



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

***“APROVECHAMIENTO DE LA CAÑA DE MAÍZ AMARILLO Y BLANCO
(Zea Mays) PARA LA OBTENCION DE JARABE”***

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieras.

Autoras:

Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa

Guzmán Curay Sandra Abigail

Tutor:

Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg

LATACUNGA – ECUADOR

Enero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa con cédula de ciudadanía No. **1850428069** y **Guzmán Curay Sandra Abigail** con cédula de ciudadanía No. **0550228100**, declaro ser autoras del presente proyecto de investigación: “Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (Zea Mays) para la obtención de jarabe”, siendo el Ingeniero. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg. Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 de febrero del 2025

Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa
Estudiante
CC: 1850428069

Guzmán Curay Sandra Abigail
Estudiante
CC: 0550228100

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **BONILLA VERDESOTO EVELYN VANESSA**, identificado con cédula de ciudadanía **1850428069** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (Zea Mays) para la obtención de jarabe”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: octubre 2020 – marzo 2021

Finalización: abril – octubre 2024 – marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo. – 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.

Tema: “Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (Zea Mays) para la obtención de jarabe”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025.


Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUZMAN CURAY SANDRA ABIGAIL**, identificado con cédula de ciudadanía 0550228100 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (Zea Mays) para la obtención de jarabe”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: octubre 2020 – marzo 2021

Finalización: abril – octubre 2024 – marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo. – 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.

Tema: “**Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (Zea Mays) para la obtención de jarabe**”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025.



Guzmán Curay Sandra Abigail
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“APROVECHAMIENTO DE LA CAÑA DE MAÍZ AMARILLO Y BLANCO (Zea mays) PARA LA OBTENCIÓN DE JARABE”, presentado por Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa y Guzmán Curay Sandra Abigail de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 21 de febrero de 2025




Ing. Cerda Andino Edwin Fabián, Mg.
DOCENTE TUTOR
CC: 0501369805

**AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa y Guzmán Curay Sandra Abigail, con el título de Proyecto de Investigación: **“APROVECHAMIENTO DE LA CAÑA DE MAIZ AMARILLO Y BLANCO (Zea Mays) PARA LA OBTENCION DE JARABE”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 20 de febrero del 2025


Ing. Gabriela/Beatriz Arias Palma, Mg
CC: 1714592746
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg
CC: 0501864854
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán, Mg
CC: 0503352122
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Al concluir con mi trabajo de investigación, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que formaron parte de este trabajo. Primeramente, quiero agradecer a Dios por la vida que me ha dado, por darme fortaleza, paciencia para poder culminar con este proceso. A mi familia, en especialmente a mis padres, Carlos y Cristina por su amor incondicional, apoyo y sacrificio. Sin su confianza y su motivación constante, este logro no habría sido posible. A mi tutor de tesis, Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, por su paciencia, su guía, y cada consejo que nos daba en cada momento, que gracias a sus conocimientos orientación fueron necesarios y fundamentales en este proceso. A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme sus puertas y permitirme concluir con mis estudios sin ninguna dificultad. A todos mis ingenieros que estuvieron desde el primer momento en que pise esta universidad que me brindaron su conocimiento que compartimos en la clase. A Dios, por ser mi guía, darme fuerzas en los momentos difíciles y permitirme alcanzar este logro.

Evelyn Vanessa Bonilla Verdesoto

AGRADECIMIENTO

Primero, expreso mi gratitud a Dios, quien ha sido mi fortaleza y guía en cada etapa de mi vida, permitiéndome avanzar y culminar mis estudios. A mis queridos padres, les agradezco profundamente por su apoyo incondicional, por estar a mi lado en los momentos buenos y difíciles, y por el esfuerzo diario que hicieron para que este logro

fuera posible. También a mis hermanos, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y un ejemplo a seguir. De igual manera, extendo mi agradecimiento a mi tutor de tesis, cuya orientación y guía fueron esenciales en el desarrollo de este proyecto. Finalmente, mi reconocimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa institución, comprometida con la formación de grandes profesionales.

Sandra Abigail Guzmán Curay

DEDICATORIA

A Dios por la vida que me ha dado, por ser mi guía en cada paso que daba, por la fuerza y perseverancia en momentos difíciles que parecía que ya iba a desmayar y también por permitirme alcanzar este logro que tuvimos. A mis padres Carlos y Cristina por su amor infinito, por estar incondicionalmente en cada uno del momento que daba para poder culminar con este proceso y confianza en mí han sido el motor para seguir adelante. A mi hermano Alexis que siempre estado para mí dándome fuerza y aliento en cada momento de este proceso. A mis familiares y amigos que siempre han estado hay para darme consejos y ánimo para no desmaya a mitad de camino.

Evelyn Vanessa Bonilla Verdesoto

DEDICATORIA

A mis padres, Julio y Rosa, por su valioso apoyo y sabios consejos, los cuales han sido fundamentales en mi camino académico. A mis hermanas Elsa, Fabiola y Maricela, a mi hermano Edison a mis queridos sobrinos Maite, Zoe y Elian, quienes han sido una fuente de inspiración y motivación para alcanzar esta meta. También agradezco a Dios por bendecirme con una familia maravillosa y por haber guiado cada paso de mi vida. Y a mí tutor de tesis que me oriento en el trayecto y culminar la investigación guiando sabiamente.

Sandra Abigail Guzmán Curay

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

TÍTULO: Aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (*Zea Mays*) para la obtención de jarabe.

AUTORAS:

Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa

Guzmán Curay Sandra Abigail

RESUMEN

La investigación realizada tiene como objetivo la elaboración de jarabe a base de zumo de caña de maíz amarillo y blanco (*Zea Mays*) a distintas temperaturas y tiempo de cocción. Esta investigación surge por la falta de información de la materia prima, el principal desafío radica en la aplicación de los avances tecnológicos para la elaboración de nuevos productos, para convertir de manera eficiente la caña de maíz en jarabe, limitando el uso comercial y su potencial consumo. Para la elaboración del producto mencionado se utilizó la metodología de la extracción de zumo mediante un molino sus características iniciales fueron: el zumo de maíz amarillo 22 °Brix (sólidos solubles) y pH 4,44, mientras que para el zumo de maíz blanco se obtuvieron 23 °Brix (sólidos solubles) y pH 4,50, por otro lado, para la obtención de jarabe se realizó la cocción de zumo de 2 variedades de maíz. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de Ax_B (2x3) y 2 repeticiones, el mejor tratamiento que fue el t₆ zumo de maíz blanco (a2b3), para el mejor tratamiento ranalizamos los análisis fisicoquímicos como la medición de sólidos solubles que fue de 76,82 °Brix (sólidos solubles), el pH de 4,50, la de humedad es de 22,52% y la ceniza de 7,45%. Además una vez determinado el mejor tratamiento, se realizó análisis proximal, perfil de azúcares y análisis microbiológicos, los resultados fueron proteína 1,76%; vitamina E < 0,10 mg/100g; vitamina A < 5,00 mg/100g; vitamina D3 < 0,10 mg/100g; los resultados de perfil de azúcar fueron: azúcares totales 73,16%; sacarosa 51,67; glucosa 11,24%; fructosa 10,86% los resultados microbiológicos correspondientes a mohos son 10 UFC/g; en cuanto a levaduras, coliformes totales y *Escherichia coli* son < 10 UFC/g, el análisis microbiológico reporta que es apto para consumo humano.

