

Área del Conocimiento de Agricultura

Integración de variedades de maíz nativo en el desarrollo de productos alimenticios contribuyendo a los procesos productivos y la seguridad alimentaria en el municipio de El Rosario, Carazo, Nicaragua

Tesis Monográfico para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Tutor:

Br. Saymond
Alexander
Cáceres Pérez

2016-0146U

Br. Sandra
Deyanira
Clark
Velásquez

2017-1325U

MSc. Christopher
Joan López Vado

11 de octubre de 2025
Managua, Nicaragua

Opinión del Tutor

El presente trabajo de diploma titulado “Integración de variedades de maíz nativo en el desarrollo de productos alimenticios contribuyendo a los procesos productivos y la seguridad alimentaria en el municipio de El Rosario, Carazo, Nicaragua”, realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería, ha sido desarrollado por los bachilleres Sandra Deyanira Clark Velásquez y Saymond Alexander Cáceres Pérez.

Este estudio constituye una valiosa contribución al campo de la ingeniería química y la industria alimentaria, ya que rescata y revaloriza variedades de maíz nativo con un fuerte arraigo cultural en Nicaragua, integrándolas a procesos productivos con potencial de innovación gastronómica, sostenibilidad y seguridad alimentaria.

La investigación demuestra la capacidad de los autores para aplicar de manera rigurosa los conocimientos adquiridos durante su formación universitaria, tales como análisis instrumental, balance de materia, procesos de fermentación, caracterización fisicoquímica de alimentos, desarrollo de productos y escalamiento a nivel de laboratorio. Estos saberes fueron puestos en práctica para obtener harina y almidón fermentado de variedades locales de maíz, desarrollando productos libres de gluten como pan, atol con stevia y láminas de lasaña, lo que confirma la viabilidad técnica y sensorial de las propuestas.

Asimismo, este trabajo aporta a los objetivos nacionales de fortalecimiento de la seguridad alimentaria, la promoción de la economía circular y el aprovechamiento sostenible de los recursos agrícolas, alineándose con políticas de desarrollo productivo e innovación en el país. La originalidad de la propuesta radica en vincular el conocimiento ancestral y la diversidad agrícola con tecnologías modernas de procesamiento, creando alternativas de valor agregado para los productores y la gastronomía nicaragüense.

Por lo antes expuesto, considero que el presente Trabajo de Diploma reúne los requisitos académicos y científicos para ser sometido ante el Tribunal Examinador correspondiente, a quienes se solicita valorar de manera positiva la contribución de sus autores por su pertinencia técnica, cultural y socioeconómica.



MSc. Christopher Joan López Vado
Tutor del Trabajo de Diploma
Managua, agosto de 2025



Universidad Nacional de Ingeniería
Área de Conocimiento de Agricultura
Formas de Culminación de Estudios

REF.DACA.FCE.042.2025

Managua, 18 de febrero del 2025

Bachilleres

SANDRA DEYANIRA CLARK VELASQUEZ / 2017-1325U
SAYMOND ALEXANDER CACERES PEREZ / 2016-0146U

Estimado Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado: **"INTEGRACION DE VARIEDADES DE MAIZ NATIVO EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONTRIBUYENDO A LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL MUNICIPIO DE EL ROSARIO, CARAZON, NICARAGUA."**. Ha sido aprobado por el Director de Área de Conocimiento de Agricultura.

Asimismo, les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **MSc. Christopher Joan López Vado**. Sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **18 de agosto del 2025**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

MSc. José Mamerto Méndez Úbeda
Director de Área de Conocimiento de Agricultura
DACA

CC: Archivo

Tutor – **MSc. Christopher Joan López Vado**.
MSc. Helia Vanessa Taleno Oporta / Secretaria Académica DACA

AGRADECIMIENTO

A Dios elevo mi gratitud, porque en cada jornada difícil fue luz que iluminó mi sendero y fuerza que levantó mi espíritu. Mis padres, **Claudio Clark y Deyanira Velásquez**, su amor incondicional ha sido la raíz profunda de mis sueños, mis hermanas **Claudia y Ana Clark Velásquez**, con quienes compartí sonrisas, apoyo y palabras de aliento que se volvieron bálsamo en los días difíciles.

A **Uzziel Aguirre**, compañero de sueños, su presencia fue el recordatorio de que los logros se disfrutan más cuando se comparten con quien se ama. A mejor amiga **Emilia Obando**, cuya amistad me enseñó que la verdadera amistad no elimina las pruebas, pero sí hace posible enfrentarlas con valor y esperanza.

A mis amigos **Samuel Romero**, con quien he compartido mis mejores momentos en una la universidad y el club. También a **Israel García y Fernando Fariñas**, que con su amistad sincera y su ánimo fraternal hicieron más valioso este trayecto. A mi tutor de tesis **MSc. Christopher López**, quien ha guiado con dedicación y **asesora** que con pasión por su labor nos han ayudado en el proceso.

A todos ellos, **gracias**. Porque esta tesis no es solo un logro personal, sino el eco de su amor, de sus palabras y de su presencia en cada capítulo de mi vida académica.

Clark, S.

DEDICATORIA

A mis padres, su fe en mí fue el reflejo más puro de amor, enseñándome que los sueños se alcanzan cuando alguien cree en nosotros sin reservas.

Clark, S

AGRADECIMIENTO

A mis padres, **José Cáceres y Sonia Pérez**, pilar fundamental en mi crecimiento profesional y personal, quienes me inculcaron el valor de los estudios y la importancia de nunca rendirse.

A mis hermanos, **Jeynner Cáceres y Gaella Cáceres**, quienes fueron mi inspiración para iniciar y concluir mi carrera. A mi prima, **Greicher Cáceres**, por su apoyo incondicional cuando recurrí a ella.

A mis amigos, quienes hicieron de la vida universitaria una etapa más amena y alegre, acompañándome en los buenos y en los malos momentos: **Aníbal B., Josué M., Elías N., Carlos C.**, entre otros que siempre estuvieron presentes.

A los **docentes de la antigua FIQ**, por confiar en mi esfuerzo y acompañarme durante el proceso de formación hasta la titulación. A **mi tutor, MSc. Christopher López y asesores**, por su guía y la oportunidad de trabajar en este tema. De último, pero no menos importante, la Dirección de Investigación, por habernos apoyado con la beca para poder realizar esta investigación.

Finalmente, agradezco a Dios por darme la fortaleza para no desistir y a mi compañera de tesis, por su apoyo constante para culminar este proceso.

Cáceres, S.

DEDICATORIA

A mis padres, José Tomás Cáceres y Sonia María Pérez, quienes siempre priorizaron y apoyaron mi educación, brindándome todo lo necesario.

A mis familiares, amistades y conocidos, con quienes compartí este camino. Gracias totales.

"No creas en mí, cree en ti. No creas en ti, cree en mí. ¡Cree en el tú que cree en ti!" — TTGL (2008)

Cáceres, S.

Agradecemos la oportunidad y confianza puesta por el señor Ramón Potosme, quien nos dio la bienvenida en su vivero “Nambume Ancestral” para poder desarrollar este tema, un pilar de este estudio realizado por y para la comunidad de El Rosario, Carazo.

-Clark & Cáceres. (2025)

RESUMEN

En Nicaragua, el aprovechamiento del maíz nativo para el desarrollo de productos alimenticios ha sido limitado, a pesar de su relevancia cultural, nutricional y socioeconómica. A nivel internacional, se han realizado investigaciones sobre la valorización de granos autóctonos, orientadas a su incorporación en alimentos funcionales, libres de gluten y con valor agregado para la industria alimentaria. Por esta razón, es pertinente explorar alternativas que permitan diversificar la oferta gastronómica y promover el uso de recursos agrícolas locales de manera sostenible.

El presente estudio “Integración de variedades de maíz nativo en el desarrollo de productos alimenticios para el fortalecimiento de procesos productivos y la seguridad alimentaria en el municipio de El Rosario, Carazo” se desarrolló con el objetivo de caracterizar siete variedades de maíz nativo producidas en la zona, seleccionar la de mejores características fisicoquímicas y nutricionales, y emplearla en la obtención de almidón fermentado con potencial funcional.

Para la caracterización se emplearon metodologías analíticas estandarizadas bajo normativas internacionales y nacionales, determinando humedad, proteína, grasa, ceniza y carbohidratos. La variedad de maíz morado pujagua pinol presentó un 13.47 % de humedad, 11.09 % de proteína, 4.33 % de grasa, 3.03 % de ceniza y 68.08 % de carbohidratos, constituyéndose en la materia prima óptima para el proceso de fermentación. El almidón fermentado obtenido se empleó como insumo principal en la elaboración experimental de productos libres de gluten, tales como pan y pasta tipo lasaña, verificando su viabilidad tecnológica y sensorial.

El desarrollo a escala de laboratorio permitió estandarizar el proceso y establecer la lista de materiales, utensilios y equipos requeridos para la producción. Asimismo, se evaluaron los costos directos e indirectos asociados al proceso, identificando oportunidades de optimización para una futura escalabilidad industrial. Finalmente, el informe presenta conclusiones y recomendaciones orientadas a potenciar la valorización del maíz nativo en el municipio de El Rosario, integrándolo a procesos productivos que fortalezcan la seguridad alimentaria y la economía local.

ABSTRACT

In Nicaragua, the utilization of native maize for developing food products has been limited, despite its significant cultural, nutritional, and socioeconomic relevance. Internationally, research on the valorization of autochthonous grains is focused on their incorporation into functional, gluten-free, and value-added foods for the industry. Therefore, exploring alternatives to diversify the gastronomic offerings and promote the sustainable use of local agricultural resources is pertinent.

The present study, titled “Integration of native maize varieties in the development of food products for the strengthening of production processes and food security in the municipality of El Rosario, Carazo,” aimed to characterize seven varieties of native maize produced in the area, select the one with the best physicochemical and nutritional characteristics, and use it to obtain fermented starch with functional potential.

Standardized analytical methodologies under international and national regulations were used for the characterization, determining moisture, protein, fat, ash, and carbohydrates. The 'morado pujagua pinol' maize variety showed a composition of 13.47% moisture, 11.09% protein, 4.33% fat, 3.03% ash, and 68.08% carbohydrates, establishing it as the optimal raw material for the fermentation process. The resulting fermented starch was used as the main ingredient in the experimental production of gluten-free products, such as bread and lasagna-type pasta, verifying their technological and sensory viability.

The laboratory-scale development allowed for the standardization of the process and the establishment of a comprehensive list of materials, utensils, and equipment required for production. Furthermore, direct and indirect costs associated with the process were evaluated, identifying optimization opportunities for future industrial scalability. Finally, the report provides conclusions and recommendations focused on enhancing the valorization of native maize in El Rosario municipality, integrating it into productive processes that strengthen food security and the local economy.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	3
III.	MARCO TEORICO	4
3.2	Industria Alimentaria	7
3.2.1	Clasificación de la industria alimentaria.....	7
3.2.2	La industria alimentaria en Nicaragua	8
3.2.3	El maíz en la industria alimentaria.....	8
3.3	Procesos productivos.....	8
3.3.1	Tipos de procesos productivos	9
3.3.2	Producción artesanal en Nicaragua.....	10
3.3.3	Milpa como proceso productivo	10
3.4	Seguridad Alimentaria.....	11
3.5	Desarrollo Socioeconómico.....	11
3.5.1	Impacto económico del maíz	12
3.5.2	Productos elaborados a base del maíz	12
3.5.3	Elaboración de harina de maíz nativo como base para otros productos ...	13
3.6	Elementos Nativos	13
3.6.1	Conocimiento ancestral	14
3.7	Cadena Alimentaria.....	14
3.8	Escala Laboratorio	15
3.9	Valor Agregado	15
3.10	Oferta Gastronómica.....	15
3.11	Estrategias de producción.....	16
3.11.1	Agricultura sostenible	17
3.11.2	Economía circular	17
3.12	Calidad e inocuidad de producción	18
3.12.1	Características fisicoquímicas del maíz.....	18
3.12.2	Procesamiento y almacenamiento del maíz.	19
3.13	Nambume Ancestral.....	19
IV.	METODOLOGÍA	20
V.	RESULTADOS	33

•	Humedad	33
•	Cenizas.....	35
•	Proteína	36
•	Grasa no refinada	38
•	Carbohidratos	40
•	Pan libre de gluten	43
•	Elaboración de atol con infusión de Stevia	44
•	Elaboración de lasaña a partir del maíz morado pinol	45
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	RECOMENDACIONES.....	49
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
IX.	ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Variedades criollas de maíz encontradas en diferentes zonas del país.</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2. Contenido de humedad (%) en variedades de maíz pujagua.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Contenido de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4. Contenido de proteína (%) en variedades de maíz pujagua</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 5. Contenido de grasa no refinada (%) en variedades de maíz pujagua.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6. Contenido de carbohidratos (%) en variedades de maíz pujagua</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7. Rendimiento del maíz en grano según su variedad.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 8. Granulometría del maíz morado, azul, amarillo y negro.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 9. Granulometría del maíz blanco, rojo y morado pinol</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 10. Relación de los gramos aprovechables con la harina</i>	<i>64</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Geolocalización (fuente: tomadas de Google earth e Instagram de Nambume ancestral).</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2. Obtención de la harina del maíz morado pujagua. Fuente: propia.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3. Equipo de granulometría. Fuente: propia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Análisis de Ceniza. Fuente: propia.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5. Equipo de digestión Kjeldahl. Fuente: Prolab de Michoacán 2024.</i>	<i>27</i>

<i>Figura 6. Promedio de humedad (%) en variedades de maíz pujagua.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7. Promedio de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 8. Promedio de proteína (%) en variedades de maíz pujagua.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 9. Promedio de grasas (%) en variedades de maíz pujagua.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10. Promedio de carbohidratos (%) en variedades de maíz pujagua.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 11. Elaboración de pan a partir de la variedad de maíz morado pinol.</i>	<i>44</i>

I. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz nativo utilizando técnicas ancestrales ha ganado relevancia a nivel global debido a su papel en la preservación de la biodiversidad agrícola, la sostenibilidad ambiental y la conservación de las tradiciones culturales. Durante siglos, los agricultores indígenas de América Latina han perfeccionado sistemas como la milpa, que integran el maíz con otros cultivos, garantizando no solo la seguridad alimentaria, sino también la salud del ecosistema y la resiliencia ante el cambio climático. Estas prácticas, que incluyen la rotación de cultivos, la selección manual de semillas y el descanso del suelo, ofrecen una alternativa sostenible frente a la agricultura intensiva moderna, que a menudo conduce a la degradación del suelo y a la pérdida de diversidad genética (FAO, 2019).

En este contexto global, la incorporación de variedades nativas de maíz producidas en territorio nacional ha cobrado especial importancia en la industria alimentaria, no solo por su valor cultural y patrimonial, sino también por su potencial para promover la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo socioeconómico. Particularmente, en el municipio de El Rosario, ubicado en el departamento de Carazo, Nicaragua, la producción de maíz representa una de las principales actividades económicas. Hasta el momento se han identificado siete variedades nativas en la zona, las cuales constituyen un recurso clave tanto por su adaptación local como por su vínculo con la identidad cultural del territorio.

Estudios realizados en Nicaragua, han evidenciado el potencial agronómico de estas variedades. En una evaluación de cuatro tipos de maíz en la comarca El Juste, se observó que la variedad NB-9043 tuvo un alto rendimiento en condiciones climáticas favorables, mientras que la Sequía Amarillo mostró mayor estabilidad durante periodos de sequía. Además, se identificó que características como la altura de planta y el número de mazorcas por manzana están fuertemente correlacionadas con el rendimiento, lo que resalta la necesidad de seleccionar adecuadamente las variedades más resilientes, como el estudio de Oporta y Solano (2020),

En muchas comunidades del municipio de El Rosario, el cultivo del maíz no solo es un medio de subsistencia, sino también una tradición cultural profundamente arraigada, transmitida de generación en generación. Esta actividad agrícola aporta estabilidad económica y social, siendo vital para la seguridad alimentaria de la población local.

Este trabajo tiene como objetivo principal analizar el impacto de la integración de variedades nativas de maíz en la industria alimentaria del municipio de El Rosario, Carazo, explorando su potencial para mejorar los procesos productivos y contribuir a la seguridad alimentaria. Esta última, entendida como el acceso continuo y sostenible a alimentos suficientes, seguros y nutritivos, está estrechamente vinculada con la diversificación y el fortalecimiento de la producción local.

Las variedades nativas de maíz no solo ofrecen beneficios nutricionales, sino que también permiten enriquecer la oferta de productos tradicionales a través del procesamiento de harina y almidón como base para diversos alimentos. El estudio se centra en cómo integrar eficazmente estas variedades en la industria local, sin sacrificar la autenticidad de la producción artesanal, promoviendo prácticas sostenibles y respetuosas con la cultura.

