



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

DAMIAN ALBERTO HERNÁNDEZ ESCAMILLA

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

**“Comparación de rendimiento de harina y almidón entre cultivares de yuca
(*Manihot esculenta* Crantz.) en Hobomó, Campeche.”**

Junio de 2024





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

DAMIAN ALBERTO HERNÁNDEZ ESCAMILLA

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

**“Comparación de rendimiento de harina y almidón entre cultivares de yuca
(*Manihot esculenta* Crantz.) en Hobomó, Campeche.”**

Junio de 2024





Chiná, Campeche, **04/junio/2024**
OFICIO No. DIR/574/2024

ASUNTO: Aprobación

**C. HERNANDEZ ESCAMILLA DAMIAN ALBERTO
PRESENTE**

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo de la Titulación Integral por Tesis denominada **“Comparación de rendimiento de harina y almidón entre cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz.) en Hobomó, Campeche”**, es aprobado como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
Aprender Produciendo

MARCO GABRIEL ROSADO ÁVILA
DIRECTOR



C.c.p. Ricardo Antonio Chiquini Medina.-Subdirector Académico
Minutario

MGRA/PACM/scbn



COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este comité y presentado por el C. DAMIAN ALBERTO HERNÁNDEZ ESCAMILLA como requisito parcial para obtener el título de: INGENIERO AGRÓNOMO, el día 20 del mes de junio del año 2024 en Chiná, Campeche.

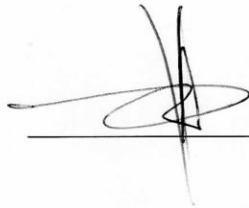
NOEL ANTONIO GONZALEZ VALDIVIA

Presidente



BRIGIDO MANUEL LEE BORGES

Secretario



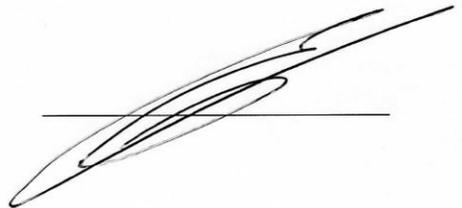
MONICA JOCELYN SIMA TE

Vocal



ENRIQUE ARCOCHA GOMEZ

Vocal Suplente



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por todo el esfuerzo y sacrificio que han realizado al apoyarme en mis estudios y en otros aspectos de mi vida. En particular a mi padre Rafael Hernández Poot por enseñarme valores como el esfuerzo y el trabajo honesto en nuestra vida y por nuestras metas. A mi madre Ofelia Escamilla Tzec por sus consejos y por creer en mí. A Rolando Hernández Escamilla, mi hermano, quien me ha ayudado cuando ha podido. A mi novia Ana Gabriela Uc Pech por alentarme y apoyarme en cada decisión que he tomado.

También agradezco a mi profesor y asesor al doctor Noel González Valdivia por permitirme formar parte del grupo de Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable, por todo su apoyo y sus enseñanzas en el trayecto desde la residencia profesional hasta la tesis.

De igual forma agradezco a mis compañeros académicos: Federico González Ortiz, Mónica Jocelyn Sima Te, Diego Armando May Ayil, Josué Israel Dzib Chan y Miguel Ángel Moo Jurado, por el apoyo brindado todo este tiempo ayudando en las actividades de mi trabajo de investigación.

Al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chiná por permitirme cursar la carrera de Ingeniería de Agronomía. A los profesores que dieron su tiempo y su mejor esfuerzo para compartir sus experiencias y competencias conmigo. A todas las personas que por razones de espacios no pueda incluir en este agradecimiento.

DEDICATORIA

Especial dedicatoria a mi familia a mis padres Rafael Hernández Poot y Ofelia Escamilla Tzec. Por todo su esfuerzo y su apoyo en el transcurso de la carrera por darme educación y enseñarme el valor de una familia.

RESUMEN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), conocida como mandioca, especie originaria de la amazonia cultivada en regiones tropicales, es un alimento importante para los agricultores por sus raíces tuberosas que son fuentes de energía para la alimentación humana y animal. La raíz de reserva, de la cual se obtiene harina, presenta el principal valor económico. También es valorada como vegetal cocido y por sus almidones, o por el uso forrajero de sus hojas. El objetivo fue generar información sobre el rendimiento de raíces, harina y almidón extraídas de siete accesiones de yuca (*M. esculenta* Crantz.) del Banco de Germoplasma del Instituto Tecnológico de Chiná, cultivadas en la localidad de Hobomó, Campeche, México. Se cosecharon, lavaron, pelaron y pesaron las raíces frescas obtenidas de una planta por accesión, que luego fueron molidas, prensadas para extraer harina y almidón. La harina y almidón fue pesada y luego fue secada en horno de convección hasta secarse por completo, para determinar la biomasa seca por planta. Los resultados muestran diferencias entre los rendimientos de raíces frescas y entre las harinas obtenidas de las accesiones, los que se encuentran entre 1.3 y 3.42 kg raíces/planta y 22 a 76 g harina seca/kg raíces frescas cosechadas, mientras que la biomasa seca del almidón fue de 26 a 53 g/kg de raíz fresca, es decir, con base a una densidad de una planta por metro cuadrado (10,000 plantas/ha), se tendrían estimados de 13 a 24.2 raíces/ha y de 286 a 2188 kg de harina/ha. La mayoría de los materiales producen dentro de los rangos reportados para el cultivo, pero al menos una tercera parte de estos, presentan un desempeño sobresaliente, con rendimientos que superan las 3 toneladas de harina fresca/ha y el promedio de 0.6 toneladas harina seca /ha Y 0.5 de almidón seco/ha reportados en distintas regiones productoras de los trópicos.