Palabras claves: jarabe, sólidos solubles, pH, humedad, ceniza.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Title: “Use Yellow and White Maize Cane (*Zea Mays*) to Obtain Syrup.”

Authors:

Bonilla Verdesoto Evelyn Vanessa

Guzmán Curay Sandra Abigail

ABSTRACT

This research aimed to produce syrup from yellow and white (*Zea Mays*) maize cane juice at different temperatures and cooking times. This research arises from the lack of knowledge of the raw material; the main challenge lies in the lack of technological advances and knowledge necessary to efficiently convert corn cane into syrup, limiting its commercial use and potency. The methodology of juice extraction using a mill was used to elaborate on the mentioned product. Its initial characteristics were: yellow corn juice 22 °Brix (soluble solids) and pH 4.44, while for white corn juice 23 °Brix (soluble solids) and pH 4.5 were obtained, on the other hand, to obtain syrup, the juice of the two varieties of corn was cooked. A completely randomized block design (DBCA) was used with a factorial arrangement of AxB (2x3) and two replications; the best treatment was t6 white corn juice (a2b3), for the best treatment, we ran the physicochemical analyses such as the measurement of soluble solids which was 76.82 °Brix (soluble solids), pH 4.50, moisture is 22.52% and ash 7.45%. In addition, once the best treatment was determined, proximate, sugar profile and microbiological analyses were carried out, the results were protein 1.76%; vitamin E < 0.10 mg/100g; vitamin A < 5.00 mg/100g; vitamin D3 < 0.10 mg/100g; the sugar profile results were: total sugars 73.16%; sucrose 51.67; glucose 11.24%; fructose 10.86% the microbiological results corresponding to molds are 10 CFU/g; as for yeasts, total coliforms and *Escherichia coli* are < 10 CFU/g, the microbiological analysis reports that it is fit for human consumption.

Keywords: Syrup, Soluble Solids, pH, Moisture, Ash.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO.....	x
AGRADECIMIENTO.....	x

DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDO	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
1. DISEÑO DEL PROYECTO	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Marco contextual	3
1.3. Formulación del problema	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. Objetivo general:	3
1.4.2. Objetivos específicos:	4
1.5. Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados	5
1.6. Fundamentación Teórica o Marco Referencial	6
1.6.1. Antecedentes	6
1.6.2. Marco Teórico	8
1.6.3. Marco conceptual	16
1.7. Metodología del proyecto de investigación	18
1.7.1. Métodos de investigación	18
1.7.2. Técnicas de investigación	19
1.7.3. Instrumentos de investigación	19
1.7.4. Procedimiento de extracción de zumo de caña de maíz amarillo y blanco	20
1.7.1. Procedimiento de elaboración de jarabe	22
1.8. Metodología de características fisicoquímicas	25
1.8.1. Medición de pH	25
1.8.2. Determinación de sólidos solubles Brix	25
1.8.3. Determinación de humedad	25
1.8.4. Determinación de ceniza	25
1.9. Preguntas científicas o hipótesis	25
1.9.1. Hipótesis nula	25
1.9.2. Hipótesis alternativa	25
1.9.3. Validación de hipótesis	26
1.10. Diseño experimental	26
1.11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
1.11.1. Caracterización del zumo de la caña de maíz amarillo y blanco	28
1.11.2. Elaboración de jarabe a partir del zumo de caña de maíz amarillo y blanco	30
1.11.3. Determinación del mejor tratamiento del jarabe de maíz mediante análisis-fisicoquímicos	31
1.11.4. Redacción de los análisis proximal, microbiológico y perfil de azúcar del mejor tratamiento	41

2. IMPACTOS	43
2.1. Técnico	44
2.2. Social	44
2.3. Ambiental	44
2.4. Económico	44
3. RECURSOS Y PRESUPUESTO	44
4. CONCLUSIONES	45
5. RECOMENDACIONES	46
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 2 Taxonomía de la caña de maíz (<i>Zea Mays</i>).	9
Tabla 3 Morfología de la caña de maíz (<i>Zea Mays</i>).	12
Tabla 4 Valor nutricional del zumo de caña de maíz.	12
Tabla 5 Cuadros de tipos de jarabes.	15
Tabla 6 Descripción de los tratamientos.	26
Tabla 7 Variables a evaluar y los indicadores.	26
Tabla 8 Esquema de ADEVA.	27

Tabla 9 Análisis fisicoquímicos del zumo de 2 variedades de maíz.	27
Tabla 10 Análisis de perfil de azúcar del zumo de caña de maíz de 2 variedades.	28
Tabla 11 Característica de zumo de caña de dos variedades.	29
Tabla 12 Análisis fisicoquímicos de todos los tratamientos del jarabe.	30
Tabla 13 Análisis de varianza de la variable solidos solubles del jarabe.	31
Tabla 14 Prueba de Tukey al 5 % para la variedad de maíz (amarillo y blanco).	31
Tabla 15 Prueba de Tukey al 5 % para temperatura y tiempo de cocción.	32
Tabla 16 Prueba de Tukey al 5 % de las variedades de maíz y temperatura y tiempo de cocción.	32
Tabla 17 Cuadro del ADEVA de la variable ceniza.	33
Tabla 18 Prueba de Tukey al 5 % de temperatura y tiempo de cocción.	34
Tabla 19 Cuadro del prueba: Tukey 5% de variedad de maíz y temperatura y tempo de cocción.	34
Tabla 20 Cuadro del ADEVA de la variable humedad.	35
Tabla 21 Prueba de Tukey al 5 % de temperatura y tiempo de cocción.	36
Tabla 22 Cuadro del prueba: Tukey 5% de variedad de maíz y temperatura y tiempo de cocción.	36
Tabla 23 Cuadro del ADEVA de la variable pH.	37
Tabla 24 Comparación de jarabe y jarabe de maíz de alta fructosa.	39
Tabla 25 Análisis proximal del jarabe.	40
Tabla 26 Análisis microbiológico del jarabe.	41
Tabla 27 Análisis de perfil de azúcar del jarabe.	42
Tabla 28 Presupuesto del proyecto.	43

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el maíz desempeña un papel fundamental para la economía, tanto como en la seguridad alimentaria. Encontrado en zonas de producción más altas como en la costa se siembra el maíz amarillo duro, que cuenta con un rendimiento promedio de 4,64 t ha⁻¹ y en la sierra se siembra el maíz blanco suave, que cuenta con un rendimiento promedio de 0,82 t ha⁻¹. Con el tiempo, se han incorporado variedades híbridas que han contribuido a optimizar el rendimiento y la sustentabilidad de los cultivos (Valarezo, et al., 2024).

La caña de maíz (*Zea mays*), especialmente en sus variedades amarilla y blanca, es un recurso poco aprovechado en la agroindustria, a pesar de su considerable potencial para generar productos con valor agregado, ya que es un alimento valioso especialmente para los animales ya que contiene fibra, nutrientes también se puede utilizar como abono orgánico lo que reduce en mucho a los fertilizantes químicos y mejora la salud tanto del suelo como la salud humana (Zhang, et al., 2020).