Asimismo, la investigación está dirigida a una variedad de actores, agricultores, productores, consumidores locales y externos, interesados en conocer estrategias de formulación, procesamiento y diversificación de productos alimentarios. Al garantizar prácticas que optimicen la producción y fomenten un mayor consumo de productos derivados del maíz nativo, se contribuye al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y al desarrollo local sostenible.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Integrar variedades de maíz nativo en el desarrollo de productos alimenticios contribuyendo a los procesos productivos y la seguridad alimentaria en el municipio de El Rosario, Carazo, Nicaragua.

Objetivos específicos:

- ✓ Caracterizar siete variedades de maíz nativo producidas en el municipio de El Rosario- Carazo.
- ✓ Obtener almidón fermentado como probiótico a partir de las variedades de maíz que presenten las mejores características nutricionales.
- ✓ Desarrollar a escala de laboratorio productos alimenticios utilizando una de las variedades de maíz nativo, que permita dar valor agregado a la oferta gastronómica local.

III. MARCO TEORICO

La producción de maíz nativo representa un eje fundamental para el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria en comunidades rurales. El aprovechamiento de variedades nativas de maíz en procesos industriales requiere una comprensión profunda de sus propiedades fisicoquímicas y su comportamiento durante la transformación. Además, su integración en la cadena productiva implica el diseño de estrategias sostenibles que preserven su valor nutricional y cultural. Este enfoque técnico es esencial para mejorar la eficiencia y calidad en la formulación de productos derivados del maíz.

3.1 Maíz

El maíz es una planta que pertenece a la familia de las Poaceas o Gramineas, estas son anuales en forma de espigas. Morfológicamente está compuesta por su raíz con sistema radicular lo que quiere decir que a partir de su radícula se forman raíces secundarias y pelillos que mejoran la adsorción de nutrientes, su tallo es grueso además erecto, conformado por nudos o entrenudos con una altura que puede variar entre 1 a 4 metros dependiendo del tipo de maíz, posee hojas con tamaños de hasta un metro de largo con 10 cm de ancho los cuales crecen en espiral a lo largo del tallo, cada una consta de una vaina la cual envuelve el tallo, una lámina que es la parte plana y alargada además una lígula pequeña de estructura membranosa en la unión de la lámina. Su inflorescencia son espigas masculinas conocidas como Panoja, situadas en la parte superior del tallo para producir y liberar polen, y las femeninas llamadas Mazorcas que crecen en las axilas de las hojas, generalmente a media altura del tallo, sus estigmas o pelos son largos filamentosos que emergen de la mazorca para captar el polen (FAO, 2019).

3.1.1 Maíz nativo

Nicaragua es el segundo país en América Latina después de México donde más se consume el maíz, esto se debe a que forma parte de la identidad, siendo parte fundamental en la mayoría de los platillos cuya base se encuentra en él. “La historia del

maíz nace desde el siglo VIII, para ese tiempo las migraciones que se daban con tribus hacia Centroamérica eran espontáneas y ellos traían algo para subsistir con alimentos, entre ellos el maíz, a Nicaragua llegó en siglo XIII, de esa manera se establece en nuestro país”, (Díaz, 2022).

Los maíces nativos son aquellos que se reproducen por el método de selección de semilla de forma anual, a diferencia de las semillas que se reproducen o conservan con mejoras. La importancia radica en el uso como ingrediente culinario debido a sus características fisicoquímicas de las cuales se destacan sus propiedades en fibra, vitamina, minerales esenciales para una dieta equilibrada. Es conocido por la variedad de sabores y texturas, que tienen sus propias características únicas desde el maíz suave hasta el maíz morado. A nivel nutricional el maíz es rico en hierro, zinc, calcio, antioxidantes, especialmente rico en vitamina B, ácido fólico y magnesio (Martínez, R. 2024).

Considerado un cultivo ancestral, fundamental en la gastronomía de América Latina, sirvió como sustento básico de las civilizaciones antiguas incluyendo en las que se asentaron en el territorio que hoy se conoce como Nicaragua, es sagrado en muchas culturas indígenas, ya que su cosecha está estrechamente relacionado con la religión y las celebraciones agrícolas, siendo objeto de leyendas y relatos orales que lo vinculan con la creación del mundo además de la vida humana, por ejemplo, en la cultura maya el maíz es considerado como un regalo de los dioses siendo motivo de celebraciones donde se realizan rituales agrícolas.

3.1.2 Variedades del maíz

Existen aproximadamente 300 variedades adaptadas a diferentes ambientes y prácticas agrícolas, esta diversidad la vuelve fundamental en la seguridad alimentaria y conservación de la biodiversidad. Las variedades criollas que han sido conservadas y mejoradas por indígenas y campesinos nicaragüenses quienes las han adaptado a diversas condiciones climáticas y ambientales según la conveniencia de las comunidades.

El programa nombrado campesino a campesino de la UNAG en el 2014, realizó un estudio de diez territorios en Nicaragua para identificar las semillas criollas que existen en las comunidades, como resultado reportan:

Tabla 1. Variedades criollas de maíz encontradas en diferentes zonas del país.

DEPARTAMENTO	VARIEDADES
MASAYA	Amarillo, blanco amarillento, blanco, cuarenteño blanco, maizón, olotillo blanco, poronga, pujagua morada, pujagua negra, pujagua rojo pálido, pujagua roja quemado, y el tuza morado.
CARAZO	Amarillo ligero, Olotillo blanco, Pujagua morado, Tuza blanco, Tusa morada, Pujagua rojo.
DARÍO Y TEUSTEPE	Amarillo criollo, Masaya, Olotillo blanco, Pinolero, Pionero, Pujagua morada, Pujagua rojo, Salco.
RIVAS	Amarillo criollo, Blanco criollo, Chinameca, Cuarenteño amarillo, Olote salmón, Olotillo blanco, Pujagua blanco, Pujagua morado, Pujagua rojo, Santa Rosa, Tuza morada, Cuarenteño blanco, Del país, Maizena, Olote rosado.
ESTELÍ	Amarillo criollo, Amarillón, Olotillo blanco, Amarillo tusa morado, Bajo pinto, Blanco criollo, Pujagua blanco, Tuza morada

Fuente: UNAG (2014)

3.1.3 Conocimientos ancestrales del maíz

Los conocimientos ancestrales del maíz son fundamentales para la preservación, su importancia se da tanto a nivel cultural como espiritual, su transmisión a lo largo de las generaciones permite que siga siendo parte integral de la identidad de pueblos nativos. Las prácticas agrícolas tradicionales son el resultado de milenios de conocimientos y adaptaciones desarrollados que además de asegurar la biodiversidad, mantienen la fertilidad del suelo como la práctica de la rotación de suelos. Otro conocimiento ancestral se relaciona con el control de plagas de forma natural como la siembra de intercalares y plantas acompañantes que son las que repelen o atraen a los depredadores naturales del maíz, también se usan las trampas y extractos naturales con propiedades insecticidas para controlar las poblaciones de plagas. Alcorn, J. B. (1995).

La conservación del agua se da a través del sistema de riegos tradicionales como por surcos y la construcción de acequias que ayudan a manejar eficientemente el agua disponible, al igual que la cosecha de agua de lluvia, la cual se capta para almacenarla para su uso durante periodos prolongados de sequía. Las prácticas comunitarias como el trabajo colectivo unen a comunidades donde cada uno de los miembros colabora en la siembra y cosecha. Los calendarios agrícolas tradicionales son usados por los agrícolas donde se basan en la observación de fenómenos naturales como la fase lunar, el comportamiento de los animales, pero también los ciclos de las estaciones, donde además están profundamente entrelazados a rituales con festividades que marcan momentos claves tanto en la siembra como en la cosecha. García, A. (2016).

3.2 Industria Alimentaria

La industria alimentaria es el sector que se encarga de todos los procesos productivos que involucran la alimentación en la sociedad. Incluye las etapas desde la recolección, transporte procesamiento con posterior distribución. Se somete principalmente sus procesos de industrialización a productos de origen animal y vegetal, la diversidad de productos es cada vez mayor siendo la actividad industrial más grande del planeta, estos tienen la tendencia a ser de mayor calidad gracias a estudios de las diversas ramas de los alimentos a la par de avances tecnológicos siendo seguros para su consumo. Fellows (2009).

3.2.1 Clasificación de la industria alimentaria

La industria alimentaria, está conformada por múltiples áreas del sector productivo y comercial las cuales están encargadas de su elaboración, empaque y distribución que tienen como finalidad el consumidor, dentro de la clasificación de la industria alimentaria encontramos la cárnica, la industria pesquera y de transformación del pescado, sector agropecuario, tecnología de frutas y hortalizas, industria láctea, de panificación, azucarera, cervecera, de bebidas alcohólicas, del cacao, de vinos, del agua, entre otras clasificaciones.

3.2.2 La industria alimentaria en Nicaragua

La industria alimentaria en Nicaragua es un sector clave para la economía del país, con amplias oportunidades de inversión en áreas como la ganadería, lechería y productos cárnicos, la industria de alimentos procesados, las plantaciones agro-forestales y los biocombustibles. Nicaragua posee ventajas competitivas como condiciones climáticas y recursos hídricos ideales para una variedad de cultivos, exoneraciones arancelarias bajo acuerdos comerciales, y costos de producción entre los más bajos de Centroamérica (ConnectAmericas, 2024.).

Importantes empresas como Kraft Foods y Nestlé ya tienen operaciones en el país que abastecen el mercado regional y el Caribe. La ubicación estratégica de Nicaragua en el corazón del mercado centroamericano, con una población de más de 42 millones de personas, su proximidad al Caribe, América del Norte y del Sur, y sus ventajas de costo y calidad de los recursos humanos hacen de Nicaragua un lugar ideal para desarrollar una industria alimentaria competitiva a nivel internacional (Uddeholm, 2025).

3.2.3 El maíz en la industria alimentaria

El maíz es un ingrediente fundamental en la industria alimentaria, con múltiples aplicaciones. Es la base de la producción de leche, carnes y huevos, al ser el principal alimento para el ganado. Además, a través de procesos de molienda y transformación, del maíz se obtienen una gran variedad de productos para consumo humano, como harinas, sémolas, almidones, aceites y jarabes. (Infocampo, 2014)

La industria alimentaria ha desarrollado cada vez más usos innovadores para el maíz, como la producción de biocombustibles, plásticos biodegradables y otros materiales. Dada su alta productividad y versatilidad, el maíz se ha convertido en una materia prima esencial para la industria alimentaria a nivel mundial. (FAO, 2025)

3.3 Procesos productivos

Los procesos productivos en la industria alimentaria son fundamentales para transformar materias primas en productos de consumo. Estos procesos incluyen operaciones como

recepción, almacenamiento y acondicionamiento de materias primas, procesos de transformación como molienda, cocción, fermentación, envasado y empaque, hasta el almacenamiento y distribución del producto terminado. (Calero. 2023).

Cada etapa requiere controles de calidad e inocuidad para asegurar la seguridad alimentaria. Las empresas utilizan tecnologías avanzadas como la automatización, robótica y sistemas de información para optimizar sus procesos productivos. La mejora continua de estos procesos es clave para la competitividad y sostenibilidad de las empresas en un mercado cada vez más exigente y globalizado. (Guzmán 2018)

3.3.1 Tipos de procesos productivos

La UNIR (2022) indica que los principales tipos de procesos productivos en la industria alimentaria incluyen:

Procesos de Transformación

- Molienda
- Cocción
- Fermentación
- Deshidratación
- Congelación
- Envasado y empaque

Procesos de Conservación

- Pasteurización
- Esterilización
- Salado
- Ahumado
- Refrigeración

Procesos de Acondicionamiento

- Recepción y almacenamiento de materias primas
- Selección y clasificación

- Lavado y limpieza
- Pelado y cortado

Procesos de Control de Calidad

- Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)
- Implementación de normas de calidad como ISO 22000
- Controles de inocuidad y seguridad alimentaria

Estos procesos se integran en una cadena de valor que va desde la producción de materias primas hasta la distribución y comercialización de los productos alimenticios finales. La optimización y mejora continua de estos procesos es clave para la competitividad y sostenibilidad de la industria alimentaria. (Gavilanes, 2018).

3.3.2 Producción artesanal en Nicaragua

La producción artesanal en Nicaragua es un sector diverso y dinámico, con una larga tradición cultural. Los artesanos nicaragüenses trabajan una amplia variedad de materiales como barro, madera, mimbre, textiles, frutos secos, hojas de elote y conchas de mar, entre otros, para crear una gran diversidad de productos como hamacas, cerámica negra, joyería, tejidos y artículos de decoración. (Artesanos, 2023)

Muchas de estas artesanías se producen en ciudades y pueblos reconocidos por su legado artesanal, como Masaya, Monimbó y Matagalpa. En los últimos años, la demanda de artesanías nicaragüenses ha aumentado, especialmente por parte de turistas de Centroamérica, Canadá y Europa, lo que ha dinamizado la economía del sector. Sin embargo, los artesanos enfrentan desafíos como el incremento en los costos de los insumos, lo que ha presionado sus márgenes de ganancia. (Nicaragua Diseña, 2022)

3.3.3 Milpa como proceso productivo

La milpa es un sistema de producción agrícola tradicional mesoamericano que integra el cultivo de maíz, frijol y calabaza, complementado con otros productos como chiles y

quelites. "Hacer milpa" implica todo el proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. (Ortiz, 2013)

La milpa es un ecosistema diverso que favorece interacciones ecológicas benéficas como el control biológico, la fertilidad del suelo y la polinización, brindando múltiples beneficios a las comunidades que la manejan. Más allá de la producción de alimentos, la milpa también genera forraje, plantas medicinales y de ornato, convirtiéndola en un sistema multifuncional que permite a los pequeños productores asegurar su subsistencia. **(Naciones Unidas México, 2021)**

La milpa refleja los conocimientos, tecnologías y prácticas agrícolas tradicionales que han sido adaptadas a lo largo del tiempo para obtener de la tierra los productos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de las familias campesinas.

3.4 Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria en Nicaragua está estrechamente ligada a la disponibilidad y acceso al maíz nativo, un cultivo fundamental en la dieta y economía del país. El maíz es la base de la alimentación de las familias nicaragüenses, especialmente en las zonas rurales, y su producción se realiza principalmente a través de la agricultura familiar y los sistemas tradicionales de cultivo como la milpa. Sin embargo, la disponibilidad y acceso al maíz nativo enfrenta desafíos como la pérdida de diversidad genética, la degradación de los suelos y los efectos del cambio climático. (Ministerio de la mujer, 2024)

Para fortalecer la seguridad alimentaria, el gobierno de Nicaragua ha implementado políticas y programas que promueven la conservación y uso sostenible de las variedades nativas de maíz, así como el apoyo a los pequeños productores. Estos esfuerzos buscan garantizar que todas las personas en Nicaragua tengan acceso permanente a este alimento básico, en cantidad y calidad suficientes para mantener una dieta nutricionalmente adecuada. (Asamblea Nacional Nicaragua, 2009).

3.5 Desarrollo Socioeconómico

El desarrollo socioeconómico se refiere al proceso de mejora en las condiciones económicas y sociales de un país o región, con el objetivo de elevar el nivel de vida de

la población. Esto implica el crecimiento económico, la generación de empleo, la reducción de la pobreza y la desigualdad, así como el mejoramiento de indicadores sociales como la educación, la salud y el acceso a servicios básicos. El desarrollo socioeconómico es impulsado por diversos sectores clave como la industria, el turismo, la agricultura y la infraestructura, y requiere de políticas públicas efectivas, inversión en capital humano y el apoyo al comercio internacional. (Grupo Banco Mundial, 2025)

3.5.1 Impacto económico del maíz

El maíz tiene un impacto económico fundamental en Nicaragua. Como uno de los principales cultivos del país, la producción y comercialización de maíz genera ingresos y empleo para miles de familias, especialmente en las zonas rurales. El maíz es la base de la alimentación de la población nicaragüense y un insumo clave para la industria ganadera, lo que lo convierte en un producto estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico. Además, el maíz es un importante rubro de exportación, generando divisas para el país. López (2016)

Los bajos rendimientos de maíz en comparación con otros países de la región representan un desafío, por lo que es necesario mejorar las prácticas agrícolas y el acceso a tecnologías para incrementar la productividad y competitividad de este cultivo. En general, el maíz tiene un impacto transversal en la economía nicaragüense, desde la producción primaria hasta la industria y el comercio, convirtiéndolo en un sector prioritario para las políticas de desarrollo rural y seguridad alimentaria. (Peralta, 2021)

3.5.2 Productos elaborados a base del maíz

El maíz es la base de una amplia variedad de productos elaborados en la industria alimentaria. A través de procesos de molienda y transformación, del maíz se obtienen harinas, sémolas, almidones, aceites, jarabes y otros ingredientes.