Palabras claves: Germoplasma, harina y almidón, raíces, cultivos tropicales, reproducción asexual

INDICE

AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Descripción de la planta	4
2.1.1 El tallo.....	4
2.1.2 Las hojas	4
2.1.3 Inflorescencia	5
2.1.4 Fruto.....	5
2.1.5 Semilla.....	5
2.1.6 Raíz.....	5
2.2 Beneficios económicos de la yuca	6
2.2.1 Uso de la yuca	6
2.2.2 Alimentación humana	6
2.2.3 Alimentación animal.....	6
2.2.4 Harina.....	7
2.2.5 Almidón	7
III. JUSTIFICACIÓN	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9

4.1 Localización del predio experimental	9
4.2 Cosecha y pesado de raíz en campo.....	9
4.3 Reproducción, mortalidad y supervivencia de las accesiones de yuca <i>M. esculenta</i> Crantz., en Chiná, Campeche	10
4.4 Manejo del terreno y establecimiento de accesiones de Yuca	10
4.5 Extracción de harina y almidón en raíces obtenidas en campo.....	10
4.6 Registro, organización y procesamiento de datos.....	11
V. RESULTADOS	12
5.1 Mortalidad y supervivencia	12
5.2. Variables morfométricas y componentes del rendimiento	14
5.3 Rendimientos de raíces, harinas y almidón.....	16
VI. DISCUSIÓN.....	19
VII. CONCLUSIONES.....	21
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	22
IX. ANEXOS	26

Índice de cuadros

Cuadro 1. Resultados de la supervivencia y mortalidad en distintas accesiones yuca.....	p. 12
Cuadro 2. Medida longitudinal en acciones de (raíces) de <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	p. 14
Cuadro 3. Ancho de (raíces) de yuca <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	p. 14
Cuadro 4. Peso de cáscara de raíces de (yuca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	p. 15
Cuadro 5. Peso de raíces con cáscara de (yuca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	p. 15
Cuadro 6. Peso de rices sin cáscara de (yuca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	p. 16
Cuadro 7. Rendimiento de raíces cosechadas en campo y características de las raíces cosechadas de distintas accesiones del banco de germoplasma de yuca del Instituto Tecnológico de Chiná cultivadas en Hobomó, Campeche, entre agosto - diciembre de 2023.....	p. 17
Cuadro 8. Rendimiento en raíces frescas y biomasa de harina y almidón obtenidas de distintas accesiones del banco de germoplasma de yuca del Instituto Tecnológico de Chiná cultivadas en Hobomó, Campeche, entre agosto – diciembre de 2023.....	p. 18

Índice de figuras

Figura 1. Porcentaje de esquejes muertos. Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná) Y (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma)p. 13

Figura 2. Porcentaje de esquejes vivos al final del estudio. Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná) Y (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma)p. 13

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), conocida también como mandioca, tapioca y guacamote (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] 2018), es una especie originaria de la cuenca amazónica cultivada en distintas regiones tropicales por sus raíces altamente aprovechable para el consumo humano y la alimentación animal (Díaz-Tatis y López-Carrascal, 2021). Es una fuente de energía a nivel mundial y equiparable, a otras fuentes de alimentación básica como la cebada, el trigo y el maíz (Knowles, Pabón y Carulla, 2012). Es muy rica en almidones, y además tolerante a la sequía y adaptable incluso a suelos ácidos de escasa fertilidad y se cultiva a poca escala por los agricultores (Canales y Trujillo, 2021).

Este cultivo tiene un rango óptimo de temperatura de 25-29 °C y el rango de tolerancia va de 16 °C a 38 °C. Su amplia adaptación a distintos climas y suelos favorecen que la planta se cultive de manera eficiente y desde la antigüedad en Mesoamérica y en particular en el sur y sureste de México (Aguilar-Brenes *et. al.*, 2017). Actualmente, el cambio climático ocasiona la búsqueda de estrategias agropecuarias que incluyan especies adaptables y resilientes (Fernández, 2013). Se necesita indagar más sobre las potencialidades de usos de esta especie, además, de la materia prima del fitomejoramiento sino como elemento fundamental de la apropiación del patrimonio biocultural y elemento clave para la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades locales (Pérez, Mora y López-Carrascal, 2019).

A diferencia de otros cultivos, la yuca y sus productos son pocos conocidos fuera de ciertas regiones tropicales, en donde ha sido cultivada por muchos años y pocas personas conocen la diferencia entre las variedades de yucas dulces y amargas (Ospina y Ceballos, 2002). Donde su aprovechamiento comercial es principalmente el almidón, para la fabricación de subproductos en la industria alimenticia (Suarez y Maderos, 2011). Sin embargo, hasta ahora se ha estado considerando como un cultivo importante en las regiones tropicales y el principal producto importante para la economía de los agricultores es debida a las raíces tuberosas que la conforman,

además, de las hojas son importantes como fuente de alimentación para crianza animal y genera valor económico para los productores que cultivan esta especie (Cock, 1989).

La yuca *M. esculenta* está siendo un cultivo impulsado por países que valoran el valor económico de que este cultivo es capaz de proporcionar desarrollando fuentes de valor agregado al sector agrícola ya que la transformación de la raíz es utilizada para la producción de harina y almidón, la harina empleada como un sustituto de otros cereales permitiendo incrementar la diversificación de subproductos (Alvarado y Cornejo, 2009). Siendo así capaz de cerrar la brecha entre la agricultura campesina y las empresas agroindustrial, y así aumentar el valor agregado de las economías campesinas (Segreda, 2013).

La yuca *M. esculenta* se cultiva en siete estados: Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán, Oaxaca, Michoacán y Jalisco. Siendo el estado de Tabasco con mayor superficie de yuca sembrada (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP] 2017). Aunque, Campeche cuenta con la mayor variedad de cultivares de yuca de los diferentes estados, pero, este es poco valorado como fuente alimenticia y aprovechable de sus partes vegetales, ante la crisis ambiental y agroalimentaria actual, esta planta puede fungir con diversos beneficios en la producción agroalimentaria y la seguridad en la alimentaria, así como aporte forrajero en la producción pecuaria, pero a la vez facilita la diversificación por el potencial industrial que esta especie pueda alcanzar, pero que demanda mejores estrategias para su incorporación en los sistemas de producción agropecuarios y agroindustriales en el estado y la región (González- Valdivia *et al.*, 2023).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

General información del rendimiento de siete accesiones de yucas del banco de germoplasma del Instituto Tecnológico de Chiná, cultivadas en la comunidad de Hobomó, Campeche.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir el rendimiento por plantas de 7 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), establecidas bajo las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Hobomó en el estado de Campeche, México.

