



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida.

“Elaboración de tablas nutricionales basadas en la composición química de dos bebidas fermentadas: Chicha de yuca y Chicha de Chonta de la población lactante Kichwa”.

Presentado por: Christian Ronny Lasso García

Guayaquil – Ecuador, 2026

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profunda gratitud a la PhD. Andrea Orellana por su invaluable orientación, instrucción y apoyo constante a lo largo de mis estudios de maestría, cuya guía fue fundamental para la culminación de este trabajo. De igual manera, extendiendo un agradecimiento especial a las doctoras Nardy Diez y Patricia Manzano, integrantes de mi comité evaluador, por compartir generosamente su conocimiento y experiencia, brindando observaciones que enriquecieron significativamente esta investigación.

Asimismo, agradezco al Laboratorio Protal de la ESPOL y a sus directivos, en especial a la maestra Gloria Bajaña, por las facilidades otorgadas y su apoyo técnico en las instalaciones. Un reconocimiento especial al Programa VLIR-UOS por el financiamiento brindado, así como a la Federación de Organizaciones Indígenas del Napo (FOIN) y a las madres de la población Kichwa, cuya participación y saberes ancestrales permitieron darle un propósito humano y social a este estudio. Finalmente, agradezco a mis amigas Fátima German y Gabriela Cruz por sus valiosos comentarios y apoyo durante la fase experimental.

DEDICATORIA

Mi gratitud a la PhD. Andrea Orellana por toda la orientación y la instrucción que me brindó a lo largo de mis estudios de maestría.

Tampoco podría haber emprendido este viaje sin mi comité evaluador conformado por los Dras. Nardy Diez y Patricia Manzano, quienes generosamente me brindaron conocimientos y experiencia.

A mis amigas Fátima German y Gabriela Cruz por sus valiosos comentarios que influyeron enormemente en la forma en que realicé mis experimentos e interpreté mis hallazgos.

Al Laboratorio Protal, de ESPOL y a sus directivos, especialmente a mi maestra Gloria Bajaña por toda la ayuda brindada en las instalaciones.

Además, este esfuerzo no hubiera sido posible sin el generoso apoyo de la Programa VLIR-UOS, que

financió mi investigación.

Declaración Expresa

Yo Christian Ronny Lasso García, acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 25 de marzo del 2026.

Christian Ronny Lasso García

Autor

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Washington Cárdenas, Ph.D
Presidente

Andrea Orellana Manzano, Ph.D
Tutor

Nardy Del Valle Diez Garcia, Ph.D.
Evaluador

Patricia Manzano Santana.Ph.D.
Evaluador

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la problemática de la desnutrición crónica infantil (DCI) en Ecuador, la cual afecta de manera desproporcionada a las comunidades indígenas a pesar de la práctica de la lactancia materna. El objetivo principal de este estudio fue determinar la composición química y nutricional de la chicha de yuca (*Manihot esculenta*) y la chicha de chonta (*Bactris gasipaes*), dos bebidas fermentadas tradicionales de la población Kichwa, con el fin de evaluar su potencial como complemento alimenticio para madres lactantes y niños.

Para el desarrollo del estudio, se empleó una metodología con un diseño experimental comparativo de tipo longitudinal durante un periodo de siete días, permitiendo analizar los cambios fisicoquímicos y bromatológicos mediante protocolos estandarizados (AOAC e INEN). Los análisis incluyeron la medición de parámetros como pH, grados alcohólicos, contenido proteico, vitaminas y perfil lipídico. Los resultados obtenidos permitieron la elaboración de tablas nutricionales específicas que revalorizan el uso de estos productos de la chakra ancestral como una herramienta viable y culturalmente pertinente para mejorar la seguridad alimentaria y reducir los índices de desnutrición en la región.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1.....	1
1. Introducción y objetivos	1
1.1. Antecedentes y justificación.....	1
1.2. Objetivos	2
CAPITULO 2.....	3
2. Marco Teórico.....	3
2.1. Historia de la Chicha.....	5
2.2. La Chicha como bebida nativa y ancestral.....	5
2.3. Aporte nutricionales y beneficios para la salud.....	6
2.3.1. Chicha chonta.....	6
2.3.2. Chicha de yuca	6
2.4. Proceso de fermentación	6
2.5. Proceso de elaboración de la chicha de yuca	7
2.6. La chicha en el Ecuador	7
2.7. Localización	7
2.8. Relevancia ancestral.....	8
2.9. Chakra en la comunidad indígena kichwa.....	8
2.10. Distribución de la chonta en el Ecuador.....	9
CAPITULO 3.....	10
3. Metodología	10
3.1. Diagrama de flujo elaboración de la Chicha de Chonta / Chicha de Yuca	10

3.2.	Determinación de Ph	11
3.3.	Determinación de grados ° Brix	11
3.4.	Determinación humedad	12
3.5.	Determinación de cenizas.....	12
3.6.	Determinación de grados de alcohol	13
3.7.	Fermentación alcohólica	13
3.8.	Determinación de Proteínas	13
3.9.	Determinación de Fibra Cruda AOAC 21st 978.10	14
3.10.	Determinación de Sodio AOAC 21st 985.35 (ME03-PG20-PO02-7.2 I).....	14
3.11.	Determinación de Plomo.....	15
3.12.	Extracción de grasas en harinas, AOAC 922.06	15
3.13.	Metilación de ácidos grasos, Wang 2015	15
3.14.	Condiciones cromatográficas, Retrato 2023	16
3.15.	Curvas de calibración	16
3.16.	Determinación de la Actividad Antioxidante.....	17
3.17.	DNS.....	17
CAPITULO 4.....		18
4.	Resultados	18
5.	Conclusiones y recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
6.	Bibliografía	33

ABREVIATURAS

SIMBOLOGÍA

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Prueba de inferencia para la Yuca en las propiedades fisicoquímicas.	18
Tabla II. Prueba de inferencia para la Chonta en las propiedades fisicoquímicas.	20
Tabla III. Prueba de inferencia para la Yuca en las propiedades fisicoquímicas de la muestra N1.	22
Tabla IV. Prueba de inferencia para la Yuca en las propiedades fisicoquímicas de la muestra N2.	26
Tabla V. Prueba de inferencia para la Chonta en las propiedades fisicoquímicas de la muestra N1.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla VI. Prueba de inferencia para la Chonta en las propiedades fisicoquímicas de la muestra N2.	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización de la Chonta en América (WFO, 2022).....	8
Ilustración 2: Distribución del <i>Bactris gasipaes</i> en el Ecuador (Valencia & Montufar, 2013).	9
Ilustración 3: Diagrama de flujo elaboración de la Chicha de Chonta / Chicha de Yuca	11
Ilustración 4: Diagrama de caja de vitamina C por día.....	19
Ilustración 5: Diagrama de caja de fibra por día.....	21
Ilustración 6: Diagrama de caja de pH por día.....	21
Ilustración 7: Valores p por categoría para la Yuca N1	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 8: Valores p por categoría para la Yuca N2.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 9: Valores medios por tratamiento y día. ...	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10: Valores p por categoría para la Chonta.....	¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO 1

1. Introducción y objetivos

1.1. Antecedentes y justificación

En Ecuador la desnutrición crónica infantil (DCI) es un problema de salud pública que afecta al 27,2% de los niños menores de 2 años en su desarrollo físico y cognitivo, impactando su desempeño escolar y productividad futura, además, incrementa la probabilidad de enfermedades y efectos permanentes como retraso en el crecimiento. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del 2018, 4 de cada 10 niños sufre este tipo de desnutrición siendo el segundo país con mayor prevalencia de DCI en Latinoamérica. Además, se reporta que, un 77% de madres indígenas practican la lactancia materna exclusiva durante los seis primeros meses de vida, sin embargo, a pesar de que los infantes reciben lactancia materna existe un alto porcentaje de desnutrición y retraso de crecimiento en infantes menores de cinco años.

Por esta razón, la importancia de esta tesis es el analizar los parámetros fisicoquímicos (pH, °Brix, grados alcohólicos, humedad y cenizas) y parámetros bromatológicos (carbohidratos, proteínas, sodio, vitamina A, vitamina C, Grasas Totales, Perfil lipídico, fibra y plomo) de dos bebidas fermentadas tradicionales ecuatoriana mediante protocolos establecidos por la OAC e INEN.

La finalidad es conocer el valor nutricional de los alimentos que la comunidad siembra para realizar una dieta por intercambio de alimentos. Integrando la chicha de yuca y chonta como complemento de su alimentación, y en lo posible, reducir el índice de desnutrición de la comunidad Kichwa, además, proporcionar conceptos básicos de nutrición que fortalezcan la alimentación y salud en madres lactantes y otros grupos prioritarios.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Elaboración de tablas nutricionales basadas en la composición química y nutricional de dos bebidas fermentadas tradicionales: chicha de yuca y chicha de chonta de la población lactante Kichwa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición química y nutricional de la chicha de yuca y chicha de chonta mediante protocolos establecidos por la OAC e INEN
- Elaborar tabla nutricional con los resultados obtenidos, según lo establecido en la Norma INEN, para el beneficio a la población de madres lactante Kichwa.

CAPITULO 2

2. Marco Teórico

La producción de alimentos y bebidas fermentadas es una de las tecnologías de procesamiento de alimentos más antiguas, con raíces que se remontan entre 10,000 y 15,000 años. Este método no solo ha servido para la preservación de alimentos, sino que también ha sido fundamental en la construcción de identidades culturales. Las bebidas fermentadas tradicionales, como el pulque y la chicha, son ejemplos de cómo las comunidades han adaptado técnicas a sus contextos locales, utilizando ingredientes como maíz, yuca y caña de azúcar. Estas prácticas han sido transmitidas a través de generaciones, resaltando su importancia en la cultura y la dieta de diversas sociedades indígenas en América Latina (Caplice y Fitzgerald, 1999; Jolly, 2007).