En Nicaragua, el maíz es un ingrediente fundamental en la gastronomía tradicional, originando una variedad de productos. Entre los derivados destacan las tortillas de maíz, esenciales en la mayoría de las comidas. Otros alimentos incluyen güirilas, tamales con o sin relleno, y nacatamales. En cuanto a bebidas, se preparan tiste, pozol, pinolillo, pinol, atol y chicha, incluso versiones alcohólicas como chicha bruja y cususa. Además, el maíz

se usa en guisos con carne, como el Indio Viejo y la masa de cazuela. Las tamugas y el perrerreque (pan de maíz) también son muy populares. (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal, 2023).

La versatilidad del maíz y su importancia como materia prima han impulsado el desarrollo de una próspera industria de procesamiento y transformación de este cereal, generando valor agregado y diversificando la oferta de productos a base de maíz en el mercado Franco (2025.)

3.5.3 Elaboración de harina de maíz nativo como base para otros productos

Del maíz podemos obtener harina que sirve como materia prima, la cual es valiosa no solo por sus aplicaciones culinarias, sino también por sus valores nutricionales y culturales. Nutricionalmente se conoce que es rica en carbohidratos siendo fuente importante de energía, contiene vitaminas como complejo B (B1, B3 y B6), importantes para el metabolismo a su misma vez aporta minerales como hierro, magnesio, fósforo y zinc, además su contenido de fibra ayuda a regular el sistema digestivo, cabe señalar que también es una opción naturalmente libre de gluten según Ferguson & Milner (2018).

De la harina podemos obtener productos de consumo regular como almidón, atol, lasaña entre otros alimentos.

3.6 Elementos Nativos

Los elementos nativos son aquellos que se originaron y evolucionaron naturalmente en un determinado lugar, sin intervención humana. En el contexto de Nicaragua, algunos ejemplos de elementos nativos incluyen:

- Variedades criollas de maíz, como el Olotillo y el Pujagua Rojo, que han sido cultivadas por siglos por los pueblos indígenas y campesinos del país. Estas variedades están adaptadas a las condiciones locales y forman parte fundamental de la dieta y cultura nicaragüense.
- Especies de flora y fauna endémicas, es decir, que solo se encuentran en Nicaragua y en ningún otro lugar del mundo. Algunos ejemplos son el

Guardabarranco, ave nacional de Nicaragua, y el Jaguar, felino emblemático de los bosques tropicales del país.

- Conocimientos tradicionales y prácticas ancestrales de los pueblos originarios, como el sistema de cultivo de la milpa, que integra el maíz con otros cultivos. Estos saberes han sido transmitidos de generación en generación y reflejan una profunda conexión con el territorio y los recursos naturales. (López, 2016)

La preservación de estos elementos nativos es crucial para mantener la diversidad biológica y cultural de Nicaragua, así como para promover un desarrollo sostenible basado en el uso responsable de los recursos propios del país.

3.6.1 Conocimiento ancestral

El conocimiento ancestral comprende los saberes, prácticas y tradiciones transmitidos por pueblos originarios y comunidades tradicionales, reflejando una relación profunda con el entorno natural y una visión integral del mundo. Incluye áreas como agricultura, medicina tradicional, gestión de recursos naturales, técnicas artesanales y cosmovisión espiritual. Estos conocimientos, sostenibles y adaptados localmente, son vitales para enfrentar desafíos como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Su reconocimiento y valorización promueven un desarrollo armónico y respetuoso con los recursos naturales. (Leiva, 2013)

3.7 Cadena Alimentaria

La cadena alimentaria es el término utilizado para referirse a las diferentes transformaciones de que son objeto los alimentos desde el momento en que el agricultor siembra la semilla hasta la última etapa en que se venden al consumidor final. Puede tratarse de una cadena sumamente simple, en la que el agricultor cultiva los cereales, y la familia campesina los trilla, elabora y cocina para que sus miembros los consuman. (FAO, 2025).

3.8 Escala Laboratorio

El escalamiento el escalamiento es el proceso mediante el cual se desarrollan los criterios y las reglas de asignación numérica que determinan las unidades de medida significativas para llevar de un tamaño dado a otro tamaño mayor o menor una operación u objeto (Anya 2008)

Como resultado, la escala de laboratorio se refiere a la realización de pruebas y experimentos a una escala más pequeña y controlada, con el objetivo de obtener información clave que permita posteriormente escalar el proceso a niveles de mayor producción.

3.9 Valor Agregado

El valor agregado de un producto es la diferencia entre el costo de producción y el precio de venta. Se trata de un concepto importante en economía, ya que permite medir la rentabilidad de una empresa y el impacto de ésta en la economía. El valor agregado es un indicador muy útil para medir la rentabilidad de una empresa, ya que permite conocer el porcentaje de beneficio que ésta obtiene en cada producto. Asimismo, el valor agregado también sirve para calcular el impacto económico de una empresa, ya que representa la riqueza que ésta genera. (MundoBytes, 2022)

3.10 Oferta Gastronómica

La oferta gastronómica es el conjunto de alimentos y bebidas que se ofrecen a los clientes en un establecimiento de restauración. Esta oferta es fundamental para definir la identidad y la experiencia del establecimiento, y debe ser diseñada y planificada con cuidado para garantizar una buena calidad y atención al servicio. (Bonis, 2019)

La oferta gastronómica puede incluir diferentes tipos de platos y bebidas, como menús del día, cartas de vinos, y opciones de comida sobre ruedas, entre otros. Gasma (2023)

Es importante considerar aspectos como la atención al cliente, el soporte físico y la presentación de los alimentos para crear una experiencia única y memorable. La oferta gastronómica debe ser equilibrada, aportar las cantidades necesarias de nutrientes y ser

elaborada con productos de la mejor calidad y bajo las mejores condiciones higiénicas. (TMC,2023)

3.11 Estrategias de producción

Las estrategias de producción en la industria alimentaria se refieren al conjunto de enfoques y prácticas que las empresas del sector pueden implementar para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad de sus procesos productivos.

Algunas de estas estrategias clave incluyen:

Automatización: La implementación de sistemas automatizados y tecnologías inteligentes para optimizar tareas repetitivas, mejorar el control de calidad y la gestión de procesos. (Bezerra 2020)

Gestión integral de la cadena de suministro: La digitalización y colaboración a lo largo de toda la cadena, desde la producción primaria hasta la distribución final, para reducir costos, mejorar la trazabilidad y minimizar el desperdicio. (Govindan 2018).

Sostenibilidad en la producción: Estrategias como el abastecimiento local, el diseño de empaques sostenibles y la reducción del uso de recursos naturales y la contaminación, para disminuir el impacto ambiental (Accorsi 2016).

Innovación y optimización de procesos: La adopción de nuevas tecnologías, la mejora continua y la implementación de sistemas de gestión de la producción, con el fin de aumentar la productividad y competitividad (Bigliardi & Galati, 2013).

Las estrategias de producción modernas incluyen la automatización para optimizar tareas y mejorar el control de calidad, y la gestión integral de la cadena de suministro para reducir costos y minimizar desperdicio. Se promueve la sostenibilidad a través del abastecimiento local y el diseño de empaques sostenibles. Además, la innovación y optimización de procesos mediante nuevas tecnologías y mejora continua aumentan la productividad y competitividad.

Estas estrategias de producción permiten a las empresas alimentarias responder de manera eficiente y sostenible a las crecientes demandas del mercado, al tiempo que contribuyen a la preservación del medio ambiente.

3.11.1 Agricultura sostenible

La agricultura sostenible se define como un sistema de producción agrícola que busca satisfacer las necesidades alimentarias y textiles actuales de la sociedad, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

Este enfoque se basa en principios clave como la mejora de la calidad ambiental, el uso eficiente de recursos no renovables, el mantenimiento de la viabilidad económica y la mejora de la calidad de vida de los agricultores y la sociedad (USDA, 1977).

La agricultura sostenible busca producir alimentos sin dañar el medio ambiente, utilizando recursos naturales de manera eficiente y promoviendo el bienestar de las comunidades agrícolas. Esto asegura que las generaciones futuras también puedan satisfacer sus necesidades.

La agricultura sostenible implica prácticas respetuosas con el medio ambiente, rentables y socialmente responsables, abarcando las dimensiones económica, ambiental y social (Landini, 2024.).

Mediante la adopción de tecnologías apropiadas, la diversificación de cultivos y la implementación de técnicas como la agroecología, la agricultura sostenible busca aumentar la productividad a largo plazo, preservar los recursos naturales y generar beneficios sociales (Azada 2023).

3.11.2 Economía circular

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca mantener los recursos en uso el mayor tiempo posible, minimizando los residuos y la contaminación (EGP, 2023).

A diferencia de la economía lineal tradicional de "extraer, producir, consumir y desechar", la economía circular se basa en principios como la reutilización, reparación, reciclaje y recuperación de materiales y energía. Este enfoque tiene como objetivo cerrar los ciclos de los recursos, reducir el consumo de materias primas vírgenes y disminuir el impacto ambiental, al tiempo que genera nuevas oportunidades económicas y sociales (MacArthur 2023).

La transición hacia una economía circular implica cambios en la forma en que las empresas, los gobiernos y los consumidores producen, consumen y gestionan los recursos (Repsol, 2023).

3.12 Calidad e inocuidad de producción

Se refieren a la capacidad de un producto para satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, mientras que también garantiza que el producto sea seguro para su consumo. La calidad se basa en tener una excelente creación, fabricación o procedencia de los productos, y la inocuidad se refiere a la garantía de que los alimentos no causen perjuicios al consumirlos. (Gobierno de México, 2017)

La calidad e inocuidad de producción son fundamentales en las cadenas agroalimentarias, ya que se considera una responsabilidad conjunta del Gobierno, la Industria y los consumidores. La calidad e inocuidad de producción se pueden garantizar mediante prácticas como la vigilancia, prevención y control de la producción, almacenamiento, distribución y consumo de alimentos, así como mediante la implementación de sistemas como HACCP, BPM e ISO para gestionar la calidad e inocuidad en toda la cadena alimentaria. (Gobierno Colombiano, 2025.)

3.12.1 Características fisicoquímicas del maíz

El maíz es un cereal rico en nutrientes y con una amplia variedad de características fisicoquímicas que lo hacen útil para diferentes usos. Las características físicas del maíz incluyen el tamaño, peso hectolitro, color, dureza y humedad, mientras que las características químicas incluyen el contenido de proteínas, lípidos, cenizas y antocianinas. Estas características pueden variar dependiendo de la variedad o híbrido, el ambiente de producción y la región en la que se cultiva. Salinas (2013)

El maíz rojo tiene un contenido mayor de extracto etéreo y proteína que el maíz azul, y también tiene un mayor tamaño y peso hectolitro, lo que lo hace adecuado para la obtención de harina. Salinas (2013)

“Las razas de maíz azul tienen diferentes características físicas y químicas, como el contenido de antocianinas y el peso de mil granos, que pueden influir en su uso industrial.” (García 2020).

3.12.2 Procesamiento y almacenamiento del maíz.

El procesamiento y almacenamiento del maíz son fundamentales para garantizar su calidad y frescura. A continuación, se presentan los pasos clave para el procesamiento y almacenamiento del maíz:

El maíz llega a la planta en camiones, donde se registran los datos del chofer, camión y procedencia. Luego, el maíz se descarga y se toma una muestra para análisis antes de ser enviado a la prelimpiadora y secadora. El secado reduce la humedad al 13% para evitar moho. Posteriormente, el maíz se almacena en silos metálicos herméticos. Los contenedores deben estar limpios y libres de insectos y hongos, y se optimiza la aireación con esparcidores de grano. Un contenido de humedad bajo y bajas temperaturas disminuyen el deterioro y la propagación de microbios. La calidad se monitorea mediante análisis de humedad, impurezas y granos dañados. (Ku 2019).

3.13 Nambume Ancestral

Ubicado en El Rosario, Carazo, Nicaragua, es un centro cultural dedicado a la preservación de tradiciones ancestrales y la revitalización de la lengua Manque. A través de talleres y actividades educativas, ofrece a los visitantes una inmersión en la rica herencia cultural nicaragüense. La gastronomía es un componente esencial, presentando platos tradicionales elaborados con ingredientes locales que apoyan a los productores de la región. Así, Nambume Ancestral se convierte en un espacio donde cultura, historia y gastronomía se entrelazan, promoviendo un entendimiento más profundo de las raíces nicaragüenses en el contexto contemporáneo. (El Diario Nica, 2024)

IV. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en el municipio de El Rosario, departamento de Carazo, Nicaragua, ubicado geográficamente entre las coordenadas 11°47'00" latitud norte y 86°22'00" longitud oeste. Los suelos predominantes son de origen volcánico, con textura franco-arenosa (es un tipo de suelo compuesto de arena, limo y arcilla) y buen drenaje, lo cual favorece el desarrollo del cultivo de maíz (FAO, 2019).

Como base para el estudio realizamos una visita de campo exploratoria donde se conoció las instalaciones del vivero *Nambume ancestral* cuyo espacio agroecológico, cultural y educativo, está dedicado al rescate, cultivo y transmisión de los saberes ancestrales del pueblo chorotega, este espacio combina la producción sostenible de plantas medicinales, aromáticas y alimenticias con prácticas agrícolas tradicionales y actividades de formación comunitaria.



Figura 1. Geolocalización (fuente: tomadas de Google earth e Instagram de Nambume ancestral).

Como primera etapa del estudio, se realizó una entrevista con el objetivo de obtener información general relevante para el desarrollo del estudio. A partir de este intercambio, se identificó que el sistema de producción empleado corresponde al modelo tradicional de milpa. Asimismo, se estableció que el área destinada al cultivo y preservación de las semillas y, con ello, de un importante legado cultural abarca aproximadamente 10

manzanas, según lo indicado por Potosme (2025), se pudieron identificar las variedades de maíz pujagua morado, azul, amarillo, blanco, negro, rojo y morado pinol.

4.1 Caracterización fisicoquímica de variedades de maíz nativo

La caracterización de las especies de maíz implicó la implementación de análisis proximales que incluye humedad, cenizas entre otros. Como etapa primaria para la realización de estos análisis, se incluyó la transformación del grano en harina como una etapa clave para su posterior evaluación.

4.1.1 Obtención de la materia prima

Se realizó una visita de campo al vivero *Nambume Ancestral* donde se obtuvo la materia prima la cual consistió en una selección de entre 9 y 10 mazorcas, estas fueron pesadas haciendo uso de una balanza digital portátil de precisión, modelo Tanita KD-200, para la cuantificación exacta del peso de la mazorca en su totalidad, luego se procedió a desgranar de forma manual hasta alcanzar una masa total de 1000 g (± 1 g), equivalente a 1 kilogramo de muestra representativa.

Aplicando el principio de balance de materia, y conociendo el peso inicial promedio de las mazorcas sin desgranar (masa entrada), el peso final del grano seco extraído (masa producto), se obtuvo por medio de la diferencia entre ambos valores la masa de: olote, hojas y otras partes no aprovechables (masa residuo), a continuación, se presenta el balance: se definió como; M_A : Mazorca sin desgranar, M_B : Peso de los granos de maíz, M_C : Otros

Ecuación general: Entrada = Salida (*ecuación 1*)

$$M_A = M_B + M_C$$

$$M_C = M_A - M_B \text{ (ecuación 2)}$$

$$M_C = 215 \text{ g} - 110 \text{ g} = 105 \text{ g de desechos}$$

Se calculó el rendimiento en relación de la mazorca con los gramos aprovechables:

$$\% \text{Rendimiento del grano} = \left(\frac{\text{peso del grano}}{\text{peso total de la mazorca}} \right) \times 100 \text{ (ecuación 3)}$$

$$\% \text{Rendimiento del grano} = \left(\frac{110 \text{ g}}{215} \right) \times 100 = 51.16\%$$

Se ocupó de referencia los pesos promedios obtenidos del maíz morado pinol, véase tabla 7. Rendimiento del maíz según su variedad, en la sección de Anexo.

Al conocer el rendimiento del grano de cada variedad disponible se procedió al envasado de los 1000 g de la muestra en bolsas plásticas herméticas para garantizar la integridad durante su transporte al laboratorio de Alimentos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-Managua), para proceder con los respectivos análisis.