Comparar mediante diferentes accesiones de yuca en rendimiento de harina en raíces de las 7 plantas de la localidad de Hobomó en el estado de Campeche, México.

1.3 Hipótesis

H1: Por lo menos una accesión de siete en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) influirá en el rendimiento en harina y almidón en cultivares de la comunidad de Hobomó, Campeche.

H0: Ninguna de las siete accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) tendrá un rendimiento sobresaliente en la extracción de harina y almidón.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de la planta

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) pertenece a la familia de las Euphorbiaceae, la cual está constituida por más de 7200 especies caracterizadas especialmente por el desarrollo de sus vasos laticíferos, mismos que están compuestos por células secretoras o galactósidos que genera la secreción lechosa (Vivas-Intriago y Cedeño-Rivas, 2023). Es de fácil identificación por ser un arbusto que mide entre 1.5 a 4 metros de altura y algunas accesiones producen flores tanto femeninas como masculinas, y sus raíces son fibrosas que sirve como fijador de la planta, absorción de nutrientes y también almacenan carbohidratos (Vivas-Intriago y Cedeño-Rivas, 2023).

2.1.1 El tallo

Los tallos de esta especie son semileñosos con ramas en la zona media y superior, con alternación de nudos y entrenudos, una zona importante para la reproducción asexual de esta, a partir de los tallos lignificados, denominados estacas o cangres, sirven como material de plantación para la producción comercial del cultivo, la tonalidad entorno al color de los tallos varía significativamente con la edad de la planta y con la variedad. (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011).

2.1.2 Las hojas

La cantidad de hojas por planta, la longevidad y capacidad fotosintética constituyen características varietales. Las hojas son simples y alternas. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre 3 y 9. Los lóbulos miden entre 4 y 20 cm de longitud y entre 1 a 6 cm de ancho; los centrales son de mayor tamaño que los laterales. La tonalidad de la hoja varía con la edad de la planta. Las hojas maduras pueden ser púrpuras, verde oscuras o verde claras. El pecíolo de la hoja puede tener una longitud entre 9 y 20 cm, es delgado y de pigmentación variable de verde a morada (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011).

2.1.3 Inflorescencia

Las flores tienen cinco sépalos y 10 estambres. En el género *Manihot*, las plantas suelen ser monoicas, presentando flores unisexuales masculinas y femeninas en una bráctea primaria y una bractéola, dentro de una misma planta. La inflorescencia es en racimo, con las flores femeninas en las posiciones basales y las masculinas, más pequeñas y numerosas, en las distales. Pueden a veces desarrollarse a partir de las yemas axilares de la parte superior de la planta (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011).

2.1.4 Fruto

Al madurar la semilla, el epicarpio y el mesocarpio se secan. El endocarpio, que es de consistencia leñosa, se abre bruscamente cuando el fruto está maduro y seco, para liberar y dispersar, a cierta distancia, las semillas (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011).

2.1.5 Semilla

Es el medio de reproducción sexual de la planta. Esta tiene un importante papel en el mejoramiento de la especie ya que se pueden obtener nuevos genotipos genéticamente superiores. Esta es ovoide-elipsoidal y mide alrededor de 1 cm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. La testa es lisa, de color negruzco con moteado gris (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011).

2.1.6 Raíz

Las raíces son fibrosas, tiempo después una parte de ellas se agranda, debido a la acumulación de almidón, y se denominan tuberosas. Si la planta proviene de semilla sexual se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden, si proviene de estacas, las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca y las yemas de la estaca que están bajo la tierra (Suárez-Guerra y Mederos-Vega 2011).

2.2 Beneficios económicos de la yuca

El beneficio económico que proporciona los derivados de la yuca es aprovechado por los productores en donde incursionan en el procesamiento y comercialización de la yuca a partir de sus derivados aprovechables obtenidos durante el proceso, generando así beneficios económicos propios y familiares (Vivas-Intriago y Cedeño-Rivas, 2023).

Una de las alternativas entornos a la alimentación animal y reducción en costos que afectarían al campesino, es el aprovechamiento de esta especie como forraje ganadero y así obtener mejor rentabilidad y carne orgánica (Vivas-Intriago y Cedeño-Rivas, 2023).

2.2.1 Uso de la yuca

Son varias de las partes vegetativas de esta especie aprovechables y a partir de sus derivados obtenibles en sus raíces, tallos, hojas y flores, de gran importancia para los agricultores, sirve para el consumo humano y alimentación animal, de maneras muy variadas. Los productos obtenidos después del procesamiento de la raíz pueden ser utilizados a nivel industrial, principalmente a partir del almidón (Canales y Trujillo, 2021).

2.2.2 Alimentación humana

Tanto como las hojas y las raíces son importante fuente de alimentación para los humanos (Díaz-Tatis y López-Carrascal, 2021). Aportan abundantes carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas. La raíz contiene glucósidos que pueden ser eliminados por cocción para su consumo seguro. Algunas variedades de yuca son amargas (tóxicas), por el alto contenido de compuestos cianogénicos y necesitan un proceso de detoxificación más prolongado (tratamiento por calor o cocción), para que sean aptas para el consumo humano (Ospina y Ceballos, 2002).

2.2.3 Alimentación animal

La yuca tiene un alto valor energético, la planta ofrece una buena alimentación para el consumo animal. Una de las formas más comunes de elaborar el alimento es la

del secado para producir trozos secos. La yuca también puede ser incorporado en la formulación de alimentos balanceados para para aves, porcinos y otros diversos animales domesticados. De igual en otras partes las personas suelen ensilar las raíces junto con las hojas; este permite la duración y el almacenamiento de este producto, esta combinación tiene como ventaja adicional de combinar la fuente de energía de la raíz y la hoja con alto contenido de proteína. La harina de yuca obtenida de raíces frescas cortadas y secadas al aire libre por pocas horas, pueden ser ofrecidas a porcinos con excelentes resultados (López-Vázquez et al., 2018).