Hoy en día, la demanda de edulcorantes naturales como los jarabes ha aumentado debido al creciente interés por alternativas al azúcar refinado en diversas aplicaciones alimenticias e industriales. Los jarabes derivados de recursos renovables, como el jugo extraído de la caña de maíz, se presentan como una opción competitiva y viable, particularmente en un entorno en el que la sostenibilidad y el uso eficiente de residuos agroindustriales (Aldana & Beccio, 2020). Según Amaya (2021), la caña de maíz es rica en azúcares simples, como la glucosa, que constituye la principal fuente de energía para las células del organismo, y la fructosa, que también se utiliza como fuente energética, además de conferir un sabor más dulce. Estos componentes son esenciales en la producción de jarabes, ya que contribuyen a características como la viscosidad, dulzura, sabor y contenido de azúcares. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la investigación sobre la composición fisicoquímica del jugo de caña de maíz y su transformación en jarabe sigue siendo limitada. En este sentido, el objetivo de este estudio es caracterizar y optimizar el uso de las variedades de caña de maíz amarillo (Soledad, 2018). El objetivo de este estudio es profundizar en el potencial de la caña de maíz como materia prima, mientras se fomenta su inclusión en cadenas de valor que favorecen la sostenibilidad y la innovación dentro del sector agroindustrial. Por otro lado, se busca reducir el desperdicio de recursos agrícolas y fortalecer la economía circular, contribuyendo a los objetivos globales de desarrollo sostenible.

1. DISEÑO DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, el maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, especialmente en países cuya economía depende en gran medida de la agricultura. No obstante, muchos de los subproductos generados, como la caña de maíz, no se aprovechan de manera óptima y, en su lugar, suelen ser desechados o utilizados de manera limitada, principalmente como forraje o compost (Párraga & Mero, 2023). Esto no solo provoca pérdidas económicas sustanciales, sino que también contribuye a problemas ambientales derivados de la acumulación de residuos agrícolas.

En Ecuador, el maíz es el principal cultivo transitorio, con 375.908 ha de maíz duro seco y 57.309 ha de maíz suave sembradas en 2022, aportando el 7 % al Valor Agregado Bruto Agropecuario. El maíz duro ha mejorado su rendimiento gracias a innovaciones, pero enfrenta desafíos por el cambio climático y manejo inadecuado (Albán, et al., 2023).

Cotopaxi es clave en la producción de maíz suave seco en Ecuador, apoyando la seguridad alimentaria y el desarrollo agropecuario. En 2023, la producción de maíz duro seco fue de 1,4 millones de toneladas, con una caída del 13,9 % respecto a 2022 (Molina, 2024).

En la parroquia Panzaleo, en el cantón Salcedo, tiene 303 ha productivas legalizadas, con un promedio de tenencia de 0,90 ha. De los 684 trabajadores en agricultura y ganadería, el 54 % son hombres y el 46 % mujeres. El 60 % de la producción de maíz es para consumo y el 40 % para la venta, con precios entre 4 y 8 dólares por saco (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023).

El principal desafío radica en la falta de avances tecnológicos y conocimientos necesarios para convertir de manera eficiente el maíz amarillo y blanco en jarabe, limitando su uso comercial y su potencial para generar valor (Muñoz, 2023). A pesar de que la caña de maíz posee un notable valor nutricional como azúcares 1 - 3%, proteína del 6 – 13% y energético del zumo de la caña de maíz amarillo es de 65-70 kcal/100ml y de la caña de maíz blanco es de 60-65 kcal/100ml. Sin embargo, el creciente interés por edulcorantes naturales en la industria alimentaria abre la oportunidad de desarrollar técnicas innovadoras para aprovechar fuentes no convencionales, como el maíz, diversificando así los insumos disponibles en este sector (Santillán, et al., 2021). Por lo tanto, el estudio tiene como objetivo utilizar de forma eficiente y sostenible la caña de maíz amarillo y blanco para producir jarabe, desarrollando técnicas que aumente su rendimiento, reduzcan el desperdicio y minimicen el impacto ambiental, lo que favorecerá una mejor gestión de los recursos agrícolas.

1.2. Marco contextual

El maíz, especialmente sus variedades amarillas y blanco, es un insumo ampliamente utilizado en la agroindustria gracias a su riqueza en azúcares y compuestos funcionales como carotenoides son pigmentos amarillos y fenólicos tiene propiedades antioxidantes. La caña de maíz, ha evidenciado su capacidad como fuente de jarabes naturales por su contenido de azúcares como sacarosa y glucosa. A través de procesos de hidrólisis y fermentación controlados, es posible modificarlos para lograr mezclas con un bajo índice glucémico 55 – 65% debido a su bajo contenido de azúcar (Soto, 2014). Este tipo de jarabes ofrece una opción alentadora frente a los endulzantes tradicionales, como la sacarosa o el jarabe de maíz de alta fructosa, ya que su ingesta en grandes cantidades esta relacionados con el aumento y avance del día vetes tipo 2 (Charalla, 2019).

Varios estudios han investigados la viabilidad de elaborar jarabes enriquecidos con compuestos bioactivos derivados de la caña de maíz, como los polifenoles. Estos no solo aportan dulzura, sino que también ayudan a regular los niveles de glucosas en sangre y a disminuir el estrés oxidativo en personas con diabetes. Estos productos no solo proporcionan ventajas metabólicas, sino que también se adaptan a la tendencia de consumir alimentos funcionales y sostenibles (Amaya, 2021).

En contexto, la utilización de la caña de maíz para producir jarabe no solo favorece la sostenibilidad ambiental al dar una segunda vida a los residuos agrícolas, sino que también ayuda en el desarrollo de soluciones alimentarias específicas para grupos vulnerables, como las personas con diabetes. Por lo tanto, esta innovación puede incorporarse a un modelo de economía circular, fomentando el desarrollo rural y tiene un contenido calórico relativamente bajo en comparación con otros edulcorantes.

1.3. Formulación del problema

¿Es factible obtener jarabe de distintas variedades de maíz a distintas temperaturas y tiempo de cocción?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general:

□ Aprovechar la caña de maíz amarillo y blanco (*Zea mays*) para la obtención de jarabe.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar el zumo de caña de maíz de dos variedades.
- Obtención de jarabe de caña de maíz de dos variedades.
- Realizar análisis fisicoquímicos del jarabe de maíz para determinar el mejor tratamiento.
- Determinar el análisis proximal, perfil de azúcares y microbiológico del mejor tratamiento.

1.5. Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad (Tareas)	Metodología	Resultado
Objetivo 1			
Caracterizar el zumo de caña de maíz de dos variedades.	Recolección de pH muestras.	Sólidos solubles	Resultado en la Tabla 9
		Azúcares totales	Tabla 10
	Extracción de zumo	Sacarosa	
		Glucosa	
Análisis fisicoquímicos.		Fructosa	
Objetivo 2			
Obtención de jarabe de caña de maíz de dos variedades.	Diagrama de flujo		Resultado en la Tabla
	Elaboración de jarabe	Método de Evaporación.	12
Objetivo 3			
Realizar los análisis fisicoquímicos del jarabe de maíz para determinar el mejor tratamiento.	Análisis físicos, químicos del jarabe de maíz	Sólidos solubles	Resultados en la Tabla 16
		Ceniza	Tabla 19
		Humedad	Tabla 22
	Determinación del mejor tratamiento		pH
			Mejor tratamiento Tabla 24
Objetivo 4			

Determinar el análisis proximal, perfil de azúcares y microbiológico del mejor tratamiento.	Análisis proximal,	Proteína	Resultado en la
	perfil de azúcares y	Vitamina A	
	microbiológico del	Vitamina D3	
	mejor tratamiento.	Vitamina E	
	Azúcares totales		Tabla 25
		Sacarosa	Tabla 26
		Glucosa	Tabla 27
		Fructosa	
		Mohos, levadura, coliformes totales y eschericha coli	

Elaborado por: (Bonilla & Guzmán, 2025).