4.1.2 Obtención de la harina

Una vez en el laboratorio tomando en cuenta las medidas de higiene y seguridad correspondientes, cada variedad se procedió a pesar para verificar con una balanza analítica de precisión *Pionner Ohaus*, donde se reflejó una diferencia mínima de ± 2 , posteriormente se hizo un enjuague con agua potable con el objetivo de eliminar impurezas como residuos de tierra, dejándose reposar 30 minutos aproximadamente por cada variedad.

Como parte del proceso en la obtención de la harina se realizó la nixtamalización, la cual consistió en un proceso termoquímico donde se preparó una solución que contenía 5 g de cal + 1 litro de agua, se pasó a cocción en un tiempo estimado de 45 minutos, al término de este tiempo se dejó reposar en un aproximado de 16 horas a temperatura ambiente, finalizamos esta etapa de nixtamalizado.

Pasadas las 16 horas se procedió a verter las muestras a un molino de cuchillas *grindomix GM 200* de la marca *Retsch* a una velocidad de 2 000 rpm, al término de los 2 minutos se vertió en una bandeja para proceder a secado de la estufa *Gali M710* a una temperatura de 120 °C, por una 1 hora y 50 minutos, luego se extrajo de la estufa y se dejó reposar un aproximado de 45 minutos a temperatura ambiente y procedemos a pesar con la balanza en laboratorio Radwag de precisión PS 6000/c/2.



Figura 2. Obtención de la harina del maíz morado pujagua. Fuente: propia.

Con los datos obtenidos hasta aquí, se calculó el porcentaje de rendimiento de la harina obtenida, se usó como referencia datos obtenidos de la variedad de maíz pujagua morado pinol.

$$\% \text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{peso de la harina obtenida}}{\text{peso de los granos}} \right) \times 100 \text{ (ecuación 4)}$$

$$\% \text{Rendimiento} = \left(\frac{758}{1000} \right) \times 100 = 76\%$$

Se ocupó de referencia los pesos promedios obtenidos del maíz morado pinol.

4.2 Granulometría

Para la caracterización del tamaño de partícula de la harina de maíz morado obtenida, se realizó un análisis granulométrico por tamizado mecánico, conforme a los principios establecidos por la norma ASTM E11 para tamices de prueba. Se utilizó un tamizador electromecánico marca *Gilson®*, modelo *Tapping Sieve Shaker*, equipado con siete tamices metálicos estándar de acero inoxidable con números de malla #12 (1.70 mm), #20 (0.85 mm), #35 (0.50 mm), #50 (0.30 mm), #80 (0.18 mm), #140 (0.106 mm) y #230 (0.063 mm), más una bandeja colectora en la parte inferior.



Figura 3. Equipo de granulometría. Fuente: propia.

Se pesaron 300 g de harina seca, previamente homogeneizada, y se distribuyeron cuidadosamente sobre el tamiz superior de la columna. El equipo operó durante 10 minutos a una frecuencia de vibración constante (aproximadamente 60 Hz), en un ambiente controlado de laboratorio a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Al término del tamizado, se extrajo y pesó individualmente el material retenido en cada tamiz utilizando una balanza analítica de precisión marca Ohaus®, modelo Pioneer PX224/E (± 0.0001 g). Los datos recolectados se emplearon para calcular el porcentaje retenido por cada tamiz lo que permitió establecer la distribución granulométrica de la harina en función del tamaño de partícula.

Calculamos el %Retenido en cada tamiz con la siguiente formula descrita:

$$\% \text{Retenido} = \left(\frac{\text{masa retenida en el tamiz}}{\text{masa total de la muestra}} \right) \times 100 \text{ (ecuación 5)}$$

$$\% \text{Retenido} = (70/300) \times 100 = 23\%$$

$$\% \text{Retenido Acumulado} = \% \text{RT12} + \% \text{RT20} + \% \text{RT35} + \% \text{RT50} \text{ (ecuación 6)}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado} = (23 + 18 + 8 + 4) \% = 54\%$$

Se ocupó de referencia los pesos promedios obtenidos del maíz morado pinol, véase tabla 8 y tabla 9, en la sección de Anexo.

4.3 Humedad

La determinación del contenido de humedad en cada variedad se realizó conforme a la norma ISO 712:1972, adoptada como referencia en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 096-11. Para el análisis, se tomó una porción representativa de 5 gramos de cada muestra, la cual fue colocada en una cápsula de porcelana con capacidad aproximada de 10 mililitros. Posteriormente, la cápsula fue introducida en una balanza analizadora de humedad Sartorius MA150, programada a 125 °C durante 15 minutos, hasta alcanzar un secado constante. En total se realizó un total de 3 pruebas por variedad.

4.4 Ceniza

La determinación de cenizas totales se realizó siguiendo la recomendación de la norma ISO 2171:1993. Para iniciar el procedimiento, se tomó de porcelana resistentes al choque térmico, con capacidad de 30 ml. Previo al análisis, se lavaron con ácido clorhídrico (HCl) hirviendo, el cual fue desechado; posteriormente, se enjuagaron con abundante agua destilada. A continuación, se procedió al secado en un horno Thermo Scientific modelo Thermolyne F6010 Furnace, a una temperatura de 900 °C durante aproximadamente 15 minutos. Finalizado este paso, los crisoles se trasladaron a un desecador de vidrio de borosilicato, dejándolos enfriar por un periodo de 1 hora.

Concluida la preparación de los crisoles, se realizó el pesaje utilizando una balanza analítica de precisión Pioneer Ohaus, se anotó el peso y luego se efectuó la tara. En cada crisol se colocaron 5 g de muestra por variedad, a los que se añadieron 2 ml de etanol, asegurando una humectación completa de la muestra para favorecer una combustión controlada. Seguidamente, los crisoles se introdujeron en el horno Thermo Scientific modelo Thermolyne F6010 Furnace, ya precalentado a 900 °C. Inicialmente, se colocaron en la zona frontal del horno, donde se observó el encendido del material; en ese momento, fueron empujados hacia el interior y se mantuvieron en incineración durante 2 horas.

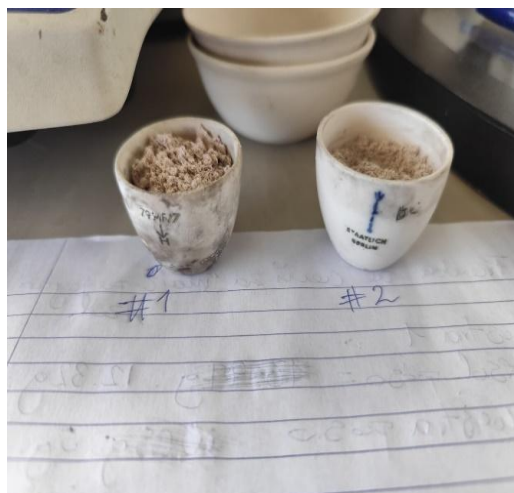


Figura 4. Análisis de Ceniza. Fuente: propia.

Al finalizar el tiempo de calcinación, los crisoles se retiraron del horno, se dejaron reposar 1 minuto a temperatura ambiente y luego se trasladaron al desecador, permaneciendo allí por un lapso de 2 horas. Finalmente, tras comprobar que habían alcanzado la temperatura ambiente, se procedió al pesaje final con ayuda de la balanza analítica de precisión Pioneer Ohaus.

Esta prueba se realizó tres veces por cada especie, es decir que los datos presentados al final son un promedio de los tres, una vez teniendo los datos recopilados durante la realización de esta prueba, se procedió a calcular el contenido de ceniza:

$$m_1 * \frac{100}{m_0} * \frac{100}{100-H} \text{ (Ecuación 7)}$$

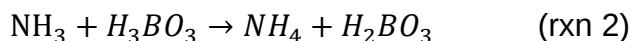
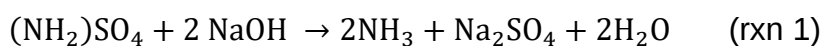
$$\%Ceniza = 0.150 * \frac{100}{5\text{ g}} * \frac{100}{100 - 12.8\%} = 3.44\%$$

*Se ocupó de referencia los pesos promedios obtenidos del maíz azul, véase Tabla 3
Contenido de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua en Anexos.*

4.5 Proteína

En esta etapa se buscó cuantificar el contenido de proteína cruda presente en la harina de maíz, siguiendo el método Kjeldahl, el cual se fundamentó en la determinación del nitrógeno total y su conversión a proteína mediante un factor específico para matrices

vegetales. La muestra previamente homogeneizada se pesó con exactitud en una balanza analítica de precisión *Pionner Ohaus*, colocándose en un matraz Kjeldahl, al cual se añadió una mezcla catalítica compuesta por sulfato de potasio y sulfato cúprico, además de ácido sulfúrico concentrado, con el fin de elevar el punto de ebullición y acelerar la digestión (AOAC, 2005). La digestión se llevó a cabo en un bloque calefactor Kjeldahl a una temperatura aproximada de 420 °C, hasta la completa clarificación de la muestra, obteniendo una solución de tonalidad verde-azulada característica de la oxidación total de la materia orgánica.



Una vez enfriada, la solución digerida se sometió a la etapa de destilación en una unidad automática de vapor, adicionando 50 ml de agua destilada y una cantidad suficiente de hidróxido de sodio 10N, para alcalinizar el medio y liberar el amoníaco formado. El gas es arrastrado por el flujo de vapor y condensado en un matraz receptor que contiene solución de 25 ml de ácido bórico 4% con indicador mixto, se produjo un cambio de color característico. Posteriormente, el amoníaco capturado se cuantificó mediante titulación con ácido clorhídrico 0,100 N y 3 gotas de azul de metileno como indicador, registrando el volumen consumido (ISO, 1871:1975).



Figura 5. Equipo de digestión Kjeldahl. Fuente: Prolab de Michoacán 2024.

El contenido de nitrógeno, expresado como fracción de masa porcentual o en gramos por 100 ml, es igual a:

$$\%N = \frac{(V_m - V_b) * N * 14.007}{m} * 100 \text{ (Ecuación 8)}$$

$$\%N = \frac{(12.64 - 0.12) * 0.1 * 14.007}{1} * 100 = 1.76$$

Ahora calculamos el %Proteína = %N * 6.25

$$\%Proteína = 1.76 * 6.25 \text{ (Ecuación 9)}$$

$$\%Proteína = 11.04\%$$

Finalmente, los resultados se expresaron en base húmeda y, cuando se requiere, se ajustan a base seca aplicando la corrección por contenido de humedad determinado por el método ISO 712 (ISO, 1978), con el fin de garantizar la comparabilidad de los datos en estudios de calidad de harinas y cereales.

4.6 Grasa no refinada

En esta etapa se determinó el contenido de grasa no refinada presente en la harina de maíz morado pinol, utilizando el método de extracción con éter de petróleo en equipo Soxhlet, según lo establecido por la AOAC 960.39, recomendada en la NTON 03 096-11 para cereales y derivados. La muestra previamente homogeneizada se pesó con exactitud en una balanza analítica marca Ohaus Pioneer PA214 (capacidad 210 g, legibilidad 0.1 mg) y se colocó en un cartucho de celulosa previamente tarado, el cual se insertó en el cuerpo del extractor Soxhlet marca Labconco Goldfish Fat Extractor, modelo 35001 con condensador de reflujo.

La extracción se realizó de forma continua bajo reflujo, utilizando éter de petróleo como disolvente, durante un período aproximado de seis horas, hasta garantizar la completa disolución de la fracción lipídica (AOAC International, 2005). El matraz de fondo redondo utilizado para la recolección de la grasa fue de 250 ml, de vidrio borosilicato Pyrex, previamente limpio y seco.

Finalizada la extracción, el disolvente se recuperó por destilación y el matraz que contenía la grasa extraída se secó en una estufa de secado *Gali M710* a 105 °C hasta alcanzar masa constante. Posteriormente, se enfrió en un desecador de vidrio

borosilicato Pyrex con agente desecante sílica gel, y se registró la masa final en la misma balanza analítica.

El contenido de grasa no refinada se calculó con la expresión:

$$\%Grasa = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100 \text{ (Ecuación 10)}$$

$$\%Grasa = \frac{48.69 - 48.25}{10.10} \times 100 = 4.40\%$$

4.7 Determinación de carbohidratos

En esta etapa se determinó el contenido de carbohidratos totales presentes en la harina de maíz morado pinol mediante el método por diferencia, según lo recomendado por la FAO (2003) y la AOAC (2016). El análisis consistió en restar de 100 el valor porcentual de los demás componentes proximales previamente determinados: humedad, proteína cruda, grasa no refinada, ceniza. Este método es ampliamente utilizado en la caracterización de alimentos debido a su simplicidad y precisión, siempre que las demás determinaciones se realicen de forma exacta.

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%Humedad + \%Proteína + \%Grasa + \text{Ceniza}). \text{ (Ecuación 11)}$$

$$\%Carbohidratos = 100 - (13.5 + 11.01 + 4.3 + 3) = 68.19$$

4.8 Obtención del almidón probiótico fermentado

El almidón probiótico se obtuvo a partir de harina de maíz morado pujagua pinol, la cual se dispersó en agua potable en una proporción 1:10 (m/v) dentro de matraces Erlenmeyer Pyrex y se homogeneizó en un agitador magnético durante 10 minutos. Posteriormente, se ajustó el pH inicial a un rango de 5.5–5.8 utilizando un potenciómetro de sobremesa marca Hanna Instruments, modelo HI 2211.

A continuación, la mezcla fue dejada en reposo bajo condiciones ambientales durante un período de siete días, lo que favoreció una fermentación espontánea prolongada, llevada a cabo por microorganismos autóctonos presentes en la harina, el agua y el entorno. Este paso es fundamental, ya que es durante esta fermentación extendida donde dichos

microorganismos transforman los carbohidratos en compuestos ácidos y generan metabolitos funcionales, dando origen a un almidón con propiedades probióticas. Se alcanzó un pH final cercano a 4.2.

Finalizado el proceso, se procedió a la decantación de la lechada, descartando la fracción líquida y recolectando únicamente el sedimento que se asentó en el fondo del recipiente, correspondiente al almidón precipitado. Este sedimento fue filtrado para eliminar el exceso de agua y, posteriormente, se extendió en bandejas de aluminio para someterlo a un proceso de secado en una estufa de convección marca Gali, modelo M710, a 55 °C durante 24 horas, hasta obtener un producto completamente seco. Finalmente, el almidón fue tamizado mediante un tamizador electromecánico marca Gilson®, modelo Tapping Sieve Shaker, con el objetivo de obtener una distribución granulométrica homogénea.

4.9 Elaboración de productos alimenticios a escala de laboratorio

La harina de maíz morado pujagua utilizada en este estudio provino de la variedad que presentó las mejores características fisicoquímicas, destacando por su contenido proteico, granulometría uniforme entre otros. Estas propiedades la convirtieron en una materia prima idónea para la elaboración de productos libres de gluten, aprovechable en procesos como fermentación y horneado, además de aportar valor agregado y rescatar un cultivo nativo de importancia nutricional y cultural.

4.9.1 Elaboración de pan libre de gluten a base de almidón de maíz pujagua.

La elaboración del pan libre de gluten se realizó utilizando como materias primas principales la harina de maíz morado pujagua y el almidón fermentado obtenido a partir de la misma variedad, seleccionada por presentar las mejores características fisicoquímicas entre las evaluadas. Como ingredientes complementarios se emplearon harina de arroz, goma xantana, sal refinada, azúcar, levadura seca instantánea (*Saccharomyces cerevisiae*) y agua potable filtrada.

Los ingredientes secos se pesaron con una balanza analítica Ohaus Pioneer PA214 y se dispusieron en un bol de acero inoxidable para su homogenización en un mezclador de

paletas KitchenAid KSM150 durante 3 minutos a velocidad media. La levadura se activó previamente en un vaso de precipitados de 250 mL Pyrex, disolviéndola en agua templada (35 °C) con una pequeña cantidad de azúcar, dejándola reposar por 10 minutos. Posteriormente, se incorporó el agua y la levadura activada a la mezcla seca, batiendo a alta velocidad durante 5 minutos para obtener una masa semilíquida homogénea característica de formulaciones sin gluten.

La masa se transfirió a moldes de aluminio (20 × 10 × 7 cm) previamente engrasados con aceite vegetal refinado, utilizando espátulas de silicona para facilitar el llenado y evitar la formación de burbujas de aire. La fermentación se llevó a cabo en una cámara de fermentación Binder BD 56 a 30°C y 85 % de humedad relativa durante 50 minutos, controlando el crecimiento hasta alcanzar aproximadamente el doble del volumen inicial.