2.2.4 Harina

La yuca puede ser consumida como harina, esta puede ser clasificada como fermentada o no fermentadas. La harina no fermentada se prepara moliendo las raíces peladas, el material resultante se seca y muele hasta formar la harina (Cock, 1989). Puede incluso sustituir a los lácteos y carnes, proporcionando alternativas a personas que no pueden consumir estos (Díaz-Tatis y López-Carrascal, 2021).

2.2.5 Almidón

El almidón es uno de los productos más utilizados e importantes de la raíz de yuca, aunque existen otros cultivos que sirve para satisfacer la demanda del hombre. Los principales cultivos además de la yuca, importantes para la producción de almidón están; el maíz, la papa y el arroz. (Ospina y Ceballos, 2002).

III. JUSTIFICACIÓN

La agricultura ha estado cambiando gradualmente con el paso de los años la agricultura tradicional ha sido sustituida por innovaciones tecnológicas siendo capaz de cambiar la producción. Aunque esto parezca mejorar la forma de realizar la agricultura se sobreexplota los recursos que son importantes como el suelo y agua dejando únicamente a las actividades agrícolas intensivas que al final generan un efecto negativo en el ecosistema.

Actualmente el cambio climático ha alarmado a las personas debido a que modifica la adaptabilidad en el entorno, esto en las actividades agrícolas es perjudicial ya que es el medio por la cual se cubre la necesidad más importante la alimentación. Por ese motivo la agricultura busca sustituir cultivos que sean capaces de adaptarse a la nueva realidad climática. En ese sentido, este proyecto tuvo como principal objetivo determinar si el rendimiento preliminar de raíces, harina y almidón por planta en siete accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), expresa valores altos al ser cultivadas en la localidad de Hobomó, Campeche.

El origen del material utilizado representa distintas zonas de la Península de Yucatán, y fue cultivado previamente en el Banco de Germoplasma del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable en el Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. También se amplió el conocimiento general sobre la yuca como alimento para animales y personas, así como la diversificación productiva con base en otros usos potenciales.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del predio experimental

La raíz de *Manihot esculenta* Crantz fue obtenida de una parcela experimental previamente establecida para un informe de residencia, ubicado en el ejido de Hobomó, Campeche, México. En las coordenadas GPS: Latitud Norte 9°36'50" y Longitud Oeste 90°29'44"W15 m. El clima en Campeche es cálido subhúmedo, que se presenta en el 92% de su territorio, el 7.75% presenta clima cálido húmedo localizado en la parte este del estado y en la parte norte, un pequeño porcentaje del 0.05% con clima semiseco. Hobomó se encuentra en una zona cálida subhúmeda.

4.2 Cosecha y pesado de raíz en campo

La recolecta y cosecha de la raíz de *M. esculenta* se realizó en la parcela experimental de Hobomó, cosechando individualmente las raíces de una planta que representaban a cada accesión de yuca. Las raíces obtenidas fueron contadas y se agregó una etiqueta para identificar la accesión (Ver anexo 1). Solo se pudo contar con una planta por accesión debido al limitado número de plantas disponibles al momento de hacer la cosecha. Esto es una limitante en el alcance de los resultados del estudio.

Una vez recolectadas y cosechadas las raíces de cada accesión, se trasladaron debidamente etiquetadas al Laboratorio de Agricultura y Agroecología Orgánica Sustentable (LAAOS), para su procesamiento. Se lavaron las raíces por cada accesión de yuca obtenidas en campo y se procedió a su secado bajo condiciones de sombra y a temperatura ambiente. Esto para eliminar el peso adicional del agua en cada raíz. El periodo de secado duro aproximadamente 5 horas. Después de secarse las raíces de cada planta se pesaron individualmente. La suma de las raíces cosechadas y pesadas por cada accesión estimó el peso de raíces frescas por planta (ver anexo 1).

4.3 Reproducción, mortalidad y supervivencia de las accesiones de yuca *M. esculenta* Crantz., en Chiná, Campeche.

Paralelamente al procedimiento antes descrito, con el objeto de incrementar la disponibilidad futura de los germoplasmas estudiados, se empleó el material vegetativo como fuente de semillas asexual para su plantación. Para este fin, se colectaron varetas por cada accesión para su reproducción y así hacer una nueva plantación para la conservación del material genético, dentro del Banco de Germoplasma de Yuca del Instituto Tecnológico de Chiná, ubicado en la localidad de Chiná, Campeche, México (ver anexo 1). La mortalidad y supervivencia de los esquejes fue registrada como variable de interés para comprender la adaptabilidad de cada material genético.

4.4 Manejo del terreno y establecimiento de accesiones de Yuca

Se establecieron las accesiones en un área delimitada y perteneciente al Laboratorio de Agricultura y Agroecología Orgánica Sustentable (LAAOS). Se removió el suelo en camas cuadradas de 1 m² por cada accesión y una separación por cama de 3 metros, así totalizando 7 accesiones del material biológico. Las estacas fueron cortadas contemplando tres yemas axilares, con una distancia por estaca de 10cm. Al final se etiquetó con un rótulo cada accesión establecida en campo (ver anexo 1). El número de varetas por accesión fue diferente en función de la cantidad de material vegetativo de cada planta elegida para su cosecha.

4.5 Extracción de harina y almidón en raíces obtenidas en campo

Una vez secadas y pesadas las raíces frescas en el LAAOS, y previo al proceso de extracción de harina y almidón, cada una de las raíces fueron peladas y luego molieron con apoyo de licuadoras, hasta tener una consistencia en pasta o masa. Posteriormente, para el prensado de la masa resultante del molido, se utilizaron mantas de algodón para envolverla y facilitar la extracción de líquidos por el prensado. Una vez separados la fracción líquida de la masa sólida, fueron depositados en contenedores diferentes. La masa de la harina fue pesada en una balanza electrónica expresando la masa fresca de la harina (en gramos). A continuación, la masa fresca se secó en un horno digital de la marca Novatech por

168 horas (una semana) a 40°C y transcurrido este periodo se obtuvo la masa seca de la harina por planta (en gramos). La masa fresca y seca correspondientes a la cáscara siguió un procedimiento antes (ver anexo 1).