En el ámbito de la microbiología alimentaria, se reconocen cuatro tipos principales de fermentación: ácida, alcohólica, láctica y alcalina. Cada uno de estos procesos implica reacciones específicas que producen compuestos finales con características únicas. Por ejemplo, las bacterias del ácido acético son cruciales en la producción de vinagre y kombucha, mientras que las levaduras del género *Saccharomyces* son predominantes en la fermentación alcohólica, utilizada en la elaboración de cervezas y vinos (Siddiqui et al., 2023; Wang y Fung, 1996).

Algunos autores mencionan acerca de las bebidas fermentadas tradicionales en América del Norte y del Sur, como el pulque en México y el masato en Perú, se elaboran con materias primas locales y reflejan la diversidad cultural de sus regiones. Estas bebidas no solo son parte de la dieta, sino que también desempeñan un papel importante en rituales y celebraciones. La chicha, en particular, es fundamental para la identidad cultural de muchas comunidades indígenas, simbolizando la conexión con sus ancestros y tradiciones (Elizaquível et al., 2015; Guerra et al., 2022).

Los alimentos fermentados, incluyendo las bebidas tradicionales de América Latina, son ricos en compuestos fenólicos y aminos biogénicas, que pueden influir en su calidad y seguridad. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas que se encuentran en frutas, verduras y cereales, y son conocidos por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticarcinogénicas. Sin embargo, un consumo excesivo de estos compuestos puede llevar a efectos adversos, como la inhibición de la absorción de hierro, lo que podría provocar anemia (Brune et al., 1989; Lao et al., 2017). Por otro lado, las aminos biogénicas, que se forman durante la fermentación a partir de aminoácidos, pueden causar reacciones adversas en algunas personas, especialmente en aquellos con intolerancias específicas. Entre las aminos más relevantes se encuentran la histamina y la tiramina, que han sido asociadas con síntomas como dolores de cabeza y reacciones gastrointestinales. Por lo tanto, la monitorización de estos compuestos es esencial para garantizar la seguridad de las bebidas fermentadas y proteger la salud de los consumidores (Tsafack y Tsopmo, 2022;

Ordóñez et al., 2016). La investigación en este ámbito es crucial para entender cómo estos compuestos afectan la salud y para establecer parámetros de seguridad en la producción de alimentos fermentados.

Podemos concluir que, las bebidas fermentadas tradicionales representan un patrimonio cultural y un recurso nutricional significativo. Sin embargo, es crucial abordar los riesgos microbiológicos asociados y establecer límites seguros para compuestos como las aminos biogénicas. La investigación futura debería centrarse en la caracterización de la composición nutricional de estas bebidas y en el desarrollo de buenas prácticas de manufactura para garantizar su seguridad y calidad, preservando al mismo tiempo las tradiciones culturales de las comunidades indígenas (Mukherjee et al., 2022; Gutiérrez-Urbe et al., 2017).

Las bebidas tradicionales de América tienen una rica historia que se remonta a siglos atrás. Estas bebidas han sido parte integral de las culturas indígenas y han evolucionado a lo largo del tiempo con la influencia de diversas corrientes migratorias. Desde los antiguos mayas que preparaban bebidas de cacao hasta los colonizadores europeos que introdujeron técnicas de destilación, cada bebida tiene una historia única que contar (Anitha Sri, 2022). En el pasado, estas bebidas desempeñaban un papel importante en las ceremonias religiosas y festividades. A medida que las culturas se mezclaban y evolucionaban, las bebidas tradicionales se convirtieron en símbolos de identidad y orgullo cultural. (Barooah et al., 2020)

El significado cultural de las bebidas fermentadas en las comunidades indígenas de Ecuador es profundo y refleja los conocimientos tradicionales, las costumbres sociales y la identidad. Estas bebidas tradicionales de Ecuador no solo reflejan la rica diversidad de su cultura y el patrimonio indígena del país, sino que, también simbolizan la hospitalidad y la unión de la comunidad. Las prácticas únicas de fermentación y los ingredientes locales utilizados en la producción de estas bebidas son un testimonio del rico patrimonio cultural y la biodiversidad de las comunidades indígenas de Ecuador. Además, los conocimientos tradicionales asociados al proceso de fermentación y la transmisión de técnicas de generación en generación, subrayan la íntima conexión entre las bebidas fermentadas y la identidad cultural de los grupos indígenas de Ecuador. Cada región tiene sus propias especialidades, como la chicha de chonta o la de yuca en la Amazonía.

En Ecuador, las primeras civilizaciones coloniales consumían la Chicha la cual, pasa por procesos fermentativos a base de materia prima como el chontaduro o más conocido como chonta amazónica (*Bactris gasipaes*) y de tubérculos como la cassava más conocida como yuca. Estas bebidas están profundamente arraigadas como componentes de las festividades y rituales de los pueblos originarios y consumidas como tradición alimentaria, además, simbolizando unión y respeto tanto como para el miembro de la comunidad que brinda como para el turista o persona que acepta.

2.1.Historia de la Chicha

La chicha es una bebida alcohólica que resulta de la fermentación del maíz en agua azucarada, y que se usa en algunos países de América. No existe un consenso acerca del origen etimológico de la palabra “Chicha”, sin embargo, el mayormente aceptado proviene del kuna chicha que significa maíz, y del término náhuatl chichiatl, “agua fermentada”, compuesto con el verbo chicha (agriar una bebida) y el prefijo -atl (agua). (Utrera Velázquez, 2021)

Chicha Chonta

Los orígenes de la chicha chonta se remontan a la época precolombina, donde era consumida por tribus indígenas de la región de la selva amazónica. Las tribus indígenas creían que la palma chonta tenía propiedades espirituales y que la chicha chonta elaborada con su fruto también tenía estas propiedades. Se creía que tenía el poder de traer buena fortuna, proteger contra los malos espíritus y promover la fertilidad. El consumo de Chicha Chonta no sólo era una forma de saciar la sed sino también una forma de conectarse con el reino espiritual y buscar bendiciones de los dioses.

Chicha de Yuca

La chicha de yuca tiene raíces profundas en la historia de Ecuador. Los indígenas de la región, como los incas y los quichuas, consideraban esta bebida fermentada como sagrada y la utilizaban en sus rituales religiosos y festividades. La chicha de yuca era un símbolo de celebración y unidad en la comunidad. Los orígenes de esta bebida se remontan a los antiguos indígenas de la región, quienes descubrieron cómo fermentar la yuca para obtener una bebida alcohólica.

2.2.La Chicha como bebida nativa y ancestral

Las chichas son bebidas alcohólicas de baja graduación originarias de América. Se producen por la fermentación de almidones y azúcares de cereales y frutas, llevada a cabo por microorganismos como las Bacterias Ácidas Lácticas (BAL). Históricamente, su contenido alcohólico dependía de la mezcla base, los microorganismos iniciadores presentes y el tiempo de fermentación, según la materia prima y el proceso, se distinguen dos tipos de chicha: las obtenidas de alimentos amiláceos, similares a la cerveza actual, y las producidas por fermentación de frutas o savia, similares al vino o la sidra contemporáneos.

2.3. Aporte nutricionales y beneficios para la salud

2.3.1. Chicha chonta

Chicha Chonta es rica en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos derivados del fruto de la palma Chonta. Contiene vitaminas, minerales, antioxidantes y probióticos que promueven la salud intestinal y el bienestar general. Los azúcares naturales presentes en la Chicha Chonta ofrecen una fuente de energía. Además, el consumo de Chicha Chonta permite a las comunidades indígenas preservar sus prácticas agrícolas tradicionales y sostener la biodiversidad de la selva amazónica.

2.3.2. Chicha de yuca

La yuca es una fuente importante de carbohidratos y fibra dietética. Es rica en almidón, lo cual la convierte en una excelente fuente de energía. También contiene vitaminas del complejo B y minerales como el potasio y el magnesio, que son esenciales para el buen funcionamiento del organismo. La fermentación de la yuca, proceso utilizado para la elaboración de la chicha, también puede aumentar los niveles de ciertos nutrientes, como las vitaminas del grupo B y los antioxidantes. Esto se debe a que, durante la fermentación, las bacterias presentes en el ambiente transforman algunos compuestos de la yuca, generando cambios beneficiosos para la salud. Además de sus propiedades nutricionales, la chicha de yuca puede tener beneficios para la salud. Al ser una bebida fermentada, contiene bacterias beneficiosas para la salud intestinal, conocidas como probióticos. Estas bacterias promueven la salud digestiva y fortalecen el sistema inmunológico lo cuales, ayudan a equilibrar la flora intestinal, mejorando la absorción de nutrientes y previniendo problemas digestivos como la diarrea y el estreñimiento. Además, fortalecen las defensas del organismo, reduciendo el riesgo de enfermedades infecciosas y alergias (Utrera Velázquez, 2021). También puede contribuir a la regulación de los niveles de colesterol y la presión arterial. Algunos estudios sugieren que los compuestos antioxidantes en la chicha de yuca pueden ser protectores contra enfermedades cardiovasculares. Estos antioxidantes ayudan a reducir la oxidación del colesterol malo (LDL) en las arterias, previniendo la formación de placas y el desarrollo de enfermedades como la aterosclerosis.

2.4. Proceso de fermentación

Ingredientes utilizados en la chicha chonta

El ingrediente principal de la Chicha Chonta es el fruto de la palma chonta, que se cosecha cuando está completamente maduro. La palma chonta es un árbol majestuoso que crece abundantemente en la selva amazónica. Sus frutos son conocidos por su vibrante color naranja y su rico sabor. Una vez cosechados los frutos de la palma

chonta, se someten a un proceso minucioso para extraer jugo. Los frutos se hierven o se tuestan para ablandar la capa exterior, lo que facilita la extracción del dulce néctar del interior. Este paso mejora el sabor y ayuda a descomponer los azúcares complejos en formas más simples, más fácilmente fermentables. Además, del fruto de la palma chonta, se pueden agregar otros ingredientes como agua, azúcar y saborizantes naturales para realzar el sabor de la bebida. Estos componentes adicionales añaden profundidad y complejidad al producto final.