1.6. *Fundamentación Teórica o Marco Referencial*

1.6.1. Antecedentes

- Naula (2022), desarrolló un jarabe de uvilla (*Physalis peruviana L.*) endulzado con sacarosa y miel, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, así como microbiológicas para garantizar que cumplieran con los estándares establecidos para su uso en repostería. Los análisis fisicoquímicos revelaron que el jarabe endulzado con sacarosa presentó un pH más alto (3,74) y mayor contenido de sólidos solubles (63,50), esto favoreció la gelificación en combinación con la pectina. En contraste, el jarabe endulzado con miel mostró valores superiores de humedad (43,91) y cenizas (3,14) debido al menor aporte de sólidos solubles por la ausencia parcial de sacarosa, lo que incrementó el contenido de humedad. En cuanto a los análisis microbiológicos, ambos jarabes estuvieron libres de aerobios mesófilos, mohos, levaduras y coliformes, evidenciando un adecuado control higiénico durante la manipulación de la materia prima y la obtención de un producto seguro para el consumo.
- Reyes & Díaz (2021) realizó un estudio sobre el consumo de jarabe de maíz alto en fructosa y su relación con el desarrollo de sobrepeso y obesidad, condiciones que están asociadas con el aumento de enfermedades no transmisibles, como hipertensión, diabetes mellitus y enfermedades cerebrovasculares, las cuales figuran entre las principales causas de mortalidad tanto a nivel mundial como nacional. En su

investigación, abordaron los factores etiológicos del sobrepeso y la obesidad, reconocidos como condiciones multifactoriales, con un enfoque particular en el consumo excesivo de carbohidratos, haciendo énfasis en el jarabe de maíz alto en fructosa. Además, presentamos los avances actuales sobre su uso en la industria alimentaria, su proceso de absorción, metabolismo y sus efectos en el estado nutricional, así como su contribución al desarrollo y hombre.

- Hernández (2019) llevó a cabo un estudio sobre jarabes azucarados obtenidos a partir de residuos agroindustriales, destacando los beneficios ambientales de la economía circular. Este modelo ayuda a reducir la extracción de recursos naturales, minimizar la generación de residuos y emisiones, promover el uso de energías renovables y mejorar la eficiencia en el uso del agua. Además, contribuye a disminuir los costos de las materias primas, facilita el acceso a nuevas fuentes de financiamiento, fomenta la innovación en modelos de negocio, abre puertas a nuevos mercados y mejora la productividad y competitividad de las empresas.
- Arango, et al., (2018) llevaron a cabo un estudio sobre el tratamiento de cuestiones socio-científicas en la enseñanza de las ciencias naturales. El trabajo propone un enfoque educativo que utiliza el jarabe de maíz alto en fructosa en la industria alimentaria como tema central, con el objetivo de promover una comprensión científica entre los estudiantes, que les permita tomar decisiones informadas y responsables sobre su dieta. La propuesta incluye actividades que abordan este tema desde una perspectiva socio-científica, fomentando el aprendizaje colaborativo, la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia y la adopción de hábitos de vida saludables, como una alimentación equilibrada. Asimismo, se destacan los riesgos asociados al uso de ciertos aditivos alimentarios que pueden tener repercusiones en la salud. Este estudio busca motivar a los docentes a integrar temas relacionados con la salud y el conocimiento científico en sus enseñanzas.
- Mansilla (2018), evaluó los maíces opaco-2 y morado, seleccionando genotipos con alta calidad agroalimentaria. Las harinas de estos genotipos mostraron mayor contenido de lisina y proteínas más digestibles en comparación con los controles (pisingallo y blanco duro). En cuanto al almidón, los genotipos opacos evidenciaron menor contenido de amilosa, mayor viscosidad y mejor capacidad de gelatinización. El maíz morado destacó por su alto contenido de polifenoles, antocianinas y capacidad antioxidante. Permitieron identificar materiales con mayor calidad nutricional y funcional, abriendo posibilidades para la mejora genética y el desarrollo de variedades mejoradas.

- López , et al., (2018), realizaron una investigación sobre aprovechamiento de los tallos de maíz (*Zea mays*) del híbrido Dk 7088 en distintas edades (80, 90 y 110 días) el jugo se extrajo mediante un trapiche artesanal y se concentró hasta superar los 60° Brix para obtener la miel. Se analizaron pH 5,8, sólidos solubles 50 – 55%, rendimiento 1,7% y características sensoriales, determinando la edad óptima para maximizar la calidad y el rendimiento 5,5 – 5,7%. En Ecuador, el cultivo de maíz cubre cerca de 500 mil hectáreas, pero los residuos como tallos, hojas y espigas suelen ser subutilizados o descartados. El tallo de maíz, contiene un alto nivel de azúcares, para producir miel con aplicaciones en la alimentación animal y humana, optimizando el uso de los recursos agrícolas y generando valor agregado.

1.6.2. Marco Teórico

1.6.2.1. Maíz y Características

El maíz constituye una de las principales fuentes alimenticias a nivel global, este cultivo es fundamental en América Latina, debido a sus características agronómicas y nutricionales (Cañarte, 2024). Este cereal es cultivado a nivel del mar, es utilizado para la alimentación de animales, especialmente aves. Donde no hay presencia de heladas, favorece el cultivo en condiciones ideales (Izquierdo, 2023).

El maíz es un cultivo que puede desarrollarse en diversos tipos de suelo, siempre que se utilicen variedades adecuadas y prácticas agrícolas óptimas. No obstante, los terrenos más favorables para su crecimiento son aquellos de textura media a pesada, con una buena profundidad, adecuado drenaje y alta fertilidad, como los suelos arcillosos y limosos que retienen bien la humedad (Aguirre & Poveda, 2020). Por el contrario, los subsuelos ácidos o compactos dificultan el crecimiento radicular. En cuanto a la densidad de siembra, se recomienda establecer entre 70,000 y 80,000 plantas por hectárea para maximizar la producción (Valarezo, et al., 2024).

Ilustración 1: Planta de maíz.



Fuente: (García, 2023).

El maíz no solo es importante por sus granos, sino también por sus subproductos, como el tallo o caña, que a menudo no se utiliza de forma eficiente en las industrias. A pesar que históricamente la caña de maíz se ha empleado para la alimentación de animales o como insumo para compostar, estudios recientes indican que este subproducto podría ser convertido en productos con mayor valor añadido, como jarabes y distintos edulcorantes naturales (Vasconez, 2024).

1.6.2.2. Taxonomía de caña de maíz

El maíz cultivado se distingue de esta planta silvestre por su estructura, que habitualmente es solitaria y mucho más grande:

Tabla 2 *Taxonomía de la caña de maíz (Zea Mays).*

Reino:	Plantae
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Pteropsidae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Monocotiledoneae
Grupo:	Glumifora
Orden:	Graminales
Familia:	Gramieae
Tribu:	Maydeae
Género:	Zea
Especie:	Mays
Nombre científico:	Zea mays L.
Nombre común:	Maíz

Fuente: (Lima, 2021).

1.6.2.3. Tipos de maíz

A nivel mundial a través del tiempo se han identificado numerosas variedades de maíz. (Shamirian, 2023) en su investigación clasifica de la siguiente manera el maíz:

□ *Maíz morado*

Es originario de Perú y México, su color morado indica un alto contenido de antocianinas, antioxidantes con propiedades beneficiosas, además de ser rico en hierro y calcio (Analuisa, et al., 2023).