Con el prensado de la masa de yuca con la manta de algodón se obtuvo un fluido precolado, que fue depositado en contenedores de plástico para sedimentar el almidón por 24 horas, que luego se separó de la fase líquida y sólida, se secó en el sol por aproximadamente 4 horas, y también se secó en el horno de secado por convección a una temperatura de 40°C por otras 24 a 48 horas o más según indique la humedad al tacto. Con los datos obtenidos se estimaron los rendimientos de harinas y humedad contenidas en estas, así como el almidón en función de las accesiones de yuca cosechadas en la parcela experimental de Hobomó, Campeche.

4.6 Registro, organización y procesamiento de datos

Los datos por cada medición realizados en cada accesión se organizaron y registraron en Excel y, con los datos registrados se realizó el análisis descriptivo con apoyo tanto del programa Excel Microsoft Office, como del programa InfoStat (Di Rienzo et al 2020).

V. RESULTADOS

5.1 Mortalidad y supervivencia

Las variables medidas permitieron determinar la supervivencia de las accesiones del método de esquejes a tres yemas apicales (cuadro 1), destacando la ITCHY0006 como la mejor en supervivencia, seguida por ITCHY0010 e ITCHY0009. Todas las demás presentaron valores inferiores al 60 %, incluyendo dos con muy pobre supervivencia (<20%). La accesión ITCHY0013 no sobrevivió. Estos resultados también se presentan en las figuras 1 y 2.

Cuadro 1. Resultados de la supervivencia y mortalidad en distintas accesiones

Accesión	Esquejes totales	Esquejes muertos	Mortalidad (%)	Esquejes vivos	Supervivencia (%)
ITCHY0002	33	27	82	6	18
ITCHY0006	23	7	30	16	70
ITCHY0009	53	20	38	33	62
ITCHY0010	35	12	34	23	66
ITCHY0014	32	25	78	7	22
ITCHY0015	29	16	55	13	45

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná) Y (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) del Instituto Tecnológico de Chiná cultivadas en Hobomó, Campeche.

yuca.

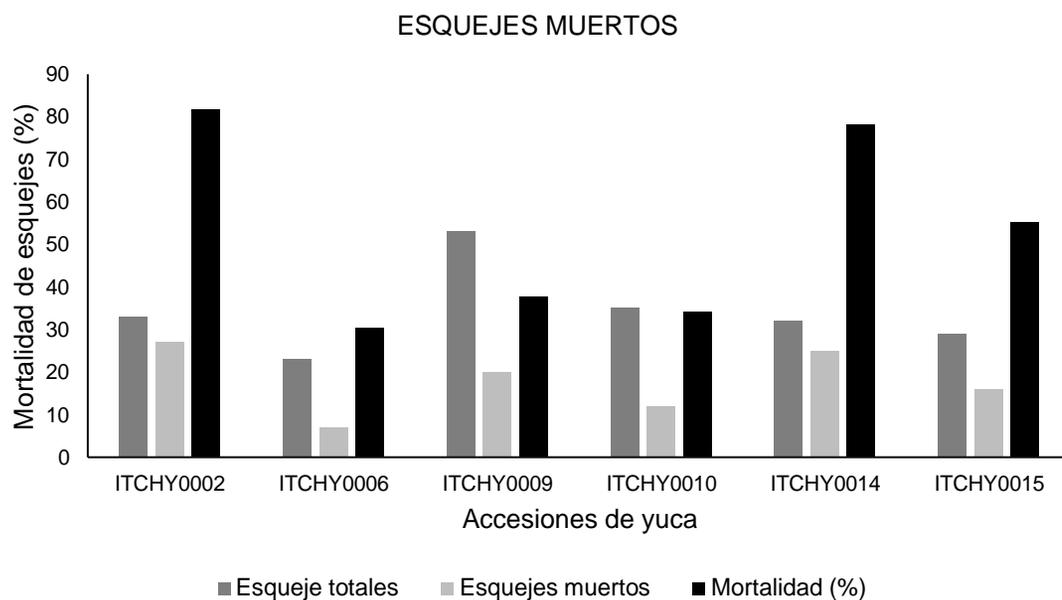


Figura 1. Porcentaje de esquejes muertos. Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná) Y (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma).

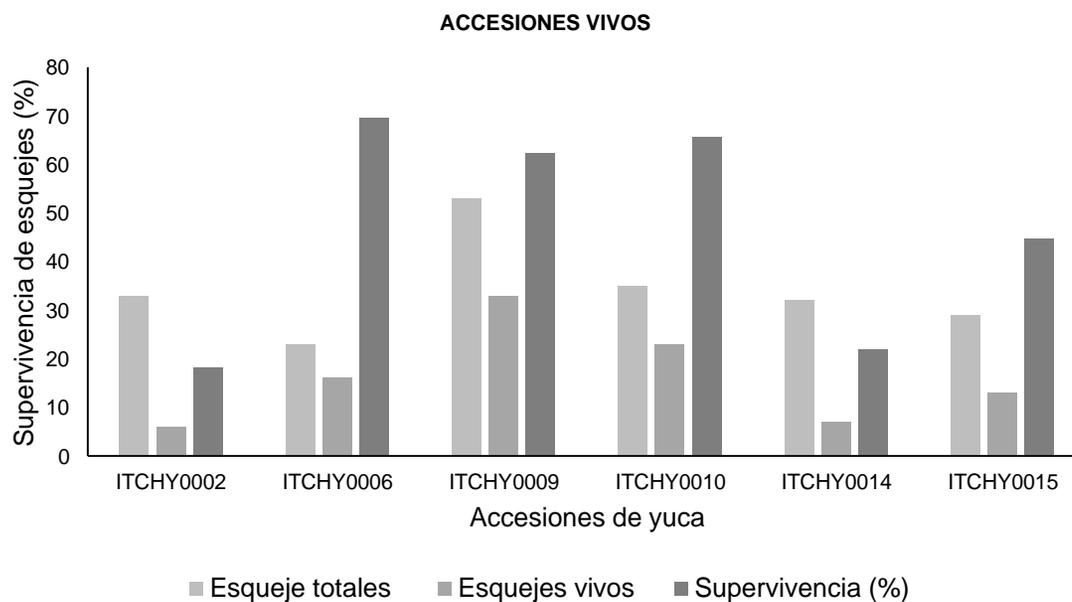


Figura 2. Porcentaje de esquejes vivos al final del estudio. Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná) Y (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma).