2.5. Proceso de elaboración de la chicha de yuca

El proceso de elaboración de la chicha de yuca es un arte en sí mismo. Requiere habilidad y paciencia para obtener una bebida de calidad. A continuación, se describe detalladamente cada etapa del proceso.

Para elaborar la chicha de yuca, se selecciona y se lava cuidadosamente la yuca. Esta se pela y se ralla finamente para facilitar su fermentación. La calidad de la yuca utilizada es crucial para obtener un sabor y aroma deseables en la chicha final. La yuca rallada se coloca en un recipiente y se le añade agua suficiente para cubrirla por completo. Se deja reposar durante varias horas o incluso días, dependiendo del método utilizado y la tradición local. Durante este tiempo, la yuca libera sus almidones y azúcares naturales, preparándose para el proceso de fermentación.

La fermentación puede durar desde varios días hasta semanas, dependiendo de las condiciones ambientales y las preferencias del productor. Durante este período, la chicha de yuca adquiere su carácter único y se carbonata de forma natural.

Es importante destacar que, durante la fermentación, se deben mantener condiciones óptimas de temperatura y humedad para garantizar un proceso adecuado

2.6. La chicha en el Ecuador

La chicha de chonta y de yuca forma parte de las tradiciones alimentarias en la región Amazónica en la comunidad kichwa de la provincia del Napo, la principal fuente de alimento es la chakra la cual, es una práctica del manejo ancestral sobre la siembra y agradecimiento de la cosecha que proveen estas tierras, estas prácticas alimentarias culturales influyen directamente en el crecimiento y desarrollo infantil.

2.7. Localización

La palma de chonta tiene procedencia en las selvas tropicales de América, en países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Panamá y Costa Rica (Lopez Cruz, 2023). Su desarrollo se emplea dentro de los cultivos cálidos y húmedos característicos de esta región y, consecuentemente, la domesticación del chontacuro (Cola Caiza, 2020).



Ilustración 1: Localización de la Chonta en América (WFO, 2022).

La Cassava pertenece a la familia de *Euphorbiaceae* del género *Manihot* y especie Crantz (*Manihot esculenta* Crantz). Existe evidencia que origina la domesticación de este fruto desde regiones concentraciones latinoamericanas como México hasta Brasil (Rosero Alpala & Espitia Montes, 2024), hasta cultivos de menor extensión desde Arizona, Estados Unidos y la cuenca del Rio de la Plata. (Saac Cadena, 2023).

2.8.Relevancia ancestral

La chicha trae su origen más antiguo en las comunidades indígenas de América, quienes acostumbraban a consumir esta bebida debido a su agradable sabor e incluso por sus propiedades medicinales y espirituales (Castilla Corzo & Burbano Argoti, 2020). Castilla menciona que la bebida era ofrecida como agradecimiento a la Pachamama por las bendiciones brindadas a lo largo del año.

La Cassava se conoce que tiene origen entre 5000 – 10000 años de antigüedad donde se priorizaba su consumo por el alto contenido de carbohidratos, proteína, minerales y vitaminas que presenta el tubérculo. (Blanquiceth Támara & Hoyos Sebá, 2023). El descubrimiento de vasijas de barro con restos de la chicha de yuca evidencia su consumo hace más de 500 años, además se menciona que era priorizada como costumbre en celebraciones y rituales espirituales (Estrada Orozco, 2023).

2.9.Chakra en la comunidad indígena kichwa

La chakra refiere a un método arcaico de producción sostenible, donde las mujeres kichwas conocidas como las chakramamas utilizan conocimiento ancestral para la conservación del bosque, agua, cielo y vida silvestre (MAE, 2020). Este estudio del Ministerio del Ambiente y Agua menciona que en él se cosechan alimentos, medicinas espirituales y ornamentales destinados al consumo o comercio de las familias.

2.10. Distribución de la chonta en el Ecuador

La cosecha agroindustrial de la palma de la chonta se distribuye mayoritariamente en sectores indígenas amazónicos y en menor proporción en provincias de las regiones Sierra y Costa. Un estudio del 2009 mencionó que había 16000 hectáreas destinadas al cultivo de chonta en las provincias de Pichincha, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Orellana, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Sucumbíos y Napo (Valencia & Montúfar, 2013).

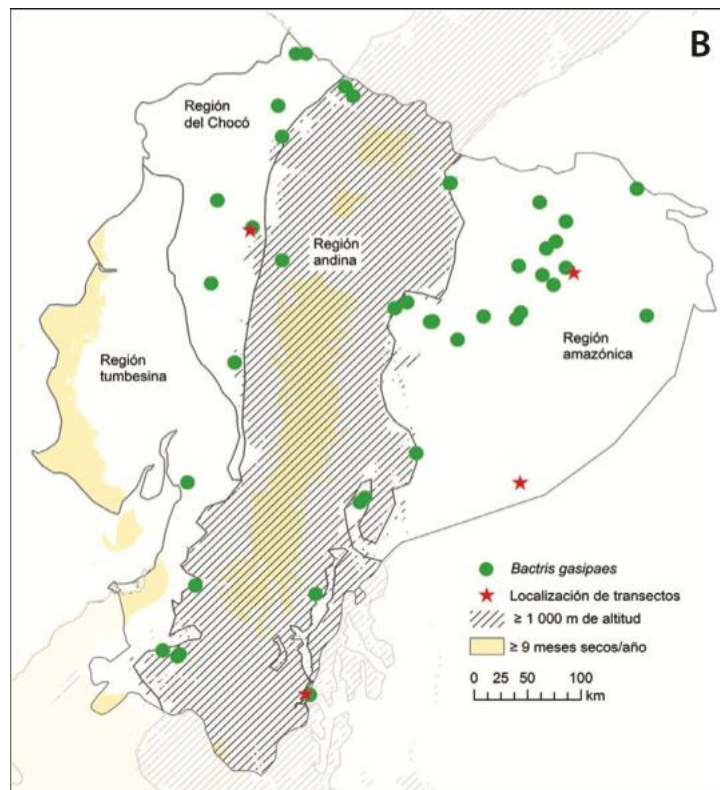


Ilustración 2: Distribución del *Bactris gasipaes* en el Ecuador (Valencia & Montufar, 2013).

CAPITULO 3

3. Metodología

3.1. Diagrama de flujo elaboración de la Chicha de Chonta / Chicha de Yuca

La presente investigación implementa una metodología experimental comparativa con diseño longitudinal para la caracterización fisicoquímica y nutricional de dos bebidas fermentadas tradicionales: chicha de yuca (*Manihot esculenta*) y chicha de chonta (*Bactris gasipaes*). El protocolo experimental se desarrolla durante un período de siete días, iniciando con la preparación de las matrices de estudio mediante una proporción estandarizada de 1:1 (1 kilogramo de sustrato sólido por litro de agua). Las muestras se mantenían en botellas de plástico debidamente rotuladas para los análisis respectivos a temperatura ambiente ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) para que posteriormente, durante siete días consecutivos se lleve a cabo el proceso de fermentación natural; finalmente se tomaron alícuotas específicas para análisis instrumentales conservadas a -80°C para preservar sus características bioquímicas hasta el momento del análisis. La caracterización inicial comprende la determinación de parámetros proximales (humedad), físico-químicos (pH, grados Brix, grados alcohólicos), mientras que para la caracterización final comprende parámetros nutricionales (fibra cruda, vitaminas A y C, proteínas), de seguridad alimentaria (sodio, plomo), análisis de compuestos bioactivos (antioxidantes), perfil lipídico y caracterización de carbohidratos y finalmente Cenizas. Ocurre de manera similar para los análisis de la evaluación final (día 7) para determinar las modificaciones composicionales durante el proceso fermentativo. La metodología analítica emplea técnicas instrumentales estandarizadas, incluyendo potenciometría, refractometría y cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC). Este diseño metodológico permite una caracterización exhaustiva de los cambios bioquímicos y nutricionales asociados al proceso fermentativo en ambas matrices alimentarias.