Concluida la fermentación, los moldes se introdujeron en un horno eléctrico de convección Unox XF023 precalentado a 180 °C, horneando durante 35 minutos. El pan cocido se desmoldó cuidadosamente y se colocó sobre rejillas de enfriamiento de acero inoxidable durante 1 hora a temperatura ambiente para evitar condensación y pérdida de textura. Finalmente, se registró el rendimiento como la relación porcentual entre la masa final del pan enfriado y la masa total de mezcla cruda, evaluando adicionalmente volumen, textura y humedad para verificar la calidad del producto final

4.9.2 Elaboración de atol con infusión de Stevia

El atol con infusión de stevia se elaboró empleando como insumo principal el almidón fermentado obtenido a partir de la harina de maíz morado pujagua, variedad seleccionada por presentar las mejores características fisicoquímicas. Como edulcorante natural se utilizó una infusión concentrada de hojas de *Stevia*, junto con canela en rama, leche entera pasteurizada y agua potable filtrada.

El almidón fermentado se pesó en una balanza analítica Ohaus Pioneer PA214, mientras que las hojas frescas de stevia se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 100 ppm. Posteriormente, se colocaron en un recipiente de acero inoxidable con agua caliente (90 °C) durante 10 minutos para obtener la infusión, la cual se filtró

utilizando un embudo Büchner Pyrex acoplado a un matraz kitasato Pyrex con papel de filtro Whatman N.º 1 y vacío generado por una bomba Rocker 300.

En un recipiente de acero inoxidable de 5 L, se disolvió el almidón fermentado en agua a temperatura ambiente, agitando con una espátula de silicona hasta homogeneizar. La mezcla se llevó a una placa calefactora con agitación magnética y se calentó hasta alcanzar 85 °C, momento en el que se incorporó lentamente la leche y la infusión de stevia filtrada. La cocción se mantuvo durante 15 minutos, con agitación constante, hasta lograr la viscosidad característica del atol.

4.9.3 Elaboración de lasaña a partir del maíz morado pinol.

La fabricación de las láminas de lasaña se realizó utilizando como materias primas principales la harina de maíz morado pujagua pinol y el almidón fermentado obtenido a partir de la misma variedad, seleccionada por presentar las mejores características fisicoquímicas. Como ingredientes complementarios se emplearon sal refinada, aceite vegetal y agua potable filtrada.

La harina y el almidón fermentado se pesaron en una balanza analítica Ohaus Pioneer PA214 y se dispusieron en un bol de acero inoxidable. Se incorporó la sal y, de forma gradual, el agua caliente 65°C, mezclando con una espátula de silicona hasta obtener una masa uniforme y maleable. Posteriormente, se agregó aceite vegetal para mejorar la elasticidad y se continuó el amasado manual durante 5 minutos.

La masa se dividió en porciones y se estiró con un rodillo de acero inoxidable sobre una superficie ligeramente espolvoreada con harina fina de maíz para evitar adherencias, hasta alcanzar un espesor aproximado de 2 mm. Seguidamente, se cortaron rectángulos uniformes con un cortador de pasta y se colocaron sobre bandejas de acero inoxidable cubiertas con papel encerado para evitar que se pegaran.

Las láminas obtenidas se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos para favorecer el secado superficial, tras lo cual se almacenaron en recipientes herméticos de polipropileno grado alimenticio hasta su uso posterior.

V. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis comparativo entre las distintas variedades de maíz evaluadas. Los datos revelan diferencias en el comportamiento físico de cada muestra, reflejadas en sus valores cuantitativos lo que permitió la selección de la variedad más adecuada para la elaboración de productos derivados.

5.1 Caracterización fisicoquímica del maíz.

- **Humedad**

Los resultados del contenido de humedad en las distintas variedades de maíz Pujagua se mantuvieron dentro de un rango estrecho, entre 13.28% y 13.59%, con variaciones mínimas entre repeticiones, lo que refleja una estabilidad adecuada en la composición higroscópica del grano. Estos valores se presentan en la Tabla 2, donde se detallan los resultados obtenidos en tres repeticiones por variedad:

Tabla 2. Contenido de humedad (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	13.60	13.55	13.42	13.52	0.09
Morado	13.57	13.49	13.42	13.49	0.08
Amarillo	13.56	13.48	13.31	13.45	0.13
Negro	13.56	13.53	13.28	13.46	0.15
Morado Pinol	13.50	13.40	13.50	13.47	0.06
Blanco	13.58	13.47	13.56	13.54	0.06
Rojo	13.58	13.59	13.57	13.58	0.01

Fuente: Elaboración propia

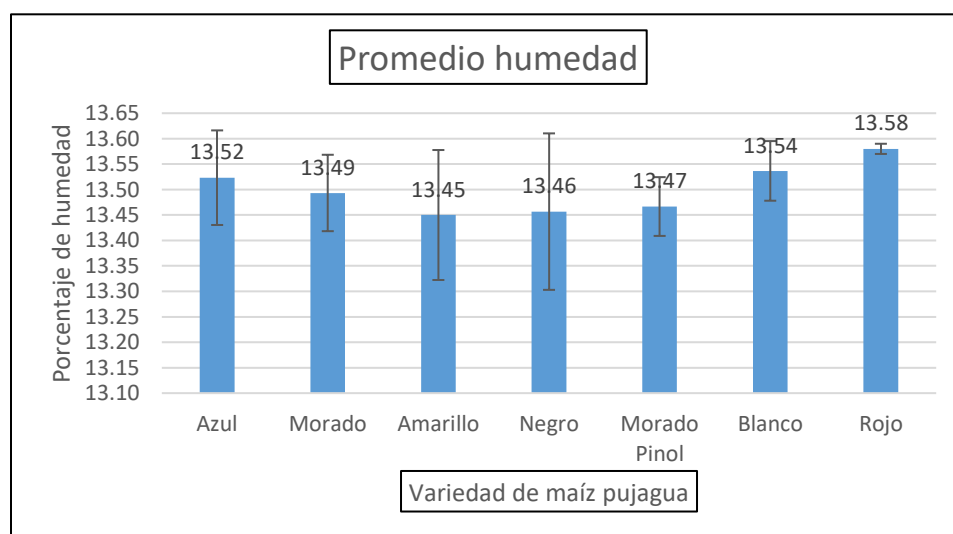
La variedad roja presentó el mayor contenido de humedad, con registros muy consistentes (13.57%–13.59%), lo que sugiere una mayor capacidad de retención de agua posiblemente asociada a una estructura más abierta del pericarpio. Por el contrario, el maíz negro obtuvo el valor más bajo (13.28%), indicando una menor higroscopicidad y posiblemente una mayor densidad estructural del grano.

Entre todas las muestras analizadas, el maíz morado pinol se destacó por su comportamiento técnico superior, al presentar valores estables (13.50%, 13.40%,

13.50%) y un contenido de humedad moderado, ideal para reducir riesgos de deterioro durante almacenamiento y garantizar un buen desempeño en procesos de transformación. Esta combinación de estabilidad y equilibrio higroscópico posiciona al morado pinol como la variedad más favorable dentro del grupo evaluado.

Los resultados obtenidos muestran que las variedades de maíz Pujagua presentaron un contenido de humedad estable dentro de un rango estrecho (13.28%–13.59%), cercano al límite establecido por la FAO para garantizar un almacenamiento seguro del grano. Según este organismo, *“para que el grano se conserve en buen estado durante el almacenamiento, su contenido de humedad debe ser bajo, específicamente menos del 13 por ciento para maíz, trigo, arroz, cebada, centeno y sorgo”* (FAO, 2003). En este contexto, la variedad **morado pinol** se destacó por su estabilidad técnica, al mantener valores muy consistentes (13.50%, 13.40%, 13.50%) y un contenido de humedad moderado. Esta característica le otorga una ventaja frente a otras variedades, ya que combina equilibrio higroscópico con menor riesgo de deterioro durante el almacenamiento, posicionándola como la alternativa más favorable para procesos de conservación y transformación agroindustrial.

Figura 6. Promedio de humedad (%) en variedades de maíz pujagua.



Fuente: Elaboración propia

- **Cenizas**

Los valores de contenido de cenizas en las distintas variedades de maíz Pujagua oscilaron entre 2.95% y 3.28%, con variaciones leves entre repeticiones, lo que indica una distribución relativamente estable de los minerales totales presentes en el grano. En la Tabla 3 se detallan los resultados obtenidos para cada variedad en tres análisis independientes:

Tabla 3. Contenido de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	3.12	3.21	3.20	3.18	0.05
Morado	3.11	3.22	3.18	3.17	0.06
Amarillo	3.17	3.23	3.22	3.21	0.03
Negro	3.15	3.23	2.95	3.11	0.14
Morado Pinol	3.00	3.10	3.00	3.03	0.06
Blanco	3.11	3.24	3.12	3.16	0.07
Rojo	3.16	3.28	3.02	3.15	0.13

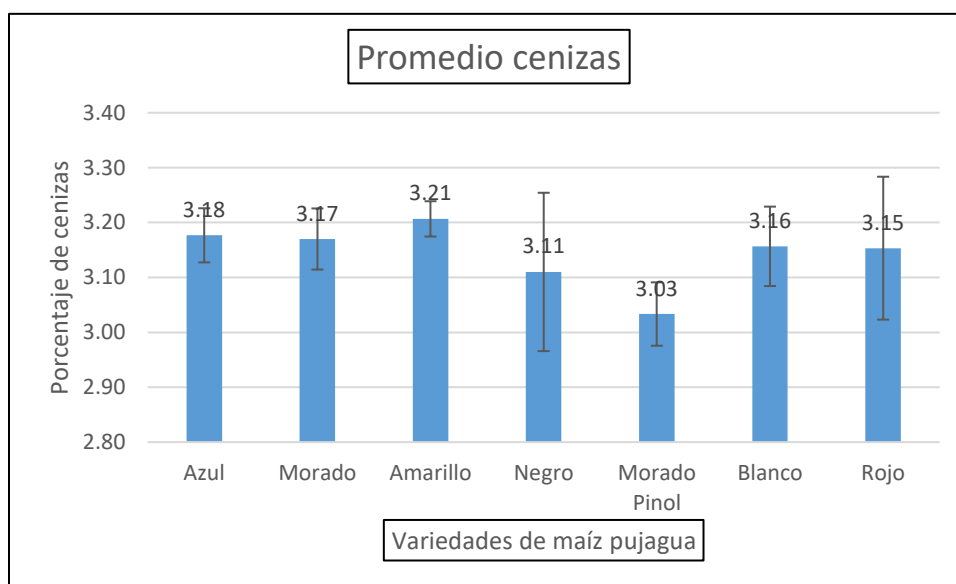
Fuente: Elaboración propia

La variedad roja registró el mayor valor individual (3.28%), mientras que el valor más bajo correspondió al maíz negro en su tercera repetición (2.95%). Este comportamiento sugiere cierta variabilidad en la concentración de cenizas entre muestras, posiblemente influenciada por factores genéticos y edáficos, como lo señalan Ortiz et al. (2013), quienes afirman que la acumulación de minerales en el grano de maíz puede verse afectada por el tipo de suelo y el manejo del cultivo.

Los contenidos de cenizas en las variedades de maíz Pujagua se mantuvieron en un rango de 2.95% a 3.28%, valores que se encuentran en el límite superior de lo señalado por la FAO. Este organismo establece que *“el contenido de cenizas en el grano de maíz suele variar entre 1.0% y 3.0% en base seca, dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo”* (FAO, **“Composition of maize”**, 1992). La ligera superación del 3% en algunas muestras puede atribuirse a factores genéticos y edáficos, lo que concuerda con Ortiz et al. (2013), quienes destacan que la acumulación de minerales en el grano se ve influida por el tipo de suelo y el manejo del cultivo. En este contexto, la variedad **morado pinol** presentó el perfil más favorable, con valores bajos y estables

(3.00%–3.10%), lo que refleja una menor concentración de residuos minerales tras la combustión. Esta característica le confiere una ventaja tecnológica, al ofrecer una composición más limpia en términos de materia orgánica disponible, lo cual la posiciona como la opción más adecuada cuando se busca mayor pureza o un control más preciso del contenido inorgánico del grano.

Figura 7. Promedio de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua.



Fuente: Elaboración propia

- **Proteína**

Los valores de proteína obtenidos en las distintas variedades de maíz Pujagua oscilaron entre 11.01% y 11.20%, mostrando una distribución uniforme entre las repeticiones y entre variedades, lo que indica buena estabilidad proteica en las muestras analizadas. En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en tres mediciones por variedad:

Tabla 4. Contenido de proteína (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	11.11	11.14	11.03	11.09	0.06
Morado	11.14	11.18	11.06	11.13	0.06
Amarillo	11.18	11.20	11.05	11.14	0.08
Negro	11.11	11.13	11.15	11.13	0.02

Morado Pinol	11.01	11.04	11.03	11.03	0.02
Blanco	11.17	11.20	11.01	11.13	0.10
Rojo	11.15	11.15	11.16	11.15	0.01

Fuente: Elaboración propia.

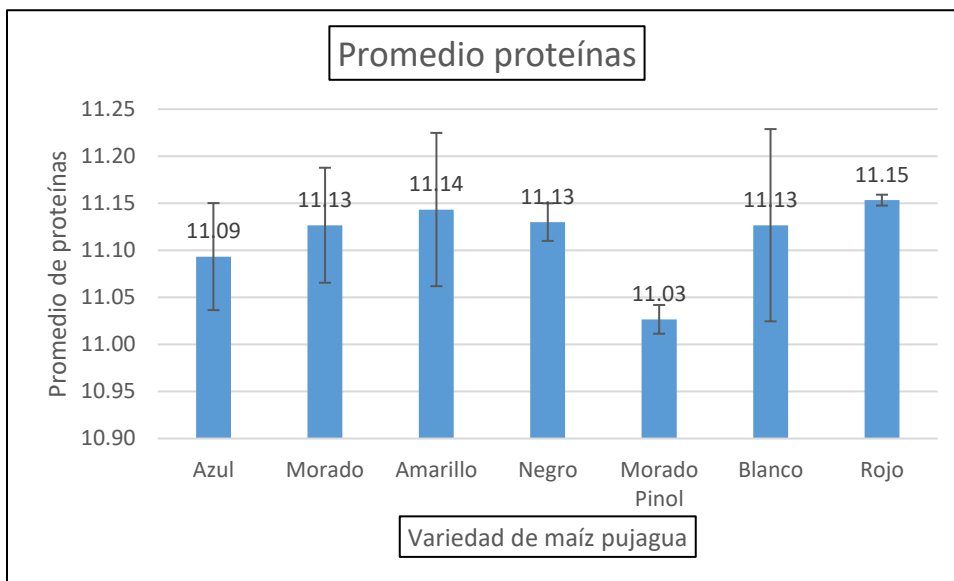
La mayor concentración se registró en la variedad amarillo (11.05%–11.20%), seguida muy de cerca por el blanco y el morado, que alcanzaron valores máximos de 11.20% y 11.18% respectivamente. En contraste, el contenido más bajo correspondió al maíz morado pinol, con un rango estrecho de 11.01% a 11.04%. Esta diferencia, aunque numéricamente pequeña, podría influir en la selección de materias primas para productos que prioricen el aporte proteico.

El contenido de proteína en el grano de maíz está determinado en gran parte por factores genéticos, pero también puede verse afectado por condiciones edafoclimáticas y prácticas de manejo agrícola. De acuerdo con Santiago (2016), las variedades nativas de maíz pueden presentar contenidos de proteína comparables o incluso superiores a híbridos comerciales, lo cual refuerza su valor nutricional y su importancia en la seguridad alimentaria. En este caso, aunque todas las variedades evaluadas mantienen niveles aceptables, la diferencia porcentual más baja en el morado pinol sugiere que su ventaja podría estar más orientada hacia la estabilidad estructural o tecnológica que al contenido proteico.

Los valores de proteína en las variedades de maíz Pujagua se mantuvieron en un rango estrecho (11.01%–11.20%), lo que refleja buena uniformidad y estabilidad proteica en todas las muestras analizadas. La FAO señala que *“el contenido de proteína en el grano de maíz generalmente varía entre 8 y 11 por ciento, aunque en algunas variedades puede ser más alto”* (FAO, **“Maize in human nutrition”**, 1992). Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran en el límite superior de lo reportado por este organismo, confirmando la alta calidad nutricional del maíz Pujagua en comparación con valores promedio internacionales. Entre las variedades evaluadas, el maíz **amarillo** mostró el valor más alto (hasta 11.20%), mientras que el **morado pinol** presentó el contenido más bajo (11.01%–11.04%). Aunque esta diferencia es mínima, su consistencia sugiere que el morado pinol posee mayor estabilidad en su composición proteica, lo que podría

representar una ventaja tecnológica en aplicaciones donde la uniformidad del grano sea prioritaria, más allá del aporte proteico en sí.