5.2. Variables morfométricas y componentes del rendimiento

La prueba de Kruskal Wallis demuestra que no existen diferencias significativas para la variable longitud de las raíces, entre las distintas accesiones de yuca estudiadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medida longitudinal en acciones de (raíces) de *Manihot esculenta* Crantz.

Variable	Accesiones	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Largo (cm)	ITCHY0002	9	21.78	7.92	21.00	8.62	0.1950
Largo (cm)	ITCHY0006	7	26.43	14.76	21.00		
Largo (cm)	ITCHY0009	8	29.50	9.61	30.00		
Largo (cm)	ITCHY0010	7	17.00	5.03	18.00		
Largo (cm)	ITCHY0013	7	17.64	8.03	18.00		
Largo (cm)	ITCHY0014	9	24.67	11.41	20.00		
Largo (cm)	ITCHY0015	9	25.61	10.78	23.00		

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná), (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) y $p=0.05$

En el cuadro 3, se describe que la anchura de las raíces no fue diferente ($H=9.54$, $p=0.1264$), entre las accesiones de yuca estudiadas en Hobomó, Campeche.

Cuadro 3. Ancho de (raíces) de yuca *Manihot esculenta* Crantz.

Variable	Accesiones	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Ancho (cm)	ITCHY0002	9	3.33	0.71	3.00	9.54	0.1264
Ancho (cm)	ITCHY0006	7	2.79	1.25	2.50		
Ancho (cm)	ITCHY0009	8	3.88	0.83	4.00		
Ancho (cm)	ITCHY0010	7	2.93	0.53	3.00		
Ancho (cm)	ITCHY0013	7	3.21	0.57	3.50		
Ancho (cm)	ITCHY0014	9	3.22	0.36	3.50		
Ancho (cm)	ITCHY0015	9	3.50	0.66	3.50		

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná), (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) y $p=0.05$

La prueba de Kruskal-Wallis no registró valores significativos para el peso de la cáscara de las raíces de yuca (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso de cáscara de raíces de (yuca) *Manihot esculenta* Crantz.

Variable	Accesiones	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0002	9	22.89	9.25	21.00	12.17	0.0580
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0006	7	43.00	64.73	8.00		
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0009	8	43.63	24.96	38.50		
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0010	7	14.00	3.42	14.00		
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0013	7	16.29	10.32	17.00		
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0014	9	29.78	20.82	23.00		
Peso de cáscara (gr)	ITCHY0015	9	34.33	29.24	27.00		

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná), (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) y p= 0.05

La prueba de Kruskal-Wallis registró valores significativos (H=12.97, p=0.0435), para el peso de las raíces de yuca con cáscara (Cuadro 5). Las accesiones ITCHY0009, ITCHY0006 e ITCHY0015 fueron superiores a las demás. El menor peso lo alcanzó ITCHY0010.

Cuadro 5. Peso de raíces con cáscara de (yuca) *Manihot esculenta* Crantz.

Variable	Accesiones	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0002	9	138.33	63.52	115.00	12.97	0.0435
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0006	7	237.14	331.45	61.00		
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0009	8	277.38	171.76	218.00		
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0010	7	81.43	25.87	76.00		
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0013	7	116.29	79.29	142.00		
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0014	9	157.11	88.20	144.00		
Peso con cáscara (gr)	ITCHY0015	9	216.89	173.01	154.00		

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná), (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) y p= 0.05

La prueba de Kruskal-Wallis no registró valores significativos para el peso de las raíces de yuca sin cáscara (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso de raíces sin cáscara de (yuca) *Manihot esculenta* Crantz.

Variable	Accesiones	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0002	9	108.67	49.56	92.00	11.12	0.0846
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0006	7	193.71	266.92	52.00		
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0009	8	230.50	145.57	177.00		
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0010	7	65.00	21.30	63.00		
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0013	7	100.00	70.23	125.00		
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0014	9	125.89	68.12	113.00		
Peso sin cáscara (gr)	ITCHY0015	9	157.33	148.24	100.00		

Código de accesión ITCH (Instituto Tecnológico de Chiná), (Yuca) 000 (Número de ingreso asignado en la colección o banco de germoplasma) y $p= 0.05$

De las 7 accesiones el valor de probabilidad “p” es mayor que 0.05, lo que significa, que no hay valor que indique diferencias significativas respecto al largo, ancho, peso de la cáscara y en peso sin cáscara. A diferencia del peso con cáscara donde si hubo diferencia significativa, en donde la accesión ITCHY0009 tiene el valor de la media más alta.

5.3 Rendimientos de raíces, harinas y almidón

Los resultados muestran diferencias entre las características de las raíces cosechadas de plantas correspondientes a distintas accesiones de yuca (Cuadro 7). Estas diferencias también se aprecian en los rendimientos de raíces frescas entre accesiones (Cuadro 8), con plantas de la ITCHY, que también se presentan entre la harina y almidón obtenidas de estos materiales.

Las raíces frescas presentaron promedios desde 1.30 a 3.42 kg/planta. Las demás variables incluidas (largo y ancho de raíces, biomasa de cáscara, biomasa de raíces peladas), en el estudio preliminar del rendimiento también mostraron variaciones en dependencia de la accesión de yuca, pero no fueron estadísticamente significativas. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento de raíces cosechadas en campo y características de las raíces cosechadas de distintas accesiones del banco de germoplasma de yuca del Instituto Tecnológico de Chiná cultivadas en Hobomó, Campeche.

Accesión	Raíces por planta	Biomasa de raíces cosechadas por planta (kg)	Largo de raíces (cm)	Ancho de raíces (cm)
ITCHY002	9	2,1	22,2 ± 8,0	3,3 ± 0,7
ITCHY006	7	1,88	26,4 ± 14,8	2,8 ± 1,3
ITCHY009	8	3,04	29,5 ± 9,7	3,9 ± 0,8
ITCHY010	8	2,79	17,0 ± 5,0	2,9 ± 0,5
ITCHY013	7	1,3	17,6 ± 8,0	3,2 ± 0,6
ITCHY014	9	1,97	24,7 ± 11,4	3,2 ± 0,4
ITCHY015	9	3,42	25,6 ± 10,8	3,5 ± 0,7

El marco de siembra utilizado fue de 1 planta por metro cuadrado o 10,000 plantas por hectárea.