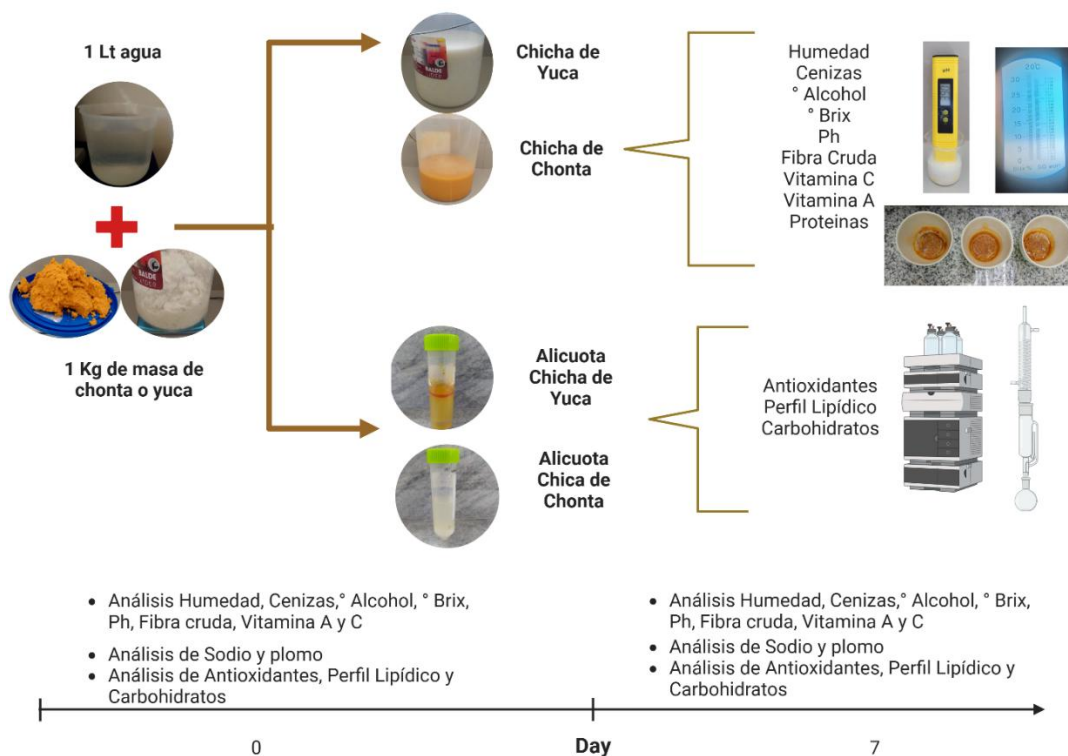


Ilustración 3: Diagrama de flujo elaboración de la Chicha de Chonta / Chicha de Yuca

3.2.Determinación de Ph

Para la determinación del Ph se siguió con la metodología según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 1087, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Encender el dispositivo y esperar aproximadamente 5 minutos antes de usarlo.
- Retirar la tapa del electrodo de su almacenado, para posteriormente pasarlo por agua destilada y presionar el botón de calibrar, esperando que deje de parpadear para presionar nuevamente.
- Sumergir el electrodo en distintas soluciones, para luego sumergir nuevamente en agua destilada.
- Medir la muestra sumergiendo el electrodo en ella y leyendo el resultado en el pHmetro.

3.3.Determinación de grados ° Brix

Para la determinación de los grados ° Brix se siguió con la metodología según la NTE INEN 1087:

- Limpiar con agua destilada el equipo para eliminar los residuos que podría afectar las mediciones.
- Agregar una gota de la bebida en el prisma del refractómetro y tapar para evitar cualquier contaminación adicional.

- c. Registrar el valor de la escala del refractómetro, que muestra el valor de los grados Brix de la bebida.
- d. Limpiar con agua destilada el equipo y secar para evitar la formación de humedad.

3.4.Determinación humedad

Para la determinación de Humedad se siguió con la metodología según la Norma ISO 1026:1982:

- a. Medir el peso la cápsula vacía para obtener la masa inicial.
- b. Medir el peso de 10 ml de la bebida y colocar en la estufa a 70° por 3 horas para evaporar el agua y dejar el sólido.
- c. Enfriar la muestra en el desecador y pesar el sólido para obtener la masa final.

Si la diferencia entre dos pesadas consecutivas, separadas por un intervalo de 1 hora, no es superior a 0,001 g – 0,1 mg, se considera que el secado está completo. De lo contrario, se repite el secado hasta que se cumpla esta condición, volviendo a poner la muestra en la estufa con un intervalo de una hora entre cada pesaje. Una vez que se ha alcanzado el secado adecuado, se calcula la humedad utilizando la fórmula:

$$H = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

M₂= es la masa, en gramos, del mismo plato después del secado.

M₁= es la masa, en gramos, del mismo plato que contiene la porción de prueba antes del secado

M= masa en gramos de la capsula vacía

3.5.Determinación de cenizas

Para la determinación de Cenizas se siguió la metodología según la Norma INEN 401. Con el peso obtenido tras el secado en estufa, se determinó el contenido de cenizas de la muestra. Los pasos consisten en:

- a. Colocar la cápsula con la muestra seca en un mechero tipo Bunsen hasta que la muestra no produzca humo, lo que indica que la materia orgánica se ha quemado por completo.
- b. Colocar la cápsula con su contenido en la mufla a 550°C hasta obtener cenizas blancas.
- c. Si las cenizas presentan un color oscuro, se deben agregar unas gotas de agua destilada para eliminar cualquier residuo carbonoso.
- d. Posteriormente, llevar la muestra nuevamente al mechero para evaporar el agua añadida y se vuelve a colocar en la mufla a 550°C hasta obtener cenizas blancas.
- e. Medir el peso de la cápsula con su contenido de cenizas blancas para determinar el porcentaje de cenizas en la muestra original.

$$C = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

3.6.Determinación de grados de alcohol

Para la determinación de grados de alcohol se siguió con la metodología según la NTE INEN 340. Para medir el porcentaje de alcohol se utilizó un alcoholímetro, el cual implica varios pasos importantes para asegurar lecturas precisas.

- Colocar 80 ml de cada muestra en una probeta de ensayo.
- Insertar el alcoholímetro en la muestra líquida quedando completamente sumergido.

Es importante dejar que el alcoholímetro se estabilice en la muestra durante unos segundos para permitir que la lectura sea más precisa. Una vez estabilizado:

- Observar la escala graduada del alcoholímetro, que muestra el valor de concentración de alcohol en la muestra.
- Determinar el valor de concentración de alcohol obtenido y se anotaron los resultados.

3.7.Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico que implica la descomposición de azúcares por parte de levaduras para producir etanol y dióxido de carbono:

- Glicólisis: las levaduras descomponen los azúcares, como la glucosa, para producir moléculas de piruvato.
- Piruvato a acetaldehído: el piruvato libera dióxido de carbono para producir acetaldehído.
- Acetaldehído a etanol: El acetaldehído toma iones de hidrógeno del NADH para producir etanol y convertir el NADH nuevamente en NAD⁺.

La fermentación alcohólica se utiliza para producir cerveza y vino. Puede realizarse de forma tradicional, doméstica o en un entorno industrial.

3.8.Determinación de Proteínas

El procedimiento para la determinación de la proteína total en harina mediante el método de Kjeldahl de AOAC Official Method 920.87:

- Medir el peso de una porción de la harina (0.7-2.2 g) y colocar en un frasco de digestión.
- Agregar 0.7 g de mercurio o 0.65 g de mercurio metálico, 15 g de sulfato de potasio anhidro, 25 mL de ácido sulfúrico y 25 mL de agua.

Si la porción de la harina es mayor de 2.2 g, se aumenta la cantidad de ácido sulfúrico en 10 mL por cada gramo adicional.

- Calentar la mezcla hasta que se forme una solución clara y mantener a una temperatura de al menos 30 minutos.
- Enfriar la mezcla y agregar sulfuro de hidrógeno o sulfato de sulfuro.

- Agregar una capa de hidróxido de sodio sin agitar y se conectó el frasco a un bulbo de destilación.
- Calentar la mezcla hasta que se destilara toda la solución amoníaco y se recuperó el exceso de ácido en un receptor.
- Desechar el exceso de ácido con hidróxido de sodio y se calculó la cantidad de proteína mediante la fórmula proporcionada.

3.9.Determinación de Fibra Cruda AOAC 21st 978.10

Para determinar la fibra cruda de la muestra se empleó el método de determinación de fibra cruda (FC) AOAC 978.10, el consiste en la separación de las proteínas, azúcar, almidón, lípidos y porciones de carbohidratos estructurales y lignina mediante la extracción secuencial de ácidos y alcalinos de la muestra. La fibra cruda se determina gravimétricamente como residuo que queda tras las digestiones ácidas y alcalinas.

- a. Preparación de la muestra: Moler la muestra para obtener una partícula 1 mm (Muestra libre de grasa)
- b. Digestión ácida: Añadir diluido (1,25 % o 0,255 N) de H_2SO_4 hasta el nivel de llenado y colocar el vaso en la placa caliente y establecer el proceso para la digestión ácida.
- c. Lavado de ácido: Para remover el residuo de ácido de la muestra digerida.
- d. Digestión alcalina: Añadir diluido (1,25 % o 0,255 N) de H_2SO_4 hasta el nivel de llenado y colocar el vaso en la placa caliente y establecer el proceso para la digestión básica.
- e. Lavado de alcalinos: Para remover el residuo de alcalinos de la muestra digerida.
- f. Secado: Secar la muestra digerida en la bolsa en el horno de aire caliente a $105^{\circ}C$ por 2 horas.
- g. Cenizar: Quemar la muestra junto con la bolsa en horno de muffle por $600^{\circ}C$ por 2 horas.
- h. Peso: Pesar las cenizas y calcular el porcentaje de fibra cruda.

3.10. Determinación de Sodio AOAC 21st 985.35 (ME03-PG20-PO02-7.2 I)

La determinación de sodio se realizó mediante la metodología según la norma AOAC 985.35, en la cual la muestra fue expuesta a un método espectrofotométrico de absorción atómica para determinar minerales en fórmulas infantiles y alimentos para mascotas.

- a. Incineración en seco: Prepare la muestra incinerándola en seco en un horno de mufla.

- b. Digestión: Digerir 1 g de la muestra calcinada añadiendo HCl-HNO₃ en una proporción de 3:1.
- c. Filtración: Filtrar la solución en un matraz aforado de 100 ml utilizando papel de filtro Whatman n° 44.
- d. Rellenar: Complete el volumen a 100 ml con agua desionizada.
- e. Análisis por espectrometría de absorción atómica: determine el contenido de sodio mediante espectrometría de absorción atómica.

3.11. Determinación de Plomo

Para la determinación de Plomo se siguió con la metodología según la Norma AOAC 21st 999.11.

- a. Digerir la mezcla en microondas en un medio ácido y peróxido de hidrógeno.
- b. Diluir la solución en agua
- c. Medir la concentración de Plomo y Cadmio en un espectrofotómetro de absorción atómica con cámara de grafito a partir de la absorbancia de cada elemento a su longitud de onda específica.

3.12. Extracción de grasas en harinas, AOAC 922.06

- a. Agregar 2 - 3 g de muestra en vaso precipitado de 50 mL
- b. Agregar 2 mL de etanol absoluto y agitar en vortex.
- c. Agregar 10 mL de ácido clorhídrico, agitar en vortex y colocar en baño maría manteniendo una temperatura de 70-80 °C durante 40 min.
- d. Agregar 10 mL de etanol absoluto y enfriar.
- e. Colocar la muestra en un embudo de decantación y lavar el vaso de la extracción con éter de petróleo (en 3 porciones de 15-20 mL)
- f. Tapar el embudo y agitar.
- g. Dejar reposar y filtrar.
- h. Extraer tres veces consecutivas con éter de petróleo, agitar en cada adición y fusionar las extracciones.
- i. Recuperar el éter de petróleo mediante rota evaporación.
- j. Secar la muestra libre de éter de petróleo en estufa a 100 °C hasta peso constante (aproximadamente 90 min).

3.13. Metilación de ácidos grasos, Wang 2015

- a. Colocar 8 ug de grasa extraída en tubos de centrífuga de 2mL, añadir 140 uL de hidróxido de potasio (10 M) y 1 ml de metanol.
- b. Colocar en calentador de bloque seco a 55 °C durante 90 minutos con agitación en vortex durante 5 segundos cada 20 minutos.
- c. Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- d. Agregar 110 uL de ácido sulfúrico (10 M)

- e. Colocar en calentador de bloque seco a 55 °C durante 90 minutos con agitación en vortex durante 5 segundos cada 20 minutos.
- f. Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- g. Agregar 600 uL de hexano y agitar en vortex.
- h. Centrifugar a 8000 rpm durante 5 min y recuperar la fase orgánica para análisis por CG-EM.

3.14. Condiciones cromatográficas, Retrato 2023

El análisis se realizó utilizando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas de la marca Agilent Technologies, equipado con una columna HP-5 (30 m de longitud, 0.32 mm de diámetro interno y 0.25 µm de espesor de película). El gas de arrastre empleado fue helio (He) a un flujo de 2.3 mL/min. La inyección de la muestra se llevó a cabo en modo **pulsed splitless** a una temperatura de 250°C. El programa del horno inició a 50°C durante 4 minutos, seguido de un gradiente de calentamiento de 8°C/min hasta alcanzar 240°C, mantenido por 3 minutos. Posteriormente, se aplicó un segundo gradiente de 8°C/min hasta 270°C, manteniéndose a esta temperatura final por 3 minutos. La temperatura de la línea de transferencia se estableció en 300°C, mientras que la fuente de iones se mantuvo a 230°C y el cuadrupolo a 150°C. La ionización se realizó mediante electroionización con un voltaje de 70 eV y un rango de análisis de 35 a 400 m/z.

3.15. Curvas de calibración

Se determinaron las ecuaciones de calibración y los rangos de trabajo para los compuestos analizados, obteniéndose los siguientes resultados: Methyl palmitoleate presentó una ecuación de la recta $y=90,000,000x-6,000,000$ con un rango de trabajo de 0.8 a 33.3 mg/L. Para Methyl palmitate, la ecuación fue $y=70,000,000x+200,000,000$ y su rango de 2.5 a 100 mg/L. El compuesto Methyl linoleate mostró la ecuación $y=70,000,000x-50,000,000$ en el rango de 1.6 a 33.3 mg/L. El cis-9-oleic acid methyl ester tuvo una ecuación de $y=100,000,000x+50,000,000$ con un rango de 1.6 a 66.6 mg/L, mientras que el trans-9-elaidic acid methyl ester obtuvo $y=80,000,000x+100,000,000$ en el rango de 0.8 a 33.3 mg/L. El Methyl stearate presentó la ecuación $y=80,000,000x+200,000,000$ con un rango de 1.6 a 66.6 mg/L. Para Methyl arachidate, la ecuación fue $y=90,000,000x+100,000,000$ con un rango de 1.6 a 66.6 mg/L, y finalmente, el Methyl lignocerate presentó $y=80,000,000x-10,000,000$ en el mismo rango de 1.6 a 66.6 mg/L.

3.16.Determinación de la Actividad Antioxidante

Preparación de la muestra

- La muestra se centrifugó a 10000 rpm durante 5 minutos.
- La dilución de la muestra para los ensayos fue al 25% (dilución 1:4).
- La muestra se mantuvo a -20 °C hasta la realización del ensayo.
- Para la actividad antioxidante se siguió la metodología (10.1080/14786419.2021.1960525)

3.17.DNS

Cada reacción contenía 9 mL de muestra y 171 mL de solución DNS (relación 1:20, muestra: reactivo DNS). Se incluyeron muestras en blanco (agua Milli-Q) alrededor del perímetro de la placa para limitar los posibles efectos de borde. El reactivo DNS se añadió a la muestra en placas de 96 pocillos con “chimeneas altas” (de 0.34 mL, Fisherbrand, Reino Unido), cerradas con tapetes de sellado TPE para PCR (BRAND, a través de Fisher, Reino Unido). Las soluciones resultantes se calentaron en un termociclador (Biometra T-Gradient, Alemania) a 100 °C durante 1 minuto, y luego se dejaron enfriar a 20 °C durante 2 minutos. Posteriormente, se transfirió un alícuota más pequeña (90 mL) a una placa de microtitulación de fondo plano de 96 pocillos (Nunc, Dinamarca) y se analizó con un espectrofotómetro de microplacas (Benchmark Plus, BioRad, CA, EE. UU.) en un plazo de 3 minutos. En total, el tiempo necesario para realizar este ensayo mejorado es inferior a 7 minutos por placa (adición de muestra: 30 s, adición de DNS: 45 s, calentamiento, mantenimiento y enfriamiento: 2 min 23 s, transferencia a la placa lectora: 22 s, lectura en menos de 3 min).

2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS)

El antioxidante fue medido utilizando el método de capacidad de reducción de hierro descrito por Van den Berg et al. (1999), adaptado para placas de 96 pocillos. Se preparó una solución madre de ABTS mezclando ABTS y persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$) en agua destilada, con una concentración final de 7 mM para ABTS y 3.6 mM para $K_2S_2O_8$. La reacción se incubó a temperatura ambiente y en oscuridad durante 24 horas. Posteriormente, la solución madre de ABTS se diluyó a una concentración final de 156 μ M para obtener una absorbancia final de 0.70 ± 0.02 a 732 nm. Luego, se mezclaron 50 μ L de muestra diluida con 150 μ L de solución reactiva, y la absorbancia se midió a 732 nm después de 30 minutos en oscuridad utilizando un lector de microplacas (Cytation™ 5, BioTek). La curva de calibración se construyó con Trolox, y los resultados se expresaron en mg equivalentes de Trolox/g de extracto, calculados según la ecuación $y = -0.0022x + 0.4875$ $y = -0.0022x + 0.4875$ $y = -0.0022x + 0.4875$ ($R^2 = 0.99$ $R^2 = 0.99$ $R^2 = 0.99$).

CAPITULO 4

4. Resultados

1.- Composición química y nutricional de la chicha de yuca y chicha de chonta mediante protocolos establecidos por la OAC e INEN

El análisis de las características fisicoquímicas de alimentos es esencial para evaluar cómo cambian sus propiedades a lo largo del tiempo o bajo diferentes condiciones de almacenamiento. En este contexto, la yuca y la chonta son dos alimentos de interés nutricional y económico. Para determinar si el tiempo de almacenamiento (diferencias entre el día 0 y el día 7) afecta significativamente las propiedades fisicoquímicas de estos productos.

La prueba de inferencia usando en este estudio es la T-Student para datos pareados que busca comparar dos mediciones realizadas sobre la misma muestra en distintos momentos o bajo diferentes condiciones. En este caso, las características fisicoquímicas de la yuca y la chonta fueron medidas en dos momentos: justo después de la cosecha día 0 y luego de un período de almacenamiento día 7. El uso de esta prueba en los estudios de la yuca y la chonta busca establecer si el tiempo de almacenamiento influye en propiedades como el contenido de proteínas, fibra, vitaminas, pH, entre otros, ayudando a determinar la estabilidad de estos alimentos y la necesidad de aplicar mejores prácticas de conservación.

Tabla I. Prueba de inferencia para la Yuca en las propiedades fisicoquímicas.

Categoría	Promedio	Desviación	Estadístico T-student	Valor p	Decisión
Proteína	0.05	0.08	1.15	0.3701	No Significativo
Fibra Cruda	0.03	0.04	1.14	0.3715	No Significativo
Vit A (ug/100g)	-0.07	1.53	-0.08	0.9414	No Significativo
Vit C (mg/100g)	0.76	0.23	5.72	0.0292	Significativo
Humedad	0.25	0.52	0.83	0.4950	No Significativo
Cenizas	-0.08	0.11	-1.33	0.3138	No Significativo
PH	0.86	0.53	2.81	0.1071	No Significativo
Grados Brix	0.97	0.65	2.57	0.1236	No Significativo

Densidad Relativa(g/ml)	0.01	0.01	2.17	0.1624	No Significativo
Grados Alcohol	0.67	0.41	2.83	0.1052	No Significativo

De la prueba de hipótesis para comparar las muestras de las propiedades fisicoquímicas de la yuca para el día 0 y el día 7, utilizando la prueba de T-Student pareada en ambos momentos. Las variables evaluadas incluyen proteína, fibra cruda, vitaminas A y C, humedad, cenizas, pH, grados Brix, densidad relativa y grados de alcohol.

De las diez características analizadas, solo la vitamina C mostró una diferencia estadísticamente significativa (valor $p = 0.029$), indicando una disminución de esta vitamina entre el día 0 y el día 7, posiblemente porque la vitamina C, es sensible a la oxidación, tiende a degradarse con el tiempo.