Figura 8. Promedio de proteína (%) en variedades de maíz pujagua.



Fuente: Elaboración propia

- **Grasa no refinada**

El contenido de grasa no refinada en las variedades de maíz Pujagua mostró variaciones leves entre muestras, con valores que oscilaron entre 3.92% y 4.53%, lo cual indica una composición lipídica relativamente constante entre variedades. En la Tabla 5 se resumen los resultados obtenidos en tres repeticiones por variedad:

Tabla 5. Contenido de grasa no refinada (%) en variedades de maíz pujagua.

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	4.36	4.50	4.19	4.35	0.16
Morado	4.46	4.47	3.92	4.28	0.31
Amarillo	4.47	4.47	4.40	4.45	0.04
Negro	4.43	4.45	4.12	4.33	0.19
Morado Pinol	4.30	4.40	4.30	4.33	0.06
Blanco	4.38	4.53	3.93	4.28	0.31
Rojo	4.42	4.50	4.37	4.43	0.07

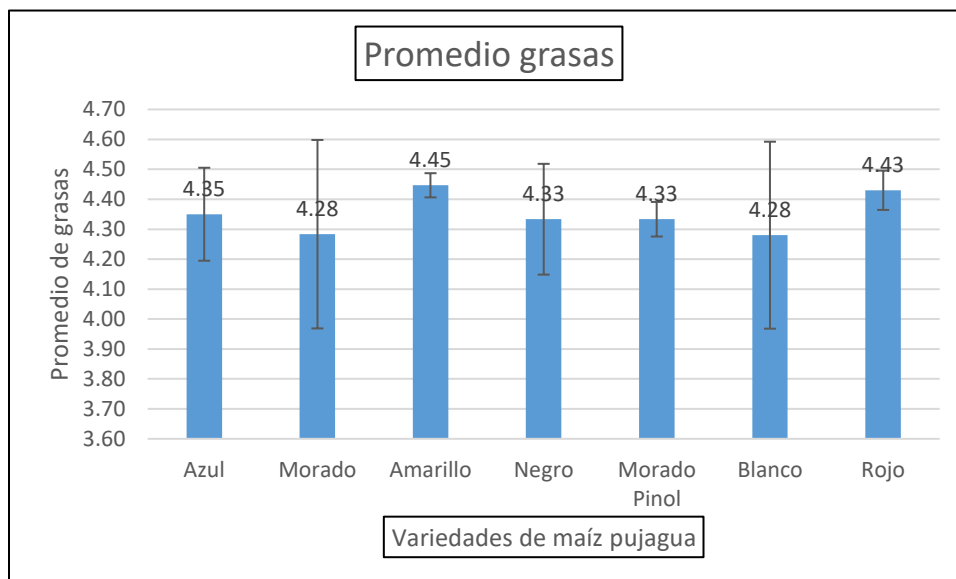
Fuente: Elaboración propia

La mayor concentración de grasa se observó en la variedad blanco (4.53%), seguida por el maíz amarillo (hasta 4.47%) y morado (4.47%). En contraste, el valor más bajo fue registrado en la variedad morado (3.92%), lo que podría atribuirse a diferencias estructurales del grano o a un menor contenido de germen, componente principal en el que se concentran los lípidos del maíz.

El maíz morado pinol presentó una distribución estable (4.30%, 4.40%, 4.30%), sin mostrar valores extremos, lo cual sugiere una composición intermedia y consistente, favorable para productos donde se desea limitar el contenido graso sin comprometer la calidad funcional. Según Salinas (2015), el contenido de grasa en el maíz puede variar dependiendo de la proporción del germen y la densidad del grano, factores determinados principalmente por la genética de la variedad y su estado fisiológico al momento de la cosecha. En este contexto, los resultados obtenidos reflejan que todas las variedades evaluadas mantienen niveles de grasa aceptables para uso alimentario, sin comprometer la estabilidad del producto final.

El contenido de grasa no refinada en las variedades de maíz Pujagua se mantuvo entre 3.92% y 4.53%, mostrando una composición lipídica estable y dentro del rango esperado para este cereal. La FAO indica que *“el grano de maíz contiene entre 3 y 5 por ciento de grasa, concentrada principalmente en el germen”* (FAO, **Maize in human nutrition**, 1992). Esto confirma que los valores observados corresponden a un perfil lipídico típico del maíz, lo que asegura su idoneidad para aplicaciones alimentarias y agroindustriales. En el presente estudio, la mayor concentración de grasa se registró en la variedad blanco (4.53%), seguida por el amarillo y el morado (4.47%), mientras que el valor más bajo correspondió también al morado (3.92%), posiblemente asociado con una menor proporción de germen en la muestra. En contraste, el **morado pinol** presentó un perfil intermedio y estable (4.30%–4.40%), lo cual lo posiciona como una opción favorable en formulaciones donde se requiere limitar el aporte graso, pero mantener la consistencia tecnológica del grano.

Figura 9. Promedio de grasas (%) en variedades de maíz pujagua.



Fuente: Elaboración propia

• Carbohidratos

Los resultados obtenidos para el contenido de carbohidratos en las variedades de maíz Pujagua se presentan en la Tabla 6, a continuación:

Tabla 6. Contenido de carbohidratos (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	67.81	67.60	68.16	67.86	0.28
Morado	67.72	67.64	68.42	67.93	0.43
Amarillo	67.62	67.62	68.02	67.75	0.23
Negro	67.75	67.66	68.50	67.97	0.46
Morado Pinol	68.19	68.06	68.17	68.14	0.07
Blanco	67.76	67.56	68.38	67.90	0.43
Rojo	67.69	67.48	67.88	67.68	0.20

Fuente: Elaboración propia

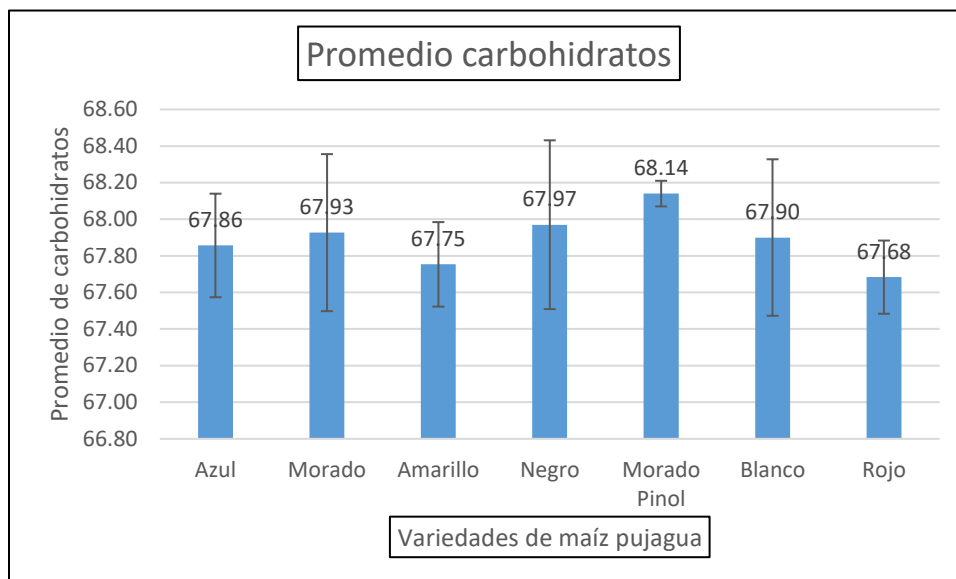
Los valores oscilaron entre 67.48% y 68.50%, con diferencias mínimas entre repeticiones, lo que indica una buena uniformidad composicional entre muestras. La variedad negro presentó el mayor valor individual (68.50%), seguido de cerca por el morado (68.42%) y el blanco (68.38%). En contraste, la menor concentración se registró

en la variedad rojo (67.48%). El maíz morado pinol mostró un perfil altamente estable (68.19%, 68.06%, 68.17%), lo que refuerza su consistencia estructural en términos de contenido energético.

El contenido de carbohidratos representa la fracción mayoritaria del grano de maíz y está compuesto principalmente por almidón, con pequeñas cantidades de azúcares simples y fibras dietéticas. De acuerdo con Guzmán-Maldonado (1996), la variación en el contenido de carbohidratos entre variedades puede atribuirse tanto a factores genéticos como a diferencias en la proporción de endospermo vítreo y harinoso, lo que a su vez influye en las propiedades funcionales del grano durante el procesamiento. En este contexto, los resultados sugieren que todas las variedades presentan valores adecuados, siendo el maíz morado pinol uno de los más consistentes, lo cual refuerza su valor como materia prima confiable para usos alimentarios estandarizados.

El contenido de carbohidratos en las variedades de maíz Pujagua se mantuvo entre 67.48% y 68.50%, mostrando buena uniformidad entre repeticiones y reflejando una composición estable del grano. La FAO indica que *“el contenido total de carbohidratos en el grano de maíz seco suele variar entre 70 y 73%, siendo la mayor parte almidón, con pequeñas proporciones de azúcares simples y fibra dietética”* (FAO, **Maize in human nutrition**, 1992). Aunque los valores observados en este estudio son ligeramente inferiores al promedio reportado, se consideran adecuados para usos alimentarios y agroindustriales. Entre las variedades evaluadas, la variedad **morado pinol** presentó un perfil altamente estable (68.19%, 68.06%, 68.17%), destacándose por su consistencia estructural y composición energética. Esta estabilidad refuerza su potencial como materia prima confiable para procesos que requieren uniformidad en la fracción energética del grano, como la producción de almidón, alimentos procesados y productos funcionales.

Figura 10. Promedio de carbohidratos (%) en variedades de maíz pujagua.



Fuente: Elaboración propia

5.2 Obtención del almidón probiótico a base de harina de maíz

El almidón probiótico fue obtenido a partir de harina fermentada exclusivamente elaborada con maíz morado pujagua pinol, variedad nativa seleccionada por sus características fisicoquímicas superiores dentro del grupo evaluado. Esta variedad no solo destacó por su alto contenido de carbohidratos (>68 %) y perfil intermedio de proteínas (11 %), sino también por su valor cultural, genético y adaptabilidad agroecológica, lo que asegura la originalidad y trazabilidad del insumo, sin recurrir a maíces híbridos o comerciales.

A través del proceso de fermentación natural y recuperación del sedimento decantado, se obtuvieron 394 gramos de almidón probiótico seco a partir de 758 gramos de harina fermentada, lo que representa un rendimiento del 52 % respecto a la harina y del 39.4 % respecto al grano entero (1000 g). El producto final presentó una textura suave, color claro y buena dispersabilidad, propiedades favorables para su incorporación en matrices alimentarias funcionales.

A diferencia del almidón convencional, este almidón probiótico conserva metabolitos generados durante la fermentación espontánea por microorganismos autóctonos, que potencialmente favorecen la salud digestiva. Esto concuerda con lo reportado por Morales. (2020), quien destaca el uso de matrices amiláceas fermentadas como fuentes viables de compuestos con efectos prebióticos o simbióticos.

Este resultado refuerza el valor de la variedad morada pinol no solo como cultivo ancestral, sino como materia prima de alto potencial tecnológico y nutricional para el desarrollo de ingredientes funcionales nicaragüenses con identidad territorial.

5.3 Elaboración de productos derivados de la mejor harina a escala de laboratorio

La versatilidad de la harina y del almidón fermentado obtenido de la variedad pujagua morado pinol se reflejó en la elaboración de diferentes productos experimentales. Se seleccionaron matrices de consumo tradicional (pan libre de gluten, atol con stevia y láminas de lasaña), con el propósito de evaluar el desempeño tecnológico del almidón fermentado y su potencial como sustituto funcional en formulaciones libres de gluten.

- **Pan libre de gluten**

La panificación a partir de harina fermentada de maíz morado pujagua pinol evidenció un comportamiento funcional adecuado para la obtención de productos horneados sin mezclas con harinas convencionales. Partiendo de 758 gramos de harina fermentada, se obtuvieron aproximadamente 1137 gramos de pan, lo que representa un incremento del 50 % en masa, debido principalmente a la hidratación y al efecto de la fermentación biológica durante el leudado.

Los panes obtenidos mostraron una corteza delgada con coloración ligeramente violácea, miga uniforme de textura moderadamente compacta, buena cohesión estructural y aceptabilidad visual favorable, a como se muestra en la figura 2.



Figura 11. Elaboración de pan a partir de la variedad de maíz morado pinol.

La fermentación previa de la harina mejoró su comportamiento en masa, facilitando la retención de agua y permitiendo una expansión moderada durante el horneado, a pesar de la ausencia de gluten. Diversos estudios han señalado que la fermentación espontánea de harinas sin gluten mejora las propiedades reológicas de las masas y favorece la liberación de compuestos prebióticos y antioxidantes (Moroni 2011). En este caso, el proceso fermentativo aplicado a la harina de maíz morado permitió no solo aumentar su funcionalidad tecnológica, sino también potenciar características sensoriales asociadas a color y sabor.

El rendimiento en masa alcanzado se encuentra dentro del rango observado por Álvarez-Jubete (2010), quienes reportaron incrementos del 40–60 % en panes elaborados a partir de harinas fermentadas de cereales alternativos, siempre que se mantenga un buen manejo de la hidratación y una fermentación controlada. En este sentido, los resultados obtenidos confirman que la harina fermentada de maíz morado pujagua pinol representa una alternativa viable para la elaboración de panes libres de trigo, con potencial funcional y cultural.

- **Elaboración de atol con infusión de Stevia**

El atol obtenido a partir del almidón probiótico mostró características físicas estables: una textura homogénea, sin grumos ni separación de fases, con apariencia semitranslúcida y tonalidades violáceas suaves propias del maíz morado. La dulzura percibida, aportada por la infusión de Stevia, fue adecuada y constante, manteniéndose incluso durante el

enfriamiento. Desde el punto de vista de rendimiento, a partir de 200 gramos de almidón fermentado se logró producir aproximadamente 2.5 litros de atol, con una densidad media aceptable para su consumo directo. Esto representa un rendimiento de 12.5 mL/g de almidón seco, lo que refleja una buena capacidad de hidratación y formación de gel.

El atol permaneció estable durante el reposo a temperatura ambiente por más de 30 minutos sin sedimentación visible, lo cual indica una alta calidad funcional del almidón fermentado. Estas características coinciden con lo expuesto por Mulyani (2021), quienes observaron que la fermentación mejora las propiedades de solubilidad y estabilidad del almidón, haciéndolo más adecuado para aplicaciones en productos líquidos.

En términos sensoriales, se obtuvo un producto con buena aceptación visual y gustativa preliminar, libre de sabores residuales no deseados, lo que refuerza su potencial como alternativa sin azúcar para consumidores con requerimientos especiales o interés en alimentos funcionales con identidad cultural.

- **Elaboración de lasaña a partir del maíz morado pinol**

La harina fermentada de maíz morado pujagua pinol permitió desarrollar láminas de lasaña con buena cohesión, textura firme tras la cocción y un color violáceo tenue que aportó una apariencia diferenciada al producto final. Durante el proceso, se observó que las láminas conservaron su integridad estructural, sin agrietamientos ni ruptura al manipularlas, lo que evidencia una funcionalidad tecnológica adecuada de la harina utilizada.

En términos de rendimiento, a partir de 700 g de masa elaborada con harina fermentada se obtuvieron aproximadamente 1.3 kg de lasaña cocida, lo cual representa un incremento del 85 % respecto al peso inicial. Este aumento se relaciona con la absorción de humedad durante la cocción, así como con la adición de rellenos vegetales y proteínas complementarias. El producto final se distribuyó en cinco porciones de aproximadamente 260 g cada una, con características sensoriales homogéneas.

La textura final fue suave al corte, con buena firmeza en capas y sin presencia de grumos ni exceso de humedad en el plato. Estas observaciones coinciden con los resultados de Rubio-Tapia et al. (2022), quienes indican que las harinas fermentadas, aun sin gluten, pueden generar productos de tipo pasta con características funcionales comparables a las tradicionales.

En conjunto, los resultados demostraron que la harina fermentada de maíz morado pujagua pinol aporta no solo funcionalidad y estabilidad, sino también un valor nutricional y cultural relevante.

VI. CONCLUSIONES

El aprovechamiento de las variedades nativas de maíz como materia prima para el desarrollo de productos alimenticios representa una vía estratégica para fortalecer la seguridad alimentaria, preservar la diversidad genética y dinamizar la economía local. Estos cultivos, adaptados a las condiciones agroecológicas específicas del municipio de El Rosario, Carazo, constituyen un recurso de alto valor tecnológico y cultural, cuyo potencial se incrementa mediante la aplicación de procesos controlados de transformación.