Al realizar análisis sobre variables que miden el rendimiento se obtuvo que la biomasa seca de harina fluctuó entre 22 a 76 g/kg de raíz fresca por accesión, mientras que la biomasa seca del almidón fue de 26 a 53 g/kg de raíz fresca (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rendimiento en raíces frescas y biomasa de harina y almidón obtenidas de distintas accesiones del banco de germoplasma de yuca del Instituto Tecnológico de Chiná cultivadas en Hobomó, Campeche.

Accesión	Peso fresco harina (g)*	Peso seco harina (g)*	Peso fresco almidón (g)*	Peso seco almidón (g)*
ITCHY002	357	76	90	50
ITCHY006	228	53	93	53
ITCHY009	360	64	61	32
ITCHY010	353	27	75	39
ITCHY013	70	22	50	26
ITCHY014	239	49	69	39
ITCHY015	319	64	50	34

* Con base en un kilogramo de raíces frescas por accesión.

VI. DISCUSIÓN

La importancia de tener materia vegetativa utilizada para la reproducción es necesario contar con material de siembra de calidad ya que es un factor importante para el enraizamiento de los esquejes y brotación de yemas sino también de la producción de raíces comerciales (Nicaragua, Pavón y Chavarría, 2004). La adaptabilidad de yuca se puede lograr en cualquier tipo de suelos con suficiente materia orgánica y un pH entre 6 y 7 para la producción de yuca (Aceves-Navarro *et al.*, 2021; Aguilar-Brenes *et al.*, 2017).

La supervivencia de las siete variedades es relativamente baja, porque están por debajo del 60%, inferior al recomendado en general para cultivos en agronomía (80%). Estos resultados muestran que solamente tres pueden considerarse marginalmente adaptables a las condiciones del sitio del establecimiento de la plantación en Chiná.

Las accesiones que tienen el mejor desempeño en la biomasa de raíces cosechadas por plantas fueron las siguientes: ITCHY0010 (2.79 kg), ITCHY0009 (3.4 kg) y ITCHY0015 (3.42 kg), que las ubica dentro del rango de producción de raíces frescas que se presenta en la mayoría de las regiones productoras del trópico (González-Valdivia *et al.*, 2023). Aguilar- Brenes *et al.* (2017), menciona que los rendimientos de la yuca oscilan entre 1 a 10 kg/planta, lo que ubica dentro del ámbito aceptable de producción.

Los resultados obtenidos, aunque preliminares y limitados para realizar inferencias, si coinciden con otros publicados para rendimiento de yuca en campo. Los rendimientos de raíces frescas que se presentaron están en el rango de producción reportado por distintos autores, que sitúan a esta en un promedio cercano a las 10 t/ha, con una amplitud de 3 a más de 100 t/ha (León *et al.*, 2013; León-Pacheco *et al.*, 2014; Medina *et al.*, 2017) y, en general, superior al reportado para distintos estados productores en México, que mencionan de 10 a 17 t/ha de raíces frescas (Aceves-Navarro *et al.*, 2021).

Respecto a la producción de harina y almidón se puede establecer que los rendimientos obtenidos se asemejan a los reportados por (Fuenmayor-Campos *et*

al. 2012), lo que significa un área de oportunidad industrial para las accesiones presentes en el territorio de Campeche.

La biomasa de las raíces frescas pesadas en campo fue menor en las accesiones ITCHY0006 y ITCHY0002, sin embargo, el peso que presentaron al finalizar el proceso de secado (harina y almidón) fue mayor. La producción de harina y almidón tiene un desempeño sobresaliente en la producción de peso seco, que supera los entre los 0.5 y 0.6 toneladas de harina y almidón fresco por hectárea. Es decir, más de 3 toneladas de harina y almidón fresco/ha, lo que es coincidente con lo reportado por González-Valdivia *et al.* (2023).

VII. CONCLUSIONES

El cambio climático es una de las problemáticas que más preocupa actualmente, la búsqueda de mejores estrategias agropecuarias que incluyan especies adaptables y resilientes, una de ellas es la yuca. Debido a que su adaptabilidad no requiere de un gran manejo en cuanto a su rendimiento de la raíz respecto a la producción de harina y almidón se encuentra en el rango de producción aceptable en los diferentes estados de México, lo que puede significar una oportunidad industrial para las accesiones presentes en el estado de Campeche.

De las 7 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) estudiadas muestran que tres de las accesiones las cuales son: ITCHY006, ITCHY009 y ITCHY010 tienen una adaptabilidad superior a las demás. La variedad ITCHY015 a pesar de tener una supervivencia del 45% obtuvo mayor rendimiento en la extracción de biomasa de raíces junto a las variedades ITCHY009 y ITCHY010. Sin embargo, estas accesiones en el momento de extracciones de harina y almidón húmeda se redujo el contenido peso fresco de las mismas. De las cuales las accesiones con mayor rendimiento de harina y almidón son las variedades ITCHY002 Y ITCHY006.

Se recomienda la accesión ITCHY006 como la mejor variedad para el cultivo en el estado de Campeche ya que tiene mejor adaptabilidad y supervivencia, y a pesar de no tener mayor peso fresco en raíces tiene un alto contenido de almidones.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aceves Navarro, L. A., Juárez López J.F., Palma López D.J., López López, R., Rivera Hernández, B. y González-Mancillas, R (2021). Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en el estado de Tabasco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca, Gobierno de Tabasco. [citado 29 de septiembre de 2023]. 58 p. Recuperado de: <https://campotabasco.gob.mx/wp-content/uploads/2021/04/YUCA.pdf>
- Aguilar Brenes, E., Segreda Rodríguez, A., Saborío Arguello, D., Morales González, J., Chacón Lizano, M., Rodríguez Rojas, L., Acuña Chinchilla, P., Torres Portuguez, S. y Gómez-Bonilla, Y. (2017). *Manual del cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz.)* Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. 96 p. Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F0110918.pdf>
- Alvarado, G. y Cornejo, F. (2009). Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos. Ecuador. 6 p. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6391/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20harina%20de%20yuca%20para%20el%20desarrollo%20de%20productos%20dulces.pdf>
- Canales, N. y Trujillo, M (2021) *La red de valor de la yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia*. Documento de Trabajo. Instituto de Ambiente de Estocolmo, Estocolmo, Suecia. 30 p. Recuperado de: <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/05/workingpaperyucabioeconomia-canalestrujillo-mayo21.pdf>
- Cock, JH. (1989). *La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 240p.