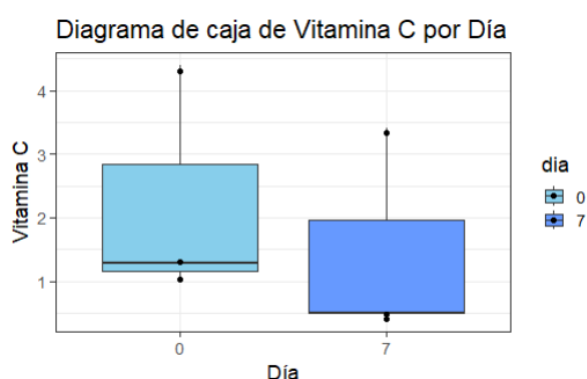


Ilustración 4: Diagrama de caja de vitamina C por día.

El diagrama de caja muestra una disminución considerable en los valores de Vitamina C del día 0 al día 7. El rango de los datos y los valores atípicos (puntos negros) indican una alta variabilidad en el día 0 en comparación con el día 7, donde los valores son más concentrados.

El resto de las variables, como la proteína, fibra cruda, vitamina A, pH, grados Brix y grados de alcohol, no presentaron diferencias significativas (valores $p > 0.05$), lo que sugiere que estas características se mantienen estables durante el período de almacenamiento de una semana.

La estabilidad observada en la mayoría de las variables sugiere que la yuca puede conservar sus propiedades fisicoquímicas, como el contenido de humedad, minerales (cenizas), y la densidad relativa, durante este tiempo. Los cambios no significativos en los grados de alcohol y Brix indican que no hay un aumento importante en el contenido de azúcares o fermentación.

Tabla II. Prueba de inferencia para la Chonta en las propiedades fisicoquímicas.

Categoría	Promedio	Desviación	Estadístico T-student	Valor p	Decisión
Proteína	0.08	0.19	0.73	0.5432	No Significativo
Fibra Cruda	0.09	0.02	7.00	0.0198	Significativo
Vit A (ug/100g)	2.01	1.12	3.11	0.0896	No Significativo
Vit C (mg/100g)	4.53	7.85	1.00	0.4226	No Significativo
Humedad	0.30	0.45	1.17	0.3631	No Significativo
Cenizas	0.12	0.19	1.04	0.4059	No Significativo
PH	0.67	0.03	38.17	0.0007	Significativo
Grados Brix	-0.63	1.48	-0.74	0.5369	No Significativo
Densidad Relativa(g/ml)	0.01	0.02	0.92	0.4538	No Significativo
Grados Alcohol	0.24	2.36	0.17	0.8780	No Significativo

De la prueba de hipótesis para comparar las muestras de las propiedades fisicoquímicas de la chonta para el día 0 y el día 7.

Los resultados indican que dos variables mostraron diferencias significativas: la fibra cruda (valor $p = 0.0198$) y el pH (valor $p = 0.0007$), lo que sugiere que estas características cambian con el tiempo. El aumento del pH podría estar relacionado con procesos de fermentación o cambios químicos que afectan la acidez de la chonta durante el almacenamiento.

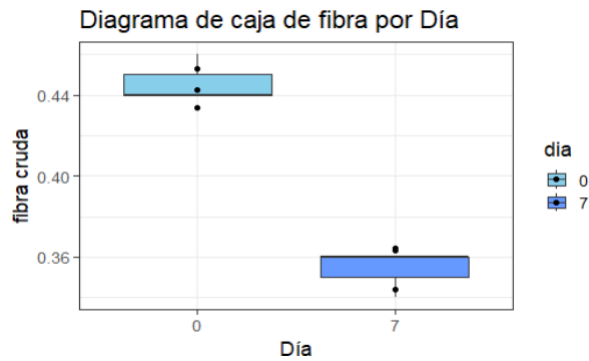


Ilustración 5: Diagrama de caja de fibra por día.

Para la fibra cruda los valores para el día 0 se agrupan cerca de 0.44, con una menor variabilidad. Para el día 7, hay una ligera disminución en los valores medios, observándose también menor dispersión en el día 7, con algunos valores atípicos.

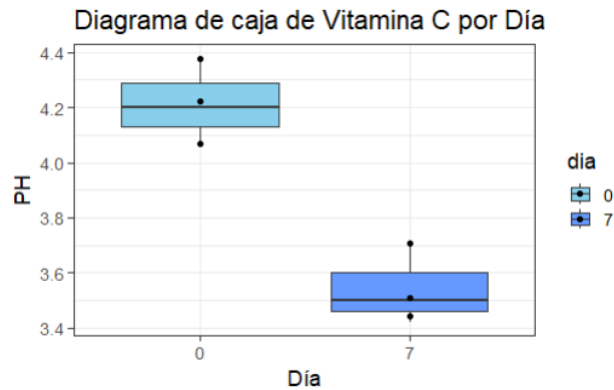


Ilustración 6: Diagrama de caja de pH por día

En el caso del pH, se observa una reducción significativa de los valores entre el día 0 y el día 7, con una mayor dispersión en los valores del día 7. Al igual que en los otros gráficos, los puntos atípicos reflejan la variabilidad en los resultados.

Por otro lado, las proteínas, vitaminas A y C, humedad, cenizas, grados Brix, densidad relativa y grados de alcohol, no presentaron diferencias significativas (valores $p > 0.05$), lo que indica que estas propiedades se mantienen estables durante los primeros siete días.

Tabla III. Chicha de yuca.

Tiempo Día	0		7	
	N1	N2	N1	N2
Grasas totales (%)	0,29 ± 0,02	0,33 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,29 ± 0,02
Butirato de metilo(mg/L)	36,07 ± 0,60	35,70 ± 0,32	32,13 ± 1,56	34,69 ± 1,29
Miristoleato de metilo (mg/L)	2,25 ± 0,01	1,89 ± 0,04	1,87 ± 0,13	2,11 ± 0,19
Palmitato de metilo (mg/L)	149,69 ± 12,11	54,56 ± 11,88	55,51 ± 8,94	143,86 ± 23,88
Linoleato de metilo (mg/L)	66,70 ± 5,42	8,97 ± 0,32	26,05 ± 5,22	11,97 ± 1,10
éster metílico del ácido cis- 9-oleico (mg/L)	85,72 ± 8,10	17,82 ± 5,07	73,38 ± 24,95	52,98 ± 10,74
Éster metílico del ácido trans-9-elaídico (mg/L)	16,98 ± 1,98	-	-	11,72 ± 2,84
Estereato de metilo (mg/L)	4,61 ± 1,26	-	-	-
Éster metílico del ácido cis- 8,11,14-eicosatrienoico (mg/L)	8,23 ± 1,37	56,11 ± 7,95	-	22,00 ± 1,32
Éster metílico del ácido cis- 11,14,17-eicosatrienoico (mg/L)	2,46 ± 0,82	-	-	14,78 ± 5,72
Araquidato de metilo (mg/L)	15,67 ± 4,60	18,08 ± 1,11	-	80,13 ± 4,84
Metil erucato (mg/L)	-	22,60 ± 0,76	-	-
ABTS (µmol Equivalente Trolox/mL de chicha)	0,23 ± 0,03	0,22 ± 0,04	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01
% de decoloración ABTS	34,80 ± 0,63	34,07 ± 0,81	29,66 ± 0,55	18,10 ± 1,23
DNS (% v/v)	13,92 ± 0,55	28,70 ± 0,26	2,68 ± 0,23	3,82 ± 0,31
Temperatura	25° C	25° C	25° C	25° C

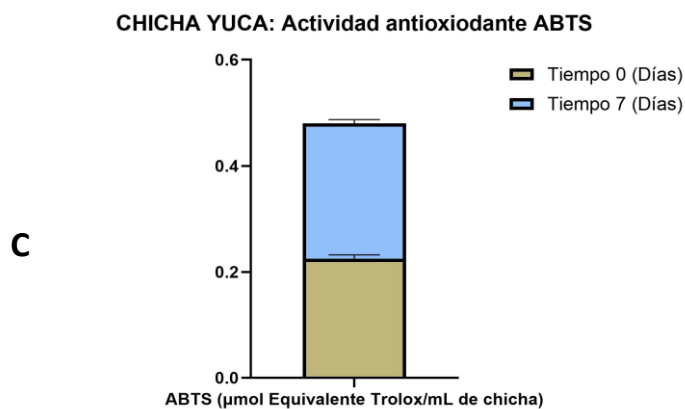
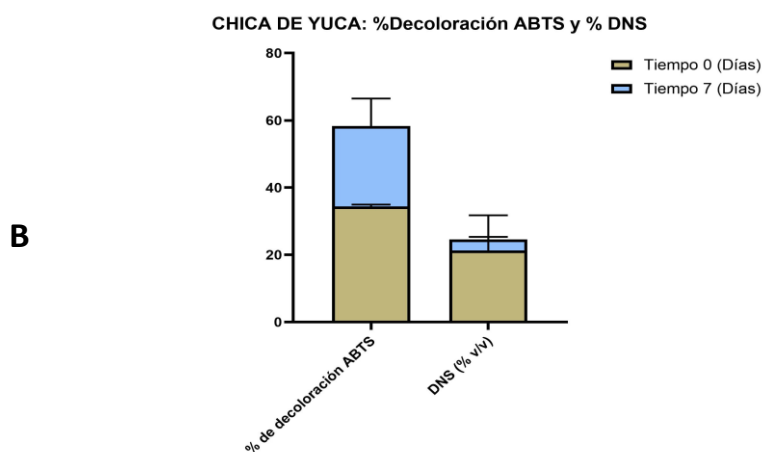
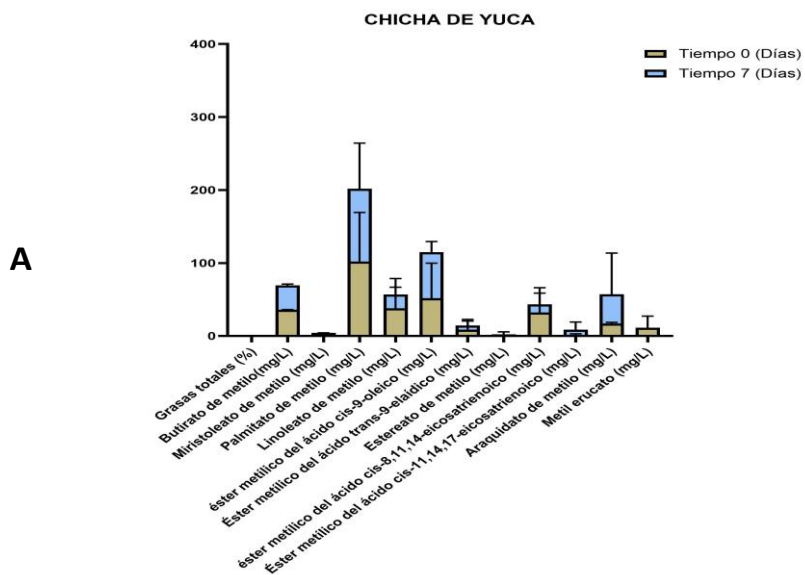


Ilustración 7. Resultados de chicha de yuca

El análisis comparativo de la chicha de yuca entre el día 0 y el día 7 muestra la presencia de fermentación, lo que influye de forma diferente en los parámetros químicos, lipídicos y funcionales evaluados, lo que permite identificar variaciones en los estudios realizados.

En términos generales, los resultados muestran que el día 0 presenta una mayor concentración de azúcares reductores, reflejada en los valores de DNS (% v/v), especialmente en la muestra N1 ($13,92 \pm 0,55$ %) en comparación con el día 7 ($2,68 \pm 0,23$ %), lo cual se puede observar en la Tabla III. Esta disminución marcada en el día 7 sugiere un consumo progresivo de azúcares fermentables por los microorganismos, característico de los procesos fermentativos activos. Desde un punto de vista nutricional y energético, esto indica que la chicha del día 0 podría proporcionar una mayor disponibilidad inmediata de carbohidratos, relevante para poblaciones con alta demanda energética.

Sin embargo, al evaluar la actividad antioxidante, se observa que el día 7 presenta un comportamiento más favorable en ciertos indicadores funcionales. Aunque los valores de ABTS expresados como μmol equivalentes de Trolox/mL en la muestra muestran marcadas diferencias entre ambos tiempos, el porcentaje de decoloración de ABTS tiende a modificar la capacidad antioxidante con el tiempo de fermentación Ilustración 7. Resultados de chicha de yuca. Esto sugiere que, durante 7 días, se pueden generar o liberar compuestos con actividad antioxidante secundaria, posiblemente derivados de la transformación de metabolitos fenólicos o productos de fermentación.

En cuanto al perfil lipídico, el día 0 se caracteriza por mayores concentraciones de diversos ésteres metílicos de ácidos grasos, como palmitato de metilo, linoleato de metilo y éster metílico del ácido cis-9-oleico, particularmente en la muestra N1. Para el día 7, se observó una reducción o redistribución de estos compuestos, lo que podría atribuirse a procesos de oxidación, hidrólisis o transformación metabólica inducidos por la actividad microbiana. Esta reducción sugiere que el día 0 conserva mejor el perfil lipídico original de la yuca, mientras que el día 7 refleja una matriz más transformada.

Tabla III

Las grasas totales (%) muestran ligeras variaciones entre ambos tiempos, sin cambios drásticos, lo que indica que, si bien se modifica la composición de ácidos grasos específicos, el contenido lipídico global de la chicha de yuca se mantiene relativamente estable durante los primeros siete días de fermentación.

Desde una perspectiva integral, los resultados permiten establecer que el mejor momento depende del objetivo funcional y nutricional de la chicha de yuca. El día 0 es más favorable al priorizar la ingesta energética, la mayor disponibilidad de azúcares reductores y la conservación del perfil lipídico original. En contraste, el día 7 muestra

ventajas asociadas a una mayor transformación bioquímica, con indicios de actividad antioxidante funcional, lo que podría ser beneficioso desde la perspectiva de la salud y la funcionalidad dietética.

En el contexto de su uso como bebida tradicional para la población kichwa, la chicha de yuca del día 0 podría ser más adecuada como fuente de energía inmediata, mientras que la del día 7 podría considerarse una bebida con mayor valor funcional, resultado de procesos fermentativos. Estos hallazgos resaltan la importancia del tiempo de fermentación como factor clave para definir el uso nutricional y funcional de la chicha de yuca.

Tabla IV. Pruebas fisicoquímicas de la Chicha de Chonta.

Tiempo Día	0		7	
	N1	N2	N1	N2
Grasas totales (%)	1,55 ± 0,15	1,39 ± 0,21	1,61 ± 0,05	2,03 ± 0,11
Palmitoleato de metilo(mg/L)	401,36 ± 9,91	190,54 ± 3,28	189,64 ± 8,75	227,55 ± 8,53
Palmitato de metilo (mg/L)	1499,58 ± 36,13	929,06 ± 14,96	922,00 ± 34,99	942,21 ± 30,24
Linoleato de metilo (mg/L)	478,82 ± 0,51	770,08 ± 6,58	184,61 ± 16,67	758,65 ± 0,81
éster metílico del ácido cis-9-oleico (mg/L)	4221,18 ± 1,42	1136,76 ± 59,27	1656,39 ± 79,82	1628,64 ± 68,92
Éster metílico del ácido trans-9-elaídico (mg/L)	140,91 ± 9,11	64,36 ± 10,19	2,43 ± 0,44	70,80 ± 4,54
Estereato de metilo (mg/L)	154,35 ± 4,64	56,17 ± 2,44	58,85 ± 4,63	71,06 ± 5,03
Araquidato de metilo (mg/L)	< LC	< LC	9,41 ± 1,13	< LC
Metil erucato (mg/L)	< LC	2,00 ± 0,24	< LC	< LC
ABTS (µmol Equivalente Trolox/mL de chicha)	0,63 ± 0,05	0,63 ± 0,14	0,47 ± 0,03	0,50 ± 0,21
% de decoloración ABTS	65,56 ± 5,73	61,34 ± 2,31	49,84 ± 2,46	56,08 ± 0,65
DNS (% v/v)	0,97 ± 0,12	0,82 ± 0,09	1,93 ± 0,16	
Temperatura	25° C	25° C	25° C	25° C

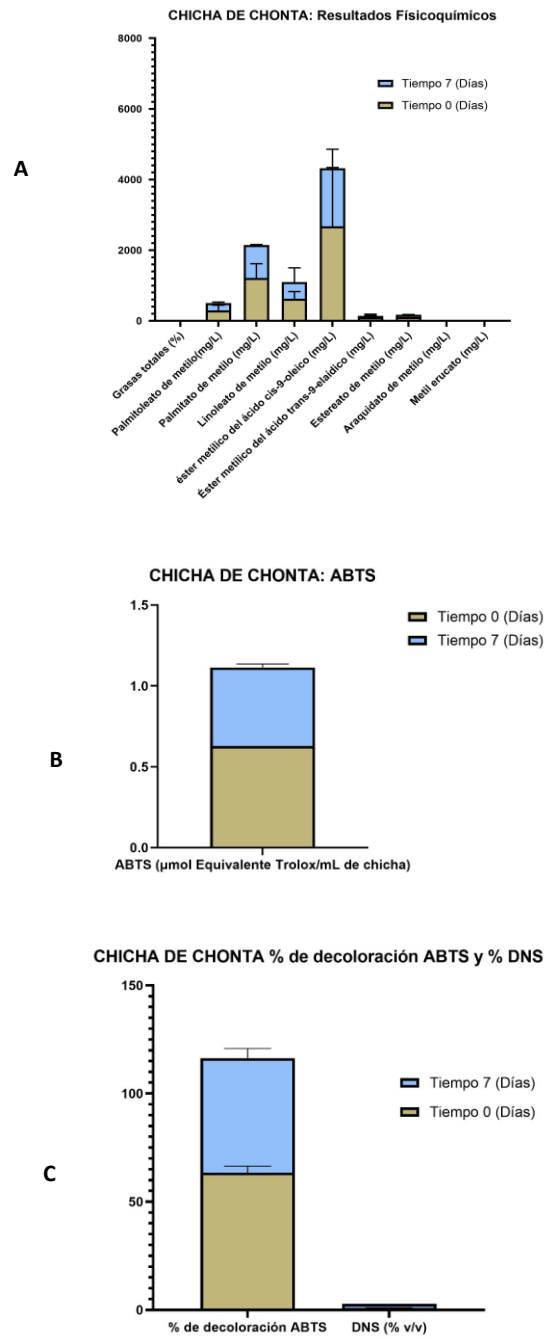


Ilustración 8. Resultados de chicha de Chonta

El análisis de la Tabla IV muestra que el tiempo de fermentación tiene un impacto significativo en la composición química, lipídica y funcional de la chicha de chonta, mostrando marcadas transformaciones entre el día 0 y el día 7 en ambas muestras. Estas variaciones permiten evaluar el momento óptimo de consumo con base en criterios nutricionales y funcionales.

En relación con la grasa total (%), se observa que los valores se mantuvieron relativamente estables entre ambos momentos, con un ligero aumento en la muestra N2 el día 7 ($2,03 \pm 0,11\%$). Esta estabilidad sugiere que el proceso fermentativo no causa una pérdida global del contenido lipídico, sino más bien una redistribución de los ácidos grasos presentes.

