.5	23			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 6. Análisis de varianza del total del peso de follaje en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	6.25	3	2.08	5.82	0.0058
Trat	2.51	6	0.42	1.17	0.3661
Poda	0.51	1	0.51	1.25	0.2807
Época	0.34	2	0.17	0.42	0.6657
Poda*Época	0.19	2	0.1	0.23	0.7941
Poda vs Sin poda	1.47	1	1.47	4.1	0.0581
Error	6.45	18	0.36		
Total	15.21	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de materia seca en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	154.9	3	51.63	5.86	0.0057
Trat	54.64	6	9.11	1.03	0.4363
Poda	1.5	1	1.5	0.24	0.6311
Época	19.98	2	9.99	1.6	0.2345
Poda*Época	9.39	2	4.7	0.75	0.4882
Poda vs Sin poda	23.78	1	23.78	2.7	0.1179
Error	158.67	18	8.82		
Total	368.22	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de almidón en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	31.25	3	10.42	0.1	0.9566
Trat	9785.71	6	1630.95	16.31	<0.0001
Poda	759.38	1	759.38	9.6	0.0073
Época	358.33	2	179.17	2.27	0.1382
Poda*Época	25	2	12.5	0.16	0.8552
Poda vs Sin poda	8643.01	1	8643.01	86.43	<0.0001
Error	1800	18	100		
Total	11616.96	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de ceniza en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	0.24	3	0.08	1.95	0.1574
Trat	0.28	6	0.05	1.1	0.4006
Poda	0.02	1	0.02	0.44	0.5163
Época	0.1	2	0.05	1.09	0.361
Poda*Época	0.01	2	0.01	0.12	0.8902
Poda vs Sin poda	0.14	1	0.14	3.43	0.0806
Error	0.75	18	0.04		
Total	1.27	27			

Fuente: elaborado por las autoras.

Anexo 10. Análisis de varianza del tiempo de cocción de las raíces en la poda pre-cosecha de un material promisorio del INIAP. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2021.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloq	0.29	3	0.1	0.04	0.9879
Trat	73.5	6	12.25	5.48	0.0022
Poda	5.04	1	5.04	2.16	0.162
Época	39.58	2	19.79	8.49	0.0034
Poda*Época	28.58	2	14.29	6.13	0.0113
Poda vs Sin poda	0.29	1	0.29	0.13	0.7221
Error	40.21	18	2.23		
Total	114	27			

Fuente: elaborado por las autoras.