□ *Maíz blanco*

Es destinado principalmente a la alimentación humana, es menos dulce que otras variedades y se utiliza hervido, horneado o frito según la región. El maíz blanco es un cultivo fundamental en la Sierra ecuatoriana por la extensión de su siembra y su relevancia en la alimentación (Angamarca & Delgado, 2022). Su producción varía según la altitud: en tierras bajas predomina el maíz amarillo cristalino para la industria avícola, mientras que en zonas altas se cultivan variedades harinosas destinadas al consumo humano. Para su óptimo desarrollo, requiere entre 500 y 700 mm de agua distribuidos en sus fases críticas. La falta de lluvias adecuadas afecta el crecimiento, por lo que es necesario complementar con riego. Además, el suelo necesita fertilización para mejorar la producción (Carranza, 2020).

Un estudio del INIAP evaluó el impacto del riego y fertilización en el rendimiento del maíz variedad INIAP 101. Los mejores resultados se obtuvieron con riego y fertilización completa, alcanzando 4,32 t/ha, mientras que sin riego ni fertilización solo se obtuvo 2,02 t/ha, evidenciando un incremento del 46% en la productividad (Albán, et al., 2021).

□ *Maíz amarillo*

Es empleado industria y ganadería; sus carotenoides aportan un color amarillo atractivo a productos derivados. En Ecuador, la producción de maíz amarillo está intrínsecamente vinculada a las condiciones ambientales del área de cultivo, donde factores como la humedad y la temperatura son determinantes para el crecimiento óptimo del maíz (García, 2021). El ciclo del cultivo se adapta al clima y a la estacionalidad, lo que permite programar dos períodos de siembra y cosecha anuales. A lo largo de la cadena de valor, participan desde los agricultores hasta proveedores de insumos y servicios financieros, pasando por transformadores que procesan el grano en productos como harinas, bebidas y envases biodegradables (Colque & Oblitas, 2024). La comercialización está regulada por asociaciones y centros de acopio, con la calidad del grano influida por la humedad y pureza. Gracias a la adopción de semillas mejoradas y certificadas, así como a prácticas agrícolas optimizadas, el rendimiento de maíz en Ecuador ha mostrado un crecimiento significativo, alcanzando un máximo de 6,6 t/Ha (Analuisa, et al., 2023).

□ *Maíz dulce*

Son de granos suaves, tienen alto contenido de azúcares, es popular pero vulnerable a plagas, y generalmente corresponde al maíz amarillo

□ *Maíz criollo*

Incluye variedades tradicionales preservadas desde tiempos prehispánicos, cada una adaptada a una región específica, con unas 50 conocidas.

□ *Maíz rolado*

Es usado exclusivamente para ganado, se procesa mediante cocción y laminado para mejorar su digestibilidad y facilidad de consumo.

1.6.2.4. Usos

El maíz es un cultivo versátil con múltiples aplicaciones en la industria y la alimentación. Su grano es usado para el consumo humano y la producción de concentrados para animales. Aparte es una materia prima clave en la obtención de etanol, empleado tanto en la fabricación de alcoholes industriales como en la elaboración de bebidas alcohólicas y biocombustibles (Loayza, 2020). Otro uso importante es la producción de jarabe de alta fructosa, un edulcorante esencial en la industria de bebidas refrescantes. En cuanto al forraje, la planta puede aprovecharse en diferentes etapas de su desarrollo, ya sea mediante pastoreo o en forma de ensilaje, proporcionando una fuente nutritiva para ganado lechero de alta producción y sistemas intensivos de engorde (Rodríguez, 2020).

1.6.2.5. Caña de maíz

La caña de maíz posee azúcares y fibra que, en determinadas circunstancias, pueden ser extraídos y convertidos en jarabes. En el tallo del maíz se pueden hallar varios componentes químicos, incluyendo celulosa, hemicelulosa y lignina, así como azúcares simples como la glucosa y la fructosa, los cuales son esenciales para la producción de jarabe (Leon, 2019). Estas estructuras de fibra pueden descomponerse a través de procesos químicos, enzimáticos o biotecnológicos, lo que permite convertirlas en compuestos más simples y útiles para la industria alimentaria. El uso de la caña de maíz no solo contribuye a disminuir los residuos agrícolas, sino que también favorece la economía circular al transformar lo que antes se consideraba un desecho en un recurso valioso (Angamarca & Delgado, 2022).

Ilustración 2:Caña de maíz.



Fuente: (Kètzal, 2020)

El tallo que es conocido como caña, está formado en su mayoría por celulosa, hemicelulosa, lignina y azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa. Su contenido de agua oscila entre el 65 % y el 75 % de su peso total, y puede alcanzar una altura de entre 1 y 3 metros. Usualmente se aprovecha como subproducto agrícola para la producción de productos como jarabe, bioetanol y celulosa (Ordóñez, et al., 2022).

Tabla 3 *Morfología de la caña de maíz (Zea Mays).*

<i>Característica</i>	Descripción
Estructura y composición:	La caña de maíz, que soporta y transporta nutrientes en la planta, está formada por celulosa, hemicelulosa, lignina y carbohidratos solubles, incluidos azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa, útiles para producir jarabe.
Tamaño y crecimiento	Dependiendo de la variedad, puede medir entre 1 y 3 metros de altura y tener un diámetro de 2 a 4 cm, según las condiciones de cultivo.
Contenido de humedad	Al cosechar, la caña presenta un alto contenido de agua, que varía entre el 65 % y 75 % de su peso.
Producción de azúcares	Las variedades de maíz dulce o forrajero contienen más azúcares simples, facilitando su extracción para elaborar jarabes.
Sostenibilidad	La caña de maíz, como subproducto agrícola, es una alternativa sostenible y económica para obtener jarabes, bioetanol y celulosa.

Diferencia entremaíz amarillo y blanco Las cañas de ambas variedades son similares, pero pueden variar ligeramente en carbohidratos y lignina según la variedad y manejo.

Fuente: (Vite, 2020)

La caña de maíz contiene carbohidratos solubles como glucosa y sacarosa, fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa, lignina), minerales esenciales y un alto contenido de agua (65-75 %), lo que facilita la extracción de azúcares. Además, posee proteínas estructurales en menor cantidad y compuestos útiles para la producción de bioetanol y jarabes (Chan, et al., 2021).

Tabla 4 Valor nutricional del zumo de caña de maíz.

<i>Compuestos</i>	<i>Cantidad</i>
Calorías	40-50 kcal
Carbohidratos	9-12 g
Grasas	0 g
Proteínas	0.1-0.2 g
Fibra	0.1-0.5 g
Ácido fólico	5-10 mcg
Potasio	150-180 mg
Magnesio	10-20 mg
Calcio	10-15 mg
Fósforo	5-10 mg
Vitamina C	1-2 mg
Vitamina B1	0,155 mg
Vitamina B3	1,8 mg
Vitamina B5	0,5 mcg

Fuente: (Shamirian, 2023).