El perfil lipídico muestra cambios relevantes con el tiempo de fermentación. El día 0, la chicha de chonta presenta concentraciones significativamente mayores de ácidos grasos insaturados, especialmente éster metílico del ácido cis-9-oleico, palmitato de metilo y linoleato de metilo, particularmente en la muestra N1. Estos compuestos son reconocidos por su importancia nutricional, ya que contribuyen al aporte energético y tienen efectos beneficiosos para la salud cardiovascular. La disminución observada el día 7 podría atribuirse a procesos de oxidación, hidrólisis o transformación metabólica inducidos por la actividad microbiana durante la fermentación. **Tabla IV**

En consecuencia, la marcada reducción del éster metílico del ácido trans-9-elaídico el día 7, especialmente en la muestra N1, puede interpretarse como un aspecto favorable desde el punto de vista nutricional, ya que los ácidos grasos trans se asocian con efectos adversos para la salud cuando se consumen en exceso. Esto sugiere que una extender la fermentación podría mejorar cualitativamente el perfil lipídico.

En cuanto a la actividad antioxidante, los valores de ABTS (μmol equivalentes de Trolox/mL) muestran una disminución el día 7 en ambas muestras, acompañada de una reducción en el porcentaje de decoloración por ABTS. Este comportamiento indica que la mayor capacidad antioxidante se concentra el día 0, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de compuestos antioxidantes nativos presentes en el fruto de chonta, que pueden degradarse o transformarse durante el proceso fermentativo. Ilustración 8. Resultados de chicha de Chonta figura B

Por otro lado, el DNS (% v/v) presenta un aumento notable el día 7, especialmente en la muestra N1 ($1,93 \pm 0,16\%$), lo que sugiere una mayor liberación de azúcares reductores como resultado de la degradación de polisacáridos durante la fermentación.

Este aumento refleja una mayor actividad fermentativa y una transformación progresiva de la matriz de carbohidratos del sustrato.

Desde un enfoque integral, los resultados indican que el día 0 representa el momento más favorable para priorizar el valor nutricional de los lípidos y la actividad antioxidante, manteniendo altas concentraciones de ácidos grasos insaturados y una mayor capacidad antioxidante. En contraste, el día 7 se caracteriza por una mayor transformación bioquímica, con un aumento de azúcares reductores y cambios en el perfil de ácidos grasos, lo que sugiere una bebida más fermentada y metabólicamente activa.

En el contexto del consumo tradicional de la población kichwa, la chicha de chonta del día 0 puede considerarse el mejor momento de consumo desde el punto de vista nutricional y funcional, para preservar al máximo los compuestos bioactivos y antioxidantes de la fruta. Sin embargo, la chicha del día 7 podría ser valorada por su mayor grado de fermentación y transformación, lo que podría influir en sus características sensoriales y digestivas.

2.- Tabla nutricional para el beneficio a la población de madres lactante Kichwa.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción	100ml	
Porciones por envase: 1		
Cantidad de la porción	%VDR	
Energía (calorías)	1700 kJ	(400kcal)
Energía de grasas (calorías de grasa)	0 kJ	(0 kcal)
%VDR		
Grasa total	0g	0%
Ácidos grasos saturados	0g	0%
Ácidos grasos trans	0g	
Ácidos grasos mono insaturados	0g	
Ácidos grasos poli insaturados	0g	
Colesterol	0mg	0%
Sodio	35mg	2%
Carbohidratos totales	98g	33%
Proteína	<1g	2%
Vitamina A		2%
Vitamina C		3%
*Los porcentajes de los valores diarios recomendados están basados en una dieta de 8389 kJ (2000 kcal)		

Tabla nutricional de Chicha de Chonta

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción	100ml	
Porciones por envase: 1		
Cantidad de la porción	%VDR	
Energía (calorías)	1700kJ	(400kcal)
Energía de grasas (calorías de grasa)	63 kJ	(15kcal)
	%VDR	
Grasa total	1.5g	2%
Ácidos grasos saturados	0.5g	2.5%
Ácidos grasos trans	0g	
Ácidos grasos mono insaturados	0.5g	
Ácidos grasos poli insaturados	0.5g	
Colesterol	0mg	0%
Sodio	5mg	1 %
Carbohidratos totales	96g	32%
Proteína	<1g	2%
Vitamina A		3%
Vitamina C		5%
*Los porcentajes de los valores diarios recomendados están basados en una dieta de 8389 kJ (2000 kcal)		

La producción de chonta en Ecuador enfrenta diversas limitaciones, entre las cuales se destaca la temporada de cosecha y la falta de estudios sobre su valor nutricional y

potencial de mercado. La chonta, un fruto típico de la región amazónica, tiene un ciclo de producción específico que limita su disponibilidad a ciertas épocas del año, lo que puede afectar tanto el acceso a esta fuente de alimento como su integración en la dieta local. Además, la escasez de investigaciones científicas sobre la composición química y nutricional de la chonta impide que se reconozcan plenamente sus beneficios y propiedades. Esto no solo limita su consumo y valorización en comunidades kichwa, sino que también restringe oportunidades para su comercialización en mercados más amplios. La falta de datos concretos sobre el impacto positivo que podría tener la inclusión de la chonta en la alimentación local contribuye a perpetuar el problema de desnutrición crónica infantil en estas comunidades, donde el conocimiento tradicional sobre sus usos no ha sido suficientemente documentado ni promovido.

El estudio sobre la chicha de yuca y la chicha de chonta presenta diversas fortalezas que subrayan su pertinencia en el contexto de la salud pública y la nutrición en Ecuador. En primer lugar, la investigación se fundamenta en un enfoque metodológico riguroso, que incluye el análisis de parámetros fisicoquímicos y bromatológicos mediante protocolos establecidos por organismos como la OAC e INEN. Este enfoque permite obtener datos precisos sobre la composición nutricional de estas bebidas tradicionales, lo cual es esencial para evaluar su valor alimenticio y su capacidad para contribuir a una dieta equilibrada en comunidades vulnerables, particularmente en aquellas con alta prevalencia de desnutrición crónica infantil.

Además, el estudio se centró en la elaboración de tablas nutricionales que no solo benefician a la población lactante Kichwa, sino que también promuevan prácticas de intercambio alimentario dentro de la comunidad. Este aspecto es crucial, ya que fomenta un enfoque participativo y sostenible para abordar problemas nutricionales, integrando conocimientos tradicionales con evidencias científicas. Por otro lado, al resaltar la importancia cultural y social de estas bebidas fermentadas, el estudio contribuye a la preservación del patrimonio cultural indígena, fortaleciendo así la identidad comunitaria. En conjunto, estas fortalezas posicionan el estudio como una herramienta valiosa para mejorar la salud pública y promover el desarrollo sostenible en la región amazónica de Ecuador.

Las futuras proyecciones en el estudio de la chicha de yuca y chicha de chonta en Ecuador se centran en varios aspectos clave que podrían impactar positivamente tanto la salud pública como el desarrollo cultural de las comunidades indígenas. En primer lugar, se anticipa que la elaboración de tablas nutricionales basadas en la composición química y nutricional de estas bebidas tradicionales permitirá un mejor entendimiento

de su valor alimenticio, lo que podría fomentar su inclusión en dietas equilibradas, especialmente entre poblaciones vulnerables como las madres lactantes y los niños menores de cinco años. Además, se prevé que la integración de estos productos en programas de intercambio alimentario contribuirá a la reducción de la desnutrición crónica infantil, al ofrecer alternativas nutritivas que complementen la lactancia materna. La promoción de estas bebidas no solo tiene el potencial de mejorar la salud nutricional, sino que también puede fortalecer las prácticas culturales y agrícolas tradicionales, promoviendo un sentido de identidad y cohesión social dentro de las comunidades Kichwa.

Por último, el estudio también podría abrir puertas a futuras investigaciones sobre los beneficios microbiológicos y bioactivos de estas bebidas fermentadas, así como su papel en la preservación del patrimonio cultural. La caracterización de sus componentes nutricionales y la implementación de buenas prácticas de manufactura serán esenciales para garantizar su seguridad y calidad, asegurando que estas tradiciones alimentarias continúen siendo un recurso valioso para las generaciones venideras.

5. Bibliografía

- Cola Caiza, M. M. (2020). *ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA DE CHONTA (Bactris gasipaes) FERMENTADA DE BAJO CONTENIDO ALCOHÓLICO*. Latacunga: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Rosero Alpala, E., & Espitia Montes, A. (2024). Modelo productivo de las variedades registradas de yuca industrial para el Caribe colombiano. *AGROSAVIA*, 14-15.
- Saac Cadena, K. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de yuca (Manihot esculenta), en el Ecuador*. Babahoyo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Blanquiceth Támara, Y., & Hoyos Sebá, J. (2023). *Perspectivas agroindustriales de las variedades de yuca cultivadas en el departamento de Sucre: una revisión*. Sincelejo: Corporación Universitaria del Caribe.
- Estrada Orozco, A. (2023). *Elaboración de una bebida a base de yuca (Manihot esculenta Crantz) con fermentación sólida y sumergida*. Ámbato: Universidad Técnica de Ámbato.

Castilla Corzo, F., & Burbano Argoti, C. (2020). LA CHICHA, PRODUCTO GASTRONÓMICO Y RITUAL: CASO CHORRO DE QUEVEDO (COLOMBIA) Y OTAVALO (ECUADOR). *Turismo y Sociedad*, 205-224.

MAE. (2020). *Las Chakras*. Tena: Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Valencia, R., & Montúfar, R. (2013). *PALMAS ECUATORIANAS: BIOLOGÍA Y USO SOSTENIBLE*. Quito: Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Lopez Cruz, J. S. (2023). *El chontaduro (Bactris gasipaes): pasado y presente de un fruto ancestral*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Utrera Velázquez, A. (2021). Revalorización de la chicha de maíz en la cocina étnica del pueblo Salasaka. Tungurahua, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 418-425.