- Díaz Tatis P. A., López Carrascal C.E. (2021). Yuca: pan y carne, una alternativa potencial para hacer frente al hambre oculta. *Acta Biológica Colombiana* 26(2): 235-46. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v26n2.84>
- Fernández, M. E. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo – FONADE e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 50 p. Rescatado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Fuenmayor Campos, F., Montilla, J., Albarrán, J. G., Pérez, M., Vaccarino Aray, L. C., y Segovia-Segovia, V. (2012). Evaluación y selección de clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del Plan Nacional de Semilla del INIA-Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 12(1): 17-24. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4277127>
- González Torres, Y. (2023) Yuca (*Manihot esculenta*). *Arqueología Mexicana* 158: 79-83. Recuperado de: <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/los-olmecas-los-mayas-y-la-yuca>
- González Valdivia, NA., Matos Pech G., García Acedo C., Arcocha Gómez, E., López Hernández, M y Puertovannetti Arroyo A. (2023). Estimación del rendimiento de harina seca de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en un luvisol férrico de Campeche, México. *Journal of Selva Andina Biosphere* 11(1):21-28.
- INIFAP. (2017). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Agenda técnica agrícola de Tabasco. Ciudad de México. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/libardoflorez/manejo-integrado-del-cultivo-de-la-yuca-en-el-caribe-colombiano>.
- Knowles, M. M., Pabón M. L. y Carulla J. E. (2012) Uso de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y otras fuentes de almidones no convencionales en la alimentación de rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25:488-499. Recuperado de: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324792>

- León Pacheco, R., Pérez-Macias, M., Gutiérrez-Trocel M., Rodríguez-Izquierdo A., Fuenmayor-Campos F. y Marín-Rodríguez C. (2014) Caracterización ecofisiológica de cuatro clones de yuca del banco de germoplasma del INIA-CENIAP. *Agronomía Tropical* 64(1-2): 97-105. Recuperado de: <https://ve.scielo.org/pdf/at/v64n1-2/art10.pdf>
- León, R., Polanco D., Zárraga P., Zambrano M., Ramos E., Perdomo D. y Marín A. (2013). Caracterización morfológica y agronómica de un banco de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista de la Facultad de Agronomía* 39(2): 93-104. Recuperado de: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/7197/6923
- López Vázquez D. A., Bautista Rodríguez C. F., Pech -May N. J., Gómez García R., Arcocha Gómez E., Burgos Campos M. A. y González Valdivia N. A. (2018). Aceptabilidad de la inclusión de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en alimentación de cerdo ibérico. *Revista del Centro de Graduados e Investigación, Instituto Tecnológico de Mérida* 33 (73):34-7. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/1faUILhMf1i8sMLeUjBF08tN8TdJUBZ06/view>
- Medina, D. R., Burgos A. M., Michellod M. y Cenóz P. J. (2017). Cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en invernadero: Efectos de sobre el rendimiento y la calidad de raíces tuberosas. *INCI* 42(8): 515-521. Recuperado de: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/515.pdf>
- Nicaragua, K., Pavón, F., y Chavarría, E. (2004). Guía MIP del cultivo de la yuca. Manejo Integrado de Plagas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 48 p. Recuperado de: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf>
- Ospina, B.; Ceballos., H. (2002). *La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. Cali, Colombia, CIAT, CLAYUCA. 587 p. Recuperado de: file:///C:/Users/escam/Downloads/Ver_documento_37152.pdf
- Pérez, D., Mora. R., y López Carrascal, C. (2019) Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la Amazonía. *Acta Biológica Colombiana* 24(2):202-212. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.75428>

- Segreda, A. C. (2013). ¿Qué es la agroindustria? Situación actual de la MIPyME en el sector agroalimentario. San José, Costa Rica. 42 p. Recuperado de: <https://omeka.campusuci2.com/biblioteca/files/original/1a5f2631e63a8f9ed31a3b6522949020.pdf>
- SIAP (2018). Yuca, mandioca o guacamote: ¿cómo lo llaman donde radicas? Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/yuca-mandioca-o-guacamote-como-lo-llaman-donde-radicas>
- Suárez Guerra, L. y Mederos Vega, V. R. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz): tendencias actuales. *Cultivos Tropicales* 32(3):27-35. Recuperado de: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/35/pdf>
- Vivas Intriago, A.A. y Cedeño Rivas, G. L. (2023). Caracterización bromatológica de la harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como suplemento alternativo en la alimentación animal. proyecto de investigación. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Calceta, Ecuador. 73 p. Recuperado de: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2092/1/TIC_MV23D.pdf

IX. ANEXOS

<p>Imagen 1. Obtención de las varetas de yuca.</p>		
<p>Imagen 2. Acondicionamiento de la parcela a sembrar.</p>		
<p>Imagen 3. Siembra de las varetas de yuca.</p>		
<p>Imagen 4. rotulación de con estaca para cada variedad.</p>		

Imagen 5. Toma de datos



Imagen 6. Extracción de raíces



Imagen 7. Lavado, pelado y pesaje de raíces.



Imagen 8. Molido las raíces de yuca.



Imagen 9. Extracción de harina y almidón.



Imagen 10. Pesado de harina



Imagen 11. Pesado de almidón.



Imagen 12. Secado de harina y almidón usando el horno de secado del laboratorio.



Imagen 13. muestras finales de almidón.



Imagen 14. Muestras finales de harina.