1.6.2.6. Propiedades del Zumo de Caña de Maíz

El zumo de caña de maíz es una fuente rica en azúcares naturales, como glucosa, fructosa y sacarosa, que proporcionan energía rápida y fácilmente aprovechable por el organismo. Con un alto contenido de agua y minerales como el potasio, el zumo ayuda a mantener una adecuada hidratación, lo cual es fundamental para el funcionamiento de los órganos y la regulación de los líquidos corporales (Bailey, 2021). Contiene compuestos fenólicos y flavonoides que actúan como antioxidantes. Estos componentes contribuyen a neutralizar los radicales libres, reduciendo el daño celular y el estrés oxidativo en el cuerpo (Alcantara, et al., 2021).

El jugo de caña de maíz, gracias a sus compuestos bioactivos, exhibe propiedades antiinflamatorias leves, lo que puede ser útil para disminuir la inflamación y aliviar molestias menores. Además, es una excelente fuente de minerales como potasio, magnesio, calcio y fósforo, que son cruciales para el funcionamiento muscular, la regulación de la presión arterial

y el cuidado de la salud ósea. Siendo una bebida baja en grasas, resulta una opción saludable para quienes desean controlar su ingesta calórica (Zambrán et al., 2021).

1.6.2.7. Beneficios para la Salud

Aunque el zumo de caña de maíz tiene un contenido relativamente bajo de fibra en comparación con otros alimentos ricos en fibra, puede contribuir a mejorar la digestión (Alcantara, et al., 2021). Además, su naturaleza alcalina ayuda a equilibrar el pH del cuerpo, lo que puede aliviar problemas digestivos leves, como la acidez estomacal. Gracias a su elevado contenido de azúcares naturales, proporciona una fuente rápida de energía, lo que lo convierte en una opción ideal para quienes necesitan recuperarse rápidamente después de hacer ejercicio o para aquellos que atraviesan un día agotador (Rivera , 2020).

Los minerales como el magnesio y el calcio presentes en el zumo de caña de maíz son esenciales para el buen funcionamiento del sistema nervioso, contribuyendo a reducir el estrés y la ansiedad. Además, el potasio y el magnesio desempeñan un papel importante en la regulación de la presión arterial, lo que favorece un sistema cardiovascular saludable (Ortega, 2021).

Por otro lado, la vitamina C y otros antioxidantes presentes en el zumo fortalecen el sistema inmunológico, ayudando a proteger al cuerpo de infecciones y enfermedades. Asimismo, el zumo de caña de maíz posee propiedades diuréticas suaves, que favorecen la eliminación de toxinas a través de la orina, promoviendo una función renal adecuada (Aguirre & Poveda, 2020).

A pesar de ser una bebida energética debido a su contenido de azúcares, el zumo de caña de maíz es bajo en grasas, lo que lo convierte en una opción saludable dentro de una dieta equilibrada, siempre que se consuma con moderación. Así, proporciona energía sin añadir calorías vacías derivadas de grasas saturadas (Olmedo, 2021).

1.6.2.8. El jarabe

Es un producto extraído del hidrólisis completa del almidón, sucesiva de procedimientos enzimáticos y de refinación; es de consistencia homogénea y viscosa. Se encuentra presente como aditivo en casi todos los alimentos y bebidas (Verdecchia, 2020).

La hidrólisis es una reacción química en la que una macromolécula se descompone por medio de la acción del agua, dando lugar a fragmentos más pequeños. En este proceso, los enlaces químicos de la molécula original se rompen, propiciando que los átomos del agua se incorporen en los productos resultantes (Colque & Oblitas, 2024).

1.6.2.9. Uso y características funcionales del jarabe de maíz

Es empleado en la producción de galletas, cereales para el desayuno, confitería, barras energéticas, productos de panadería, conservas, salsas y postres debido a sus propiedades

higroscópicas, por su capacidad de retención de humedad, baja tendencia a cristalizar, facilidad de fermentación, contribución a la reacción de Maillard y regulación del punto de congelación. Asimismo, se utiliza como endulzante en bebidas como jugos concentrados, jugos en polvo, refrescos y aguas saborizadas gracias a su elevado poder edulcorante (Bravo, 2021). Este producto, también conocido como jalea o almíbar, tiene una consistencia fluida y translúcida que facilita su filtración (Hernandez, 2023).

El jarabe se compone de soluciones y jugos, que pueden derivar de fuentes vegetales, y tiene diversas aplicaciones en industrias como la cervecera, panadera, de bebidas alcohólicas y confitería (Pereira, 2024). Durante su producción, es importante considerar parámetros como los grados Brix; por ejemplo, si la fruta tiene un alto nivel de dulzor, se añadirá un jarabe con menor °Brix. También es posible utilizar sustitutos del azúcar, como glucosa, stevia o fructosa, según el público al que se dirija el producto (Peralta & Alquino, 2020).

Según la Norma Oficial Mexicana (NOM 218, 2011), el jarabe es un producto que contiene agua y azúcares en concentraciones determinadas para alcanzar la consistencia deseada, y se somete a un tratamiento térmico para asegurar su conservación. A lo largo del tiempo, el uso de jarabes se ha ampliado, siendo empleado para enmascarar sabores indeseables (Villalobos, 2021).

1.6.2.10. Tipos de jarabes

El jarabe de maíz se obtiene mediante la hidrólisis de los carbohidratos del maíz, un proceso que puede ser facilitado por ácidos o enzimas. En este sentido, utilizar la caña de maíz como fuente de azúcares es una alternativa viable, ya que también puede someterse a hidrólisis enzimática o ácida para descomponer los polisacáridos en azúcares simples como glucosa y fructosa (Aldana & Beccio, 2020). A partir del jugo de caña de maíz, es posible producir diversos tipos de jarabes, dependiendo de los procesos aplicados y su uso final.

Tabla 5 Cuadros de tipos de jarabes.

Tipos de jarabes	Descripción
Jarabe de glucosa	Obtenido por hidrólisis de polisacáridos del jugo de caña, es utilizado como humectante en caramelos y productos industriales.
Jarabe de alta fructosa (HFCS)	Con un contenido de fructosa entre el 42 % y 55 %, se utiliza en bebidas, productos horneados y alimentos procesados debido a su dulzura superior.
Jarabe invertido	Mezcla de glucosa y fructosa, estabiliza los productos alimenticios y se usa en confitería, helados y conservas.

Jarabe fermentable	Rico en azúcares fermentables, se utiliza para producir bioetanol y bebidas alcohólicas como cerveza y licores.
Jarabe natural concentrado	Derivado directamente del jugo de caña, se usa como endulzante natural en alimentos y bebidas procesadas.
Jarabe saborizado o fortificado	Jarabe al que se le añaden saborizantes, colorantes o nutrientes, usado en siropes y bebidas funcionales.

Fuente: (Pérez & Rodríguez 2020)

La repostería, como rama de la gastronomía, tiene un impacto significativo en los ámbitos turístico, económico y cultural. Dentro de esta área, los jarabes, jaleas, mermeladas y manjares se utilizan como ingredientes para decorar, rellenar o formar la base de diversos postres (Aguirre & Poveda, 2020). En la actualidad, la tendencia en repostería es incorporar productos que ofrezcan beneficios al consumidor, haciendo que los jarabes de frutas sean una opción saludable que mejora tanto la textura como el sabor de los productos finales. El jarabe de caña de maíz es adecuado para (Albán, et al., 2023):

Personas activas: Ofrece energía rápida gracias a su alto contenido de glucosa y fructosa, ideal para quienes requieren mayor aporte calórico, como los deportistas (Chavez, 2021).

Consumidores que prefieren alternativas naturales: Es un edulcorante natural sin compuestos artificiales, perfecto para quienes evitan químicos sintéticos y buscan productos orgánicos (Charalla, 2019).