En esta investigación, la caracterización fisicoquímica de siete variedades nativas permitió identificar al maíz morado pujagua pinol como la de mejores propiedades tecnológicas, con un perfil composicional destacado (Humedad 13,47 %. Proteína 11,09 %. Grasa 4,33 %. Ceniza 3,03 % y Carbohidratos 68,08 %). A partir de esta variedad se obtuvo almidón fermentado con potencial probiótico mediante un proceso controlado que preservó la calidad microbiológica y funcional del producto.

La obtención de almidón probiótico permitió el paso a una materia prima adecuada a su función, el proceso de fermentación natural de la harina permitió un rendimiento del 39.4% con respecto al grano entero (1000g). Las propiedades físicas de este producto fueron aceptables en cuanto a textura, color y propiedades para su incorporación en alimentos cotidianos.

Los resultados obtenidos en la elaboración de productos derivados con la harina fermentada de maíz morado Pujagua Pinol mostraron un buen comportamiento en las pruebas de laboratorio. Con 758 g de harina se lograron 1137 g de pan libre de gluten, con buena textura, color violáceo y una miga uniforme. En el caso del atol, usando 200 g de almidón fermentado se obtuvieron alrededor de 2.5 L de producto, con una consistencia homogénea, sin grumos y con un sabor dulce equilibrado gracias a la stevia. Por último, con 700 g de masa se elaboraron láminas de lasaña que alcanzaron cerca de 1.3 kg después de la cocción, manteniendo firmeza, buena cohesión y un color suave característico. En general, los resultados demostraron que la harina fermentada de maíz

morado Pujagua Pinol tiene buenas propiedades para elaborar productos sin gluten, aportando además un valor cultural y nutritivo importante.

VII. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos y del potencial de aprovechamiento de las variedades de maíz nativo, se recomienda:

- Estudiar la vida útil de los productos bajo condiciones controladas.
- Evaluar la calidad microbiológica del almidón para asegurar su inocuidad.
- Realizar análisis sensorial con panel no entrenado o consumidores locales para validar la aceptación de los productos.

En cuanto a recomendaciones socioeconómicas:

- Realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y financiera que incluya la evaluación del impacto ambiental de la producción a escala industrial de harina y almidón fermentado de maíz nativo.
- Diseñar un modelo de negocio que ayude a ampliar el mercado del beneficiario principal.
- Evaluar el impacto de estos nuevos productos en el municipio de El Rosario, Carazo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Accorsi, R., Cascini, A., Cholette, S., Manzini, R., & Mora, C. (2014). Economic and environmental assessment of reusable plastic containers: A food catering supply chain case study. *International Journal Of Production Economics*, 152, 88-101. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.12.014>
- Acosta, Z., Labrada, C., & Herrera, Y. (2021). Calidad e inocuidad de las frutas. Instituto de Investigación de Fruticultura Tropical. Recuperado 20 de junio de 2024, de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cu/Folleto-Calidad-e-inocuidad-de-las-frutas.pdf>
- Agama, E., Salinas, Y., Pacheco, G. et al (abril 2011). Características físicas y químicas de dos razas de maíz azul: morfología del almidón. Recuperado 21 de junio de 2024 de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342011000300002&script=sci_arttext
- Almanza, L., & Suarez, I. (2008). CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR PARA EL AÑO 2008, MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE REDES [Tesis, UNIVERSIDAD DE CARTAGENA]. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15104/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20cadena%20productiva%20del%20ma%C3%ADz%20en%20el%20Departamento%20de%20Bol%C3%ADvar%20para%20el%20a%C3%B1o%202008%2C%20mediante%20un%20modelo%20de%20simulaci%C3%B3n%20de%20redes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado el 20 de mayo de 2024.
- Anaya-Durand, A., & Pedroza-Flores, H. (2008). Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 23(1), 31-39. Recuperado 17 de junio de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/482/48223105.pdf>
- Aparato Kjeldahl combinado (destilación y digestión) – Prolab de Michoacán 2024. (s. f.). <https://prolabdemichoacan.click/product/aparato-kjeldahl-combinado-destilacion-y-digestion/> Recuperado 5 de septiembre de 2024.

- Artesanos. (2023, 30 septiembre). *Artesanías de Nicaragua*. Todo Sobre Artesanías. Recuperado 26 de junio de 2024 de https://www.conartesanos.com/artesantias-de-nicaragua/#google_vignette
- Asamblea Nacional Nicaragua. (2009, 16 julio). *Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Recuperado 27 de junio de 2024 de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/%28%24All%29/B58490A0C8DAB2AD06257657006A573D>
- Azada Verde *¿Qué es la agricultura sostenible y por qué es tan importante?* (s. f.). Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://azadaverde.org/que-es-la-agricultura-sostenible-y-por-que-es-importante>
- BBVA NOTICIAS. (2024, 16 enero). *¿Qué es la agricultura sostenible? Herramienta clave contra el hambre y el cambio climático*. BBVA NOTICIAS. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/la-agricultura-sostenible-herramienta-clave-contr-el-hambre-y-el-cambio-climatico/>
- Bideau, C. (2023, abril 24). *Definición de economía circular: la guía completa* - Upcyclea. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://upcyclea.com/es/definicion-de-economia-circular-la-guia-completa/>
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends In Food Science & Technology*, 31(2), 118-129. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>
- Calero, G. (2023, 19 enero). *Procesos en la industria alimentaria*. Calero Group. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.calero-group.com/procesos-en-la-industria-alimentaria/>
- Ceupe, European Business School. (s.f.). *¿Qué es la Industria alimentaria? Concepto, características y beneficios*. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.ceupe.com/blog/industria-alimentaria.html>
- Colchester, M. (2004). Conservation policy and indigenous peoples. *Environmental Science & Policy*, 7(3), 145-153. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2004.02.004>
- *Community for Businesses in Latin America and the Caribbean* | ConnectAmericas. (s. f.). Recuperado 26 de junio de 2024 de

<https://connectamericas.com/es/service/invierta-en-la-industria-agroalimentaria-de-nicaragua>

- Conceptos Mundobytes. (2022, 30 septiembre). ¿Qué es el valor agregado de un producto? Recuperado 17 de junio de 2024 de <https://conceptos.mundobytes.com/que-es-el-valor-agregado-de-un-producto/>
- Da Cunha Bezerra, M. C., Gohr, C. F., & Morioka, S. N. (2020). Organizational capabilities towards corporate sustainability benefits: A systematic literature review and an integrative framework proposal. *Journal Of Cleaner Production*, 247, 119114. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119114>
- De Bonis, G. (2019). La oferta gastronómica en los restaurantes y hoteles. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://germandebonis.com/la-oferta-gastronomica/>
- Dedemadis, D. (2022, 15 septiembre). El maíz y su importancia en la gastronomía nicaragüense. Vos T.V. Recuperado 20 de julio de 2024 de <https://www.vostv.com.ni/cultura/25646-el-maiz-y-su-importancia-en-la-gastronomia-nicarag/>
- Diabetes Self-Management. (s. f.). Guía de cocina sin gluten. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://www.glutenfreeliving.com/>
- Editorial, Etecé. (2021, 16 julio). *Industria Alimentaria - Concepto, procesos y características*. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://concepto.de/industria-alimentaria/>
- Ellen Macarthur Foundation. *Introducción a la economía circular*. (s. f.). Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- Enel Green Power. *Economía circular*. (s. f.). Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/desarrollo-sostenible/economia-circular>
- FAO (s.f.) *El maíz en la nutrición humana*. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.fao.org/4/t0395s/T0395S02.htm>

- FAO. (s. f.). *Implicaciones de las políticas económicas en la seguridad alimentaria: Manual de capacitación*. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado 17 de junio de 2024, de <https://www.fao.org/4/W3736S/W3736S04.htm>
- Fellows, P. (2018). *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas*. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de https://www.editorialacribia.com/libro/tecnologia-del-procesado-de-los-alimentos-principios-y-practica_83345/
- Franco, D. (s. f.). *Productos de maíz*. Secretaría de Bioeconomía. Recuperado 27 de junio de 2024 de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/32/cadena_s/farinaceos_maiz.htm
- García, A., Cruz, R., et al (2020). Caracterización físico-química de maíz (*Zea mays* L.) criollo (azul y rojo) del Estado de México. *Agro Productividad*, 13(7). Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1728>
- Gasma. (2015). *Oferta gastronómica, el concepto como punto de partida*. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://www.gasma.es/oferta-gastronomica-el-concepto-como-punto-de-partida/>
- Gastronomía en León, Nicaragua. (s. f.). VISIT LEÓN. Recuperado 17 de junio de 2024 de <https://www.visitleon.info/gastronomia.html>
- Gavilanes, M. (2018). *Los procesos de producción en las industrias alimenticias del sector norte de la ciudad de Guayaquil y su incidencia en los costos de producción* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador]. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15501/1/UPS-GT002108.pdf>
- Gobierno Colombiano. (s. f.). *Calidad e inocuidad de alimentos*. WWW.GOV.CO. Recuperado 20 de junio de 2024, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/HS/Paginas/calidad-inocuidad-alimentos.aspx>
- Gobierno de México. (2017, 13 octubre). *Calidad e Inocuidad presente en los productos del Campo Mexicano*. Recuperado 20 de junio de 2024, de

<https://www.gob.mx/firco/articulos/calidad-e-inocuidad-presente-en-los-productos-del-campo-mexicano>

- Gobierno de México. (s. f.). Maíz. Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnología. Recuperado 27 de junio de 2024 de <https://conahcyt.mx/cibiogem/maiz>
- Govindan, K., Cheng, T., Mishra, N., & Shukla, N. (2018). Big data analytics and application for logistics and supply chain management. *Transportation Research. Part E, Logistics And Transportation Review*, 114, 343-349. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.03.011>
- Grupo Banco Mundial. *Nicaragua: panorama general*. (s. f.). World Bank. Recuperado 27 de junio de 2024 de <https://www.bancomundial.org/es/country/nicaragua/overview>
- Guzman, L. (2021, 18 febrero). Tipos de procesamiento de alimentos y la maquinaria adecuada. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.citalisa.com/blogs/noticias/tipos-de-procesamiento-de-alimentos-y-la-maquinaria-adecuada>
- Guzmán-Maldonado, S. H., Paredes-López, O., & Bressani, R. (1996). Caracterización de variedades de maíz nativas: composición química y valor nutricional. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 46(2), 133–139
- Infocampo. (2014, 5 diciembre). Aplicaciones del maíz en la industria alimentaria – Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.infocampo.com.ar/aplicaciones-del-maiz-en-la-industria-alimentaria/>
- Ku, E. (2019). La diversidad del maíz, frijol y calabaza en la milpa Maya de Xoy, Peto, Yucatán. Recuperado 21 de junio de 2024 de <http://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/1510>
- Landini. (2022, 28 febrero). *Agricultura sostenible: significado, principios y técnicas*-Landini. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.landini.it/es/agricultura-sostenible-significado-principios-y-tecnicas/>
- Leiva, O., & Diaz, R. (2013, 13 marzo). *Tras las huellas alimentarias de nuestros ancestros: “Sembrando el pasado y cultivando el presente en armonía con la Madre Tierra”*. Recuperado 27 de junio de 2024 de

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-42582013000200006&script=sci_arttext

- López, A., Zúñiga, C. et al. (2016). Impacto de la productividad y eficiencia técnica de los granos básicos en Nicaragua, 1961 – 2013. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, pág. 411-436. Recuperado 27 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i1.5682>
- Mapa Nacional de Turismo. (2023, 11 enero). *Gastronomía de El Rosario*. Recuperado 18 de junio de 2024 de <https://www.mapanicaragua.com/gastronomia-de-el-rosario/>.
- Mapa Nacional de Turismo. (2024, 1 febrero). *Gastronomía de Nicaragua - Mapa Nacional de Turismo*. Recuperado 17 de junio de 2024 de <https://www.mapanicaragua.com/gastronomia/>
- Martínez, A. (2019, 17 mayo). Cómo almacenar maíz y frijol por años. CIMMYT | DESARROLLO ESTRATÉGICO. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://idp.cimmyt.org/como-almacenar-maiz-y-frijol-por-anos/>
- Martínez, R. (2024, 25 enero). El maíz nativo: un tesoro ancestral en la gastronomía - UNAM Global. UNAM Global - de la Comunidad Para la Comunidad. Recuperado 20 de julio de 2024 de https://unamglobal.unam.mx/global_revista/el-maiz-nativo-un-tesoro-ancestral-en-la-gastronomia/
- Martos, S. et al (2020). Recuperación de sistemas ancestrales de manejo del agua que utilizan soluciones basadas en la naturaleza. Las acequias de careo de Jérez del Marquesado (Granada). Recuperado 2 de septiembre de 2024 de https://www.researchgate.net/publication/344350339_Recuperacion_de_sistemas_ancestrales_de_manejo_del_agua_que_utilizan_soluciones_basadas_en_la_naturaleza_Las_acequias_de_careo_de_Jerez_del_Marquesado_Granada
- Meprosa. (2019, 16 marzo). Consejos para el buen almacenamiento de granos de maíz. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://meprosa.mx/consejos-buen-almacenamiento-granos-maiz/>
- Ministerio de la mujer. (s. f.). *Guía mujer. Seguridad alimentaria y cambio climático*. Ministerio de la Mujer. Recuperado 27 de junio de 2024 de

<https://www.minim.gob.ni/storage/documents/dpfsY2qdX2EEpvdAPIUQwdwDDWaOCKH2AoJkUbWW.pdf>

- Naciones Unidas México. (2021, 10 diciembre). *La Milpa Maya, actividad productiva milenaria*. México. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://mexico.un.org/es/164611-la-milpa-maya-actividad-productiva-milenaria>
- Naciones Unidas. (s. f.). PLAN NACIONAL DE LUCHA CONTRA LA POBREZA Y PARA EL DESARROLLO HUMANO 2022 - 2026 DE NICARAGUA. Observatorio Regional de Planificación Para el Desarrollo de América Latina y el Caribe. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-lucha-contra-la-pobreza-y-para-el-desarrollo-humano-2022-2026-de-nicaragua>. Consultado el 20 de mayo de 2024.
- Nambume un destino que rescata Tradiciones Ancestrales y Sabores Coloridas. (s. f.). El Diario Nica. Recuperado 2 de septiembre de 2024, de <https://eldiarionica.com/2024/06/25/nambume-un-destino-que-rescata-tradiciones-ancestrales-y-sabores-coloridas/>
- Nasir, A., & Kamaruddin, N. A. (2023). Assessing the nutritional composition of sweet corn (zea mays l. var. saccharata) stover and kernel corn (zea mays l. var. indentata) stover for ruminant feed. *Journal Of Asian Scientific Research*, 13(3), 136-148. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://doi.org/10.55493/5003.v13i3.4907>
- New World Encyclopedia. (s. f.). Food industry. Recuperado 22 de julio de 2024 de https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Food_industry
- Nicaragua Creativa. (s. f.). El maíz en la gastronomía nicaragüense. Recuperado 20 de julio de 2024 de <https://www.nicaraguacreativa.com/2023/09/25/el-maiz-en-la-gastronomia-nicaraguense/>
- Nicaragua Diseña. (2022, 3 junio). Artesanía nicaragüense más viva que nunca - Nicaragua Diseña. *Nicaragua Diseña - Incubadora Creativa que promueve el talento y emprendimientos*. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.nicaraguadisena.com/artesania-nicaraguense-mas-viva-que-nunca/>

- Oporta, J., & Solano, W. (2020). EVALUACION DE CUATRO VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays*) DE POLINIZACION LA COMARCA EL JUSTE, POSTRERA 2019 [Tesis, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30o61e.pdf>. Consultado el 20 de mayo 2024.
- Ortiz, D., Delgado, L., & Guevara, M. (2013). *Composición química y contenido mineral de diferentes variedades de maíz (Zea mays L.) cultivadas en sistemas tradicionales*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 7(2), 200–210. Recuperado 5 de septiembre de 2024.
- Ortiz, J., & Sánchez, O. (2013, 15 noviembre). Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. *Scielo*. Recuperado 26 de junio de 2024 de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682014000200010&script=sci_arttext
- Peralta, Y., Ortega, E. et al. (2021). Estudio econométrico sobre el rendimiento productivo de granos básicos en Nicaragua (arroz, maíz y frijol), 2007-2017. *Revista de Investigación SIGMA*, 8(02), 31-41. Recuperado 27 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.24133/sigma.v8i02.2558>
- Pop, S. (s. f.). Pasta saludable sin gluten | Productos sin gluten | Samuel Mills. SamMills. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://www.sammills.com/>
- *Principales procesos en la industria alimentaria*. (2022, 10 octubre). UNIR, la Universidad En Internet. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.unir.net/empresa/revista/procesos-industria-alimentaria/>
- Qué es la economía circular y por qué es importante | Repsol. (s.f.). REPSOL. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/ejes-sostenibilidad/medio-ambiente/economia-circular/index.cshtml>
- Rojas, E, Carrillo, M., et al. (2019). Características fisicoquímicas y calidad de la proteína de maíces nativos pigmentados de Morelos en dos años de cultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), 683-697. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.481>