Personas con intolerancia al gluten: Al ser libre de gluten, es seguro para quienes padecen enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten (Muñoz, 2023).

Niños y adolescentes: Proporciona energía para su crecimiento y actividades diarias, aunque debe consumirse con moderación para evitar exceso de azúcares (Vite, 2020).

1.6.3. Marco conceptual

Ácidos. - Son compuestos químicos capaces de liberar protones (H^+) en solución, lo que les confiere su carácter ácido.

Antioxidantes: Son compuestos que protegen a las células contra el daño causado por los radicales libres, moléculas inestables que pueden acelerar el envejecimiento celular y aumentar el riesgo de enfermedades como el cáncer y trastornos cardiovasculares.

Bioactivos: Son sustancias que, al ser absorbidas por el cuerpo, tienen un efecto directo sobre las funciones biológicas y fisiológicas, contribuyendo a mantener la salud y prevenir el desarrollo de enfermedades.

Carbohidratos. - Los carbohidratos no solo son una fuente rápida de energía para las células, sino que también cumplen funciones estructurales y participan en diversas rutas metabólicas esenciales.

Celulosa. - Es un polímero natural compuesto por cadenas largas de glucosa unidas mediante enlaces 1,4- β -glucosídicos. Presenta una estructura semicristalina cuya configuración puede variar según la fuente de la que se obtenga.

Coliformes: Son bacterias que se encuentran comúnmente en el ambiente, como en el suelo, el agua y los restos orgánicos. Su presencia se utiliza como indicador microbiológico para evaluar la calidad sanitaria del agua y los alimentos, ya que puede señalar la posible contaminación fecal.

Edulcorante: Es un sustituto del azúcar, un aditivo alimentario diseñado para proporcionar un dulzor superior al del azúcar común, generalmente con un contenido energético más bajo.

Enzimas: Son proteínas especializadas que actúan como catalizadores biológicos, acelerando reacciones químicas específicas sin ser consumidas en el proceso.

Fibra alimentaria: Son carbohidratos no digeribles que permanecen después de la digestión de proteínas, grasas, almidones y azúcares en alimentos de origen vegetal.

Físicoquímica: Es una disciplina que combina principios de la física y la química para estudiar los fenómenos que ocurren en la interfaz entre dos fases.

Fructosa. - Este monosacárido de seis carbonos, conocido por su estructura cetosa, se encuentra naturalmente en frutas, miel y ciertos vegetales, siendo un componente importante en productos dulces.

Glucosa. - Es un monosacárido con seis átomos de carbono (hexosa) y constituye una fuente principal de energía para diversos organismos.

Gluten. - Es la principal proteína de almacenamiento en los granos de trigo. Se trata de una mezcla compleja de proteínas, principalmente gliadina y glutenina.

Hemicelulosa: Es un polisacárido complejo que, junto con la celulosa y la lignina, constituye las paredes celulares de las plantas, brindando soporte estructural.

Hidrólisis enzimática: Es una reacción bioquímica facilitada por enzimas, que permite romper enlaces químicos, como los glucosídicos presentes en los polisacáridos, utilizando agua. Este proceso es clave para la comparación de compuestos como la celulosa, hemicelulosa y almidón, convirtiéndolos en azúcares simples, como la glucosa, los cuales son fundamentales en la producción de jarabes y otros productos industriales.

Lignina. - Es un polímero complejo que otorga rigidez y resistencia a las paredes celulares vegetales. Además, actúa como una barrera protectora frente a microorganismos y agentes degradantes.

Mesófilos: Son microorganismos que se desarrollan en condiciones de temperatura moderada, con un rango óptimo de entre 20 °C y 45 °C. En la industria alimentaria y otros sectores productivos, su monitoreo es crucial para garantizar la seguridad e inocuidad del producto.

Perfil de azúcares: Se refiere a la composición y concentración de distintos tipos de azúcares presentes en una sustancia, como un jarabe, fruta o materia prima vegetal. **Sacarosa:** También conocida como azúcar común, es un disacárido que se extrae principalmente de la caña de azúcar y la remolacha. Es uno de los compuestos orgánicos más producidos en su forma pura.

1.7. Metodología del proyecto de investigación

1.7.1. Métodos de investigación

1.7.1.1. Investigación documental

La investigación documental se basa en el análisis, recopilación y síntesis de información que ya ha sido registrada en documentos previos, tales como libros, artículos académicos, tesis, entre otros; con el propósito de fundamentar o ampliar un conocimiento sólido para futuras investigaciones sobre un tema específico (Constantino, 2024).

Este método permitió recopilar y analizar información relevante de fuentes confiables (artículos científicos, tesis, normativas) que proporcionaron información sobre las propiedades físicas y químicas de la caña de maíz, los procedimientos de extracción de azúcares, así como las tecnologías empleadas en la producción de jarabes, proporcionando una base sólida para que el diseño de sus procesos sean eficientes igual que sostenibles, asegurando un enfoque respaldado por evidencia científica y adaptado a los objetivos planteados acerca del tema de investigación sobre el jarabe de caña de maíz.

1.7.1.2. Investigación descriptiva

Esta investigación tiene un enfoque en la observación tanto como en el análisis de un fenómeno, a través de criterios sistemáticos que facilitan describir las características del objeto estudiado. Se limita a observar tanto como a registrar información del comportamiento de las variables en el proceso, con el objetivo de presentar un panorama claro y detallado de los elementos estudiados (Fernandez & Baptista, 2014).

Este enfoque permitió la recolección de datos de propiedades fisicoquímicas de maíz amarillo y blanco, los procedimientos de producción del jarabe y las características del producto final que

permitieron obtener una información viable; en relación con la hipótesis, marco teórico y los resultados analizados.

1.7.1.3. Investigación experimental

Esta investigación se fundamenta en la manipulación controlada de las variables independientes con la finalidad de observar cómo afecta las variables dependientes, mientras el investigador controla los factores que pueden influir en los resultados estudiadas. Permitiendo comparaciones entre los grupos de control y los experimentales lo cual favorece la validación de las hipótesis (Andino , 2023).

Favoreció en la obtención de datos al permitir evaluar de manera controlada los efectos de las variables independiente (temperatura y tiempo de cocción) sobre las variables dependientes (pH, humedad, ceniza y sólidos solubles), permitiendo una comprensión clara del porque o como suceden ciertos efectos simplificando la validación de las hipótesis y conclusiones confiables.

1.7.1.4. Investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa se centra en la recolección y el análisis de datos en forma de cifras, para comprender los patrones de comportamiento y las relaciones causales del fenómeno estudiad; a través de métodos estadísticos y matemáticos con la finalidad de aseverar la precisión en los resultados (Avellaneda & Rivera, 2023).

Permitió valorar la efectividad de los tratamientos planteados para la producción del jarabe de maíz blanco y amarillo; además facilito el análisis de los datos numéricos recolectados durante el estudio facilitando la comparación de la información obtenida.

1.7.2. Técnicas de investigación

1.7.2.1. Observación

Esta técnica se emplea para realizar un análisis exhaustivo de la producción y la interacción de variables, como la selección de las materias primas, con el fin de establecer los porcentajes necesarios para obtener las formulaciones óptimas en la elaboración del jarabe.

1.7.2.2. Registro de hechos

Para esto se realizó la toma de datos en todo el proceso para luego aplicar el diseño experimental y realizar la debida interpretación estos datos fueron tomados de todos los tratamientos que se realizó en esta investigación.

1.7.3. Instrumentos de investigación

Los instrumentos de investigación se eligen según el tipo, nivel y diseño del estudio, considerando el número de participantes o unidades de análisis. La siguiente etapa implica la

recolección de datos y su correcta organización, a partir de las diversas fuentes utilizadas por el investigador.

1.7.3.1. *Materia prima*

- Zumo de caña de maíz amarillo, variedad INIAP
- 198 - Zumo de caña de maíz blanco, variedad INIAP 101

2.7.3.4 Conservantes

- Sorbato de sodio
- Ácido cítrico

1.7.3.2. *Materiales*

Bandejas plásticas

- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Probeta de 500 mL
- Papel filtro
- Pinzas

1.7.3.3. *Equipos*

- Balanza analítica
- Balanza digital
- Deshidratador
- Estufa Mufla

1.7.4. Procedimiento de extracción de zumo de caña de maíz amarillo y blanco.

1.7.4.1. *Recolección*

Las plantas de maíz fueron recolectadas cuando los granos estuvieron maduros (la maduración tardo un periodo de 6 meses); los cortes fueron realizados con un machete que previamente fue desinfectado, el procedimiento fue realizado en la provincia de Cotopaxi en el cantón Salcedo en la parroquia Mulalillo en el barrio Cunchibamba Chico.

Ilustración 3: *Google maps.*



Fuente: (Google masp, 2025).

1.7.4.2. Selección de la materia prima

Las cañas fueron seleccionadas meticulosamente con la finalidad de evitar que la materia prima tenga la presencia de manchas, grietas y mohos, para evitar cualquier contaminación dentro del proceso y continuar con el siguiente proceso.

1.7.4.3. Limpieza y preparación

Las cañas fueron lavadas y secadas correctamente para eliminar cualquier impureza, tierra o residuos. Luego, se cortó en trozos pequeños para facilitar el molido de la caña para adicionalmente extraer el jugo.

1.7.4.4. Extracción de jugo

Se utilizó un molino especializado para extraer el jugo de la caña que se lo realiza mediante la trituración para lo cual se utilizó 9 kg de caña de maíz amarillo y obtuvimos 2,4 L de zumo del mismo modo se utilizó la misma cantidad para extraer el zumo de caña de maíz blanco.

1.7.4.5. Filtrado

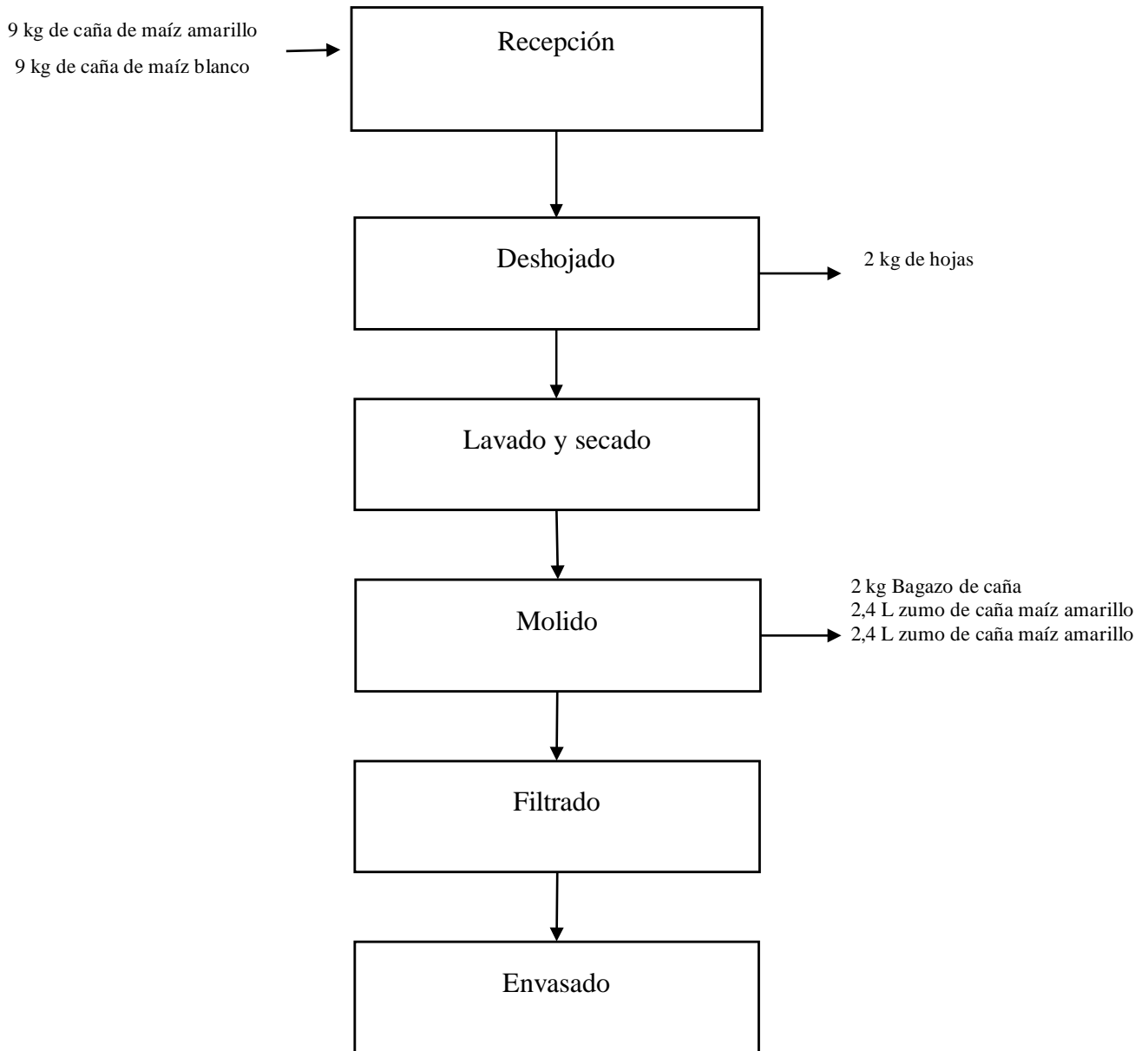
El jugo extraído debe ser filtrado para eliminar impurezas y sólidos no solubles para evitar cualquier contaminación en el producto final.

1.7.4.6. Envasado

Una vez filtrado el zumo de caña de maíz amarillo y blanco se debe envasar en botellas de plástico previamente esterilizados es importante que los envases estén bien sellados para evitar contaminación.

1.7.4.7. Diagrama de proceso de extracción de zumo de caña.

Figura 1 Diagrama de flujo de la extracción de zumo de caña de maíz 2 variedades.



Elaborado por: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

1.7.1. Procedimiento de elaboración de jarabe.

1.7.1.1. Filtrado

El jugo extraído debe ser filtrado para eliminar impurezas y sólidos no solubles para evitar cualquier contaminación en el producto final.

1.7.1.2. Cocción

Se procedió a cocinar a baja temperatura para evaporar el agua y concentrar los azúcares. Es necesario controlar el tiempo y la temperatura de la cocción para obtener la densidad 1,3 y 1,5 g/cm³, la viscosidad deseadas entre 200 y 400 centipoise. Para el tratamiento b1 a 65 °C*25 min, b2 a 70 °C*27 min y para el b3 a 75 °C*30 min.

1.7.1.3. Envasado