- Salinas, Y., Agama-Acevedo, E., & Bello-Pérez, L. A. (2015). Caracterización nutrimental de variedades nativas de maíz: enfoque en el contenido de lípidos y su distribución en el grano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1123–1135. Recuperado 5 de septiembre de 2024.
- Salinas, Y., Aragón, F., et al (2013, 28 enero). Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul/morado de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca. SciELO. Recuperado 20 de junio de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802013000100003&script=sci_arttext
- Santiago, R., Malvar, R. A., & Revilla, P. (2016). Nutritional value of traditional maize varieties: Protein and micronutrient content. *Journal of Cereal Science*, 72, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.10.004> Recuperado 5 de septiembre de 2024.
- Sustainable Agriculture | National Agricultural Library. (s. f.). Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.nal.usda.gov/legacy/afsic/sustainable-agriculture-definitions-and-terms>
- Sustainable Agriculture Research and Extension. (2024, 8 marzo). *¿Qué es la Agricultura Sostenible?* - Resources - SARE. Recuperado 19 de junio de 2024 de <https://www.sare.org/resources/que-es-la-agricultura-sostenible/>
- Two Many Chefs. (2023). Oferta gastronómica: qué es, tipos y diseño. Recuperado 21 de junio de 2024 de <https://www.twomanychefs.com/oferta-gastronomica-que-es-tipos-y-diseno/>
- *Uddeholm Nicaragua - Procesamiento de alimentos*. (s. f.). Uddeholm Nicaragua. Recuperado 26 de junio de 2024 de <https://www.uddeholm.com/nicaragua/la/applications/procesamiento-de-alimentos/>
- UNESCO. (2018). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. UNESDOC Digital Library. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>

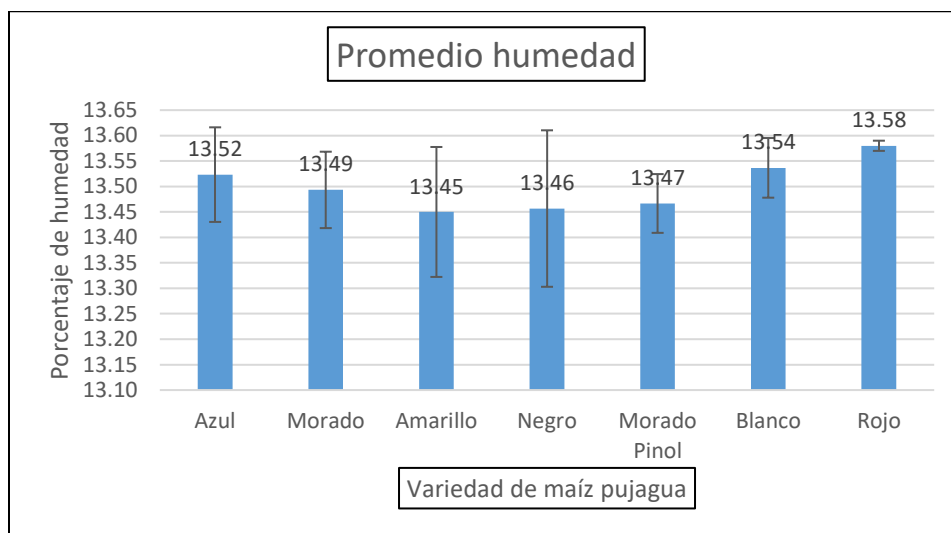
- Zafferano, G. (s. f.). Ricette di cucina - Le ricette di GialloZafferano. GialloZafferano. Recuperado 2 de septiembre de 2024 de <https://www.giallozafferano.it/>

IX. ANEXOS

Tabla 2. Contenido de humedad (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	13.60	13.55	13.42	13.52	0.09
Morado	13.57	13.49	13.42	13.49	0.08
Amarillo	13.56	13.48	13.31	13.45	0.13
Negro	13.56	13.53	13.28	13.46	0.15
Morado Pinol	13.50	13.40	13.50	13.47	0.06
Blanco	13.58	13.47	13.56	13.54	0.06
Rojo	13.58	13.59	13.57	13.58	0.01

Fuente: Elaboración propia

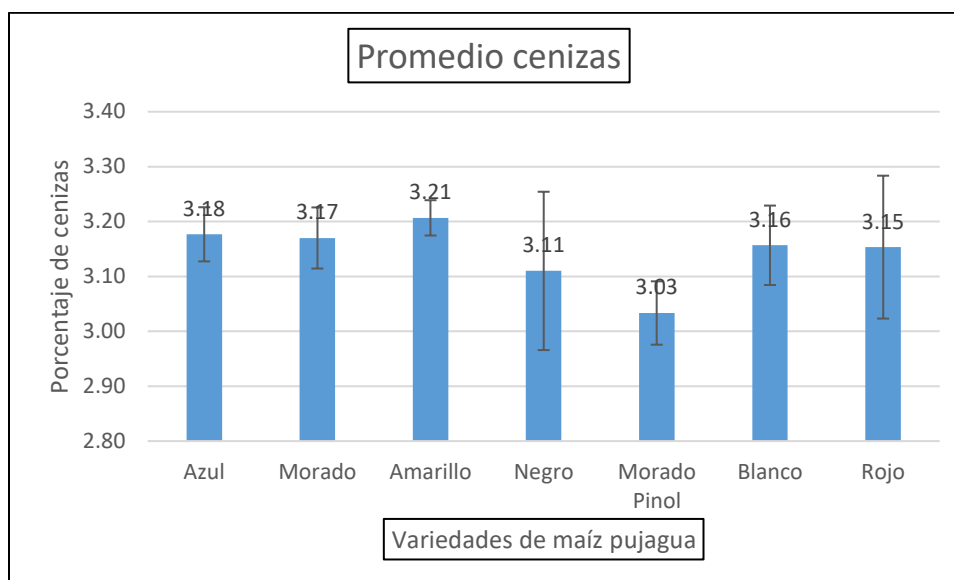


Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Contenido de cenizas (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	3.12	3.21	3.20	3.18	0.05
Morado	3.11	3.22	3.18	3.17	0.06
Amarillo	3.17	3.23	3.22	3.21	0.03
Negro	3.15	3.23	2.95	3.11	0.14
Morado Pinol	3.00	3.10	3.00	3.03	0.06
Blanco	3.11	3.24	3.12	3.16	0.07
Rojo	3.16	3.28	3.02	3.15	0.13

Fuente: Elaboración propia

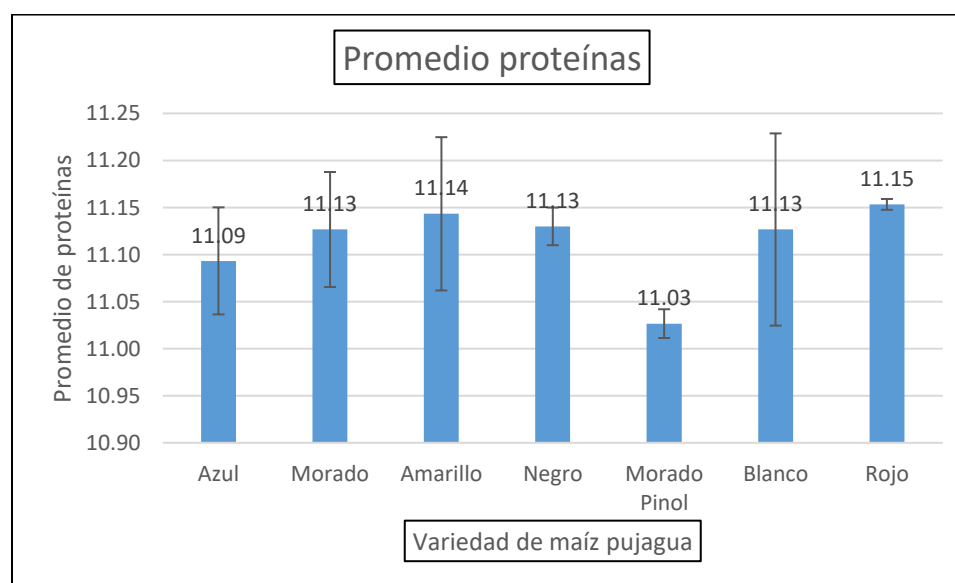


Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Contenido de proteína (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	11.11	11.14	11.03	11.09	0.06
Morado	11.14	11.18	11.06	11.13	0.06
Amarillo	11.18	11.20	11.05	11.14	0.08
Negro	11.11	11.13	11.15	11.13	0.02
Morado Pinol	11.01	11.04	11.03	11.03	0.02
Blanco	11.17	11.20	11.01	11.13	0.10
Rojo	11.15	11.15	11.16	11.15	0.01

Fuente: Elaboración propia.

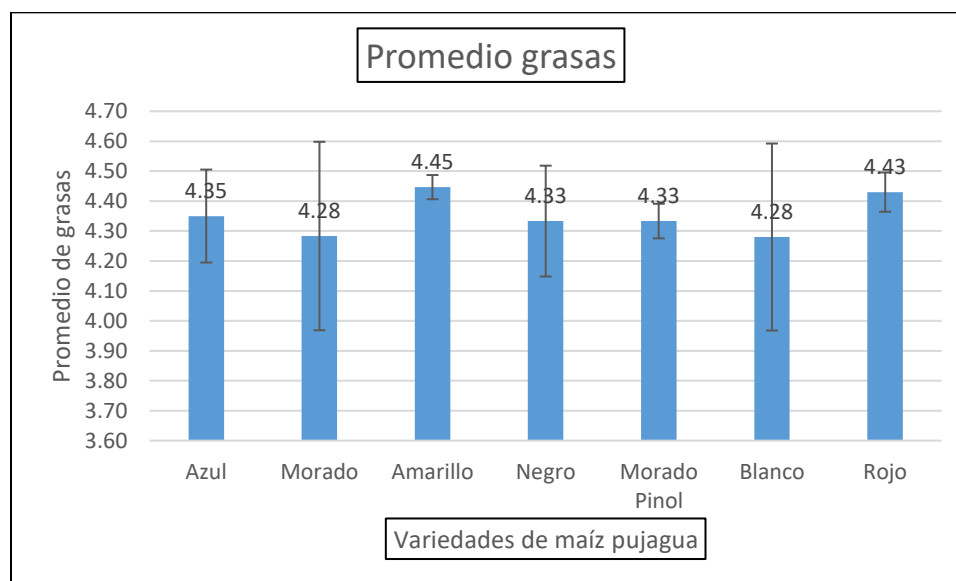


Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Contenido de grasa no refinada (%) en variedades de maíz pujagua.

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	4.36	4.50	4.19	4.35	0.16
Morado	4.46	4.47	3.92	4.28	0.31
Amarillo	4.47	4.47	4.40	4.45	0.04
Negro	4.43	4.45	4.12	4.33	0.19
Morado Pinol	4.30	4.40	4.30	4.33	0.06
Blanco	4.38	4.53	3.93	4.28	0.31
Rojo	4.42	4.50	4.37	4.43	0.07

Fuente: Elaboración propia

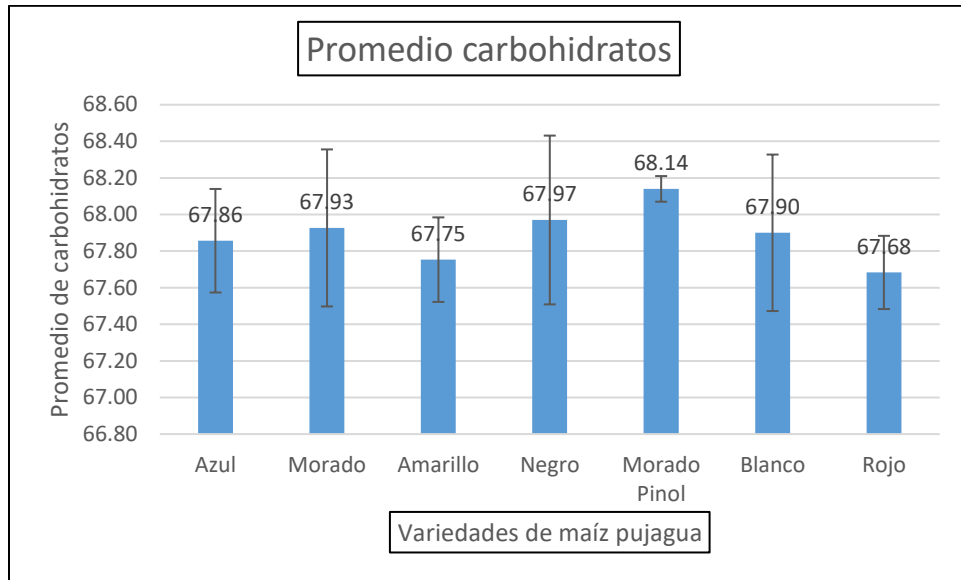


Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Contenido de carbohidratos (%) en variedades de maíz pujagua

Variedad de maíz pujagua	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio	Desv.Est.
Azul	67.81	67.60	68.16	67.86	0.28
Morado	67.72	67.64	68.42	67.93	0.43
Amarillo	67.62	67.62	68.02	67.75	0.23
Negro	67.75	67.66	68.50	67.97	0.46
Morado Pinol	68.19	68.06	68.17	68.14	0.07
Blanco	67.76	67.56	68.38	67.90	0.43
Rojo	67.69	67.48	67.88	67.68	0.20

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Rendimiento del maíz en grano según su variedad.

#	VARIEDAD	Rendimiento del maíz						
		gramos en seco			gramos con mazorca			%Rendimiento
		Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	
1	morado	80	140	110	180	250	215	51.16
2	azul	80	130	105	180	260	220	47.73
3	amarillo	100	140	120	190	270	230	52.17
4	negro	80	120	100	170	240	205	48.78
5	blanco	110	150	130	200	280	240	54.17
6	rojo	100	130	115	180	260	220	52.27
7	morado pinol	90	130	110	170	230	200	55.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Granulometría del maíz morado, azul, amarillo y negro

MORADO		AZUL		AMARILLO		NEGRO	
Masa retenida (g)	% Retenido	Masa retenida (g)	% Retenido	Masa retenida (g)	% Retenido	Masa retenida (g)	% Retenido
10	0.0333	10	0.0333	5	0.0167	3	0.01
20	0.0667	25	0.0833	15	0.05	12	0.04
40	0.1333	50	0.1667	40	0.1333	38	0.1267
60	0.2	65	0.2167	70	0.2333	68	0.2267
80	0.2667	70	0.2333	80	0.2667	82	0.2733
50	0.1667	40	0.1333	50	0.1667	54	0.18
25	0.0833	25	0.0833	25	0.0833	28	0.0933
15	0.05	15	0.0501	15	0.05	15	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Granulometría del maíz blanco, rojo y morado pinol

BLANCO		ROJO		MORADO PINOL	
Masa retenida (g)	% Retenido	Masa retenida (g)	% Retenido	Masa retenida (g)	% Retenido
2	0.0067	3	0.01	12	0.04
10	0.0333	8	0.0267	25	0.0833
35	0.1167	30	0.1	55	0.1833
65	0.2167	60	0.2	70	0.2333
85	0.2833	90	0.3	65	0.2167
58	0.1933	65	0.2167	40	0.1333
30	0.1	27	0.09	18	0.06
15	0.05	17	0.0566	15	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Relación de los gramos aprovechables con la harina

#	VARIEDAD	Relación de los gramos aprovechables con la harina obtenida		
		peso inicial	peso final	%rendimiento
1	morado	1000	753.2	75%
2	azul	1000	732.6	73%
3	amarillo	1000	738.7	74%
4	negro	1000	744.1	74%
5	blanco	1000	747.6	75%
6	rojo	1000	736.9	74%
7	morado pinol	1000	758.4	76%

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA** hace constar que:

CLARK VELÁSQUEZ SANDRA DEYANIRA

Carné: **2017-1325U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA QUÍMICA**, en el año 2024 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



[Handwritten signature]

MSc. Helia Vanessa Taleno Oporta
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA** hace constar que:

CACERES PEREZ SAYMOND ALEXANDER

Carné: **2016-0146U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA QUÍMICA**, en el año 2023 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

MSc. Helia Vanessa Paleno Oporta
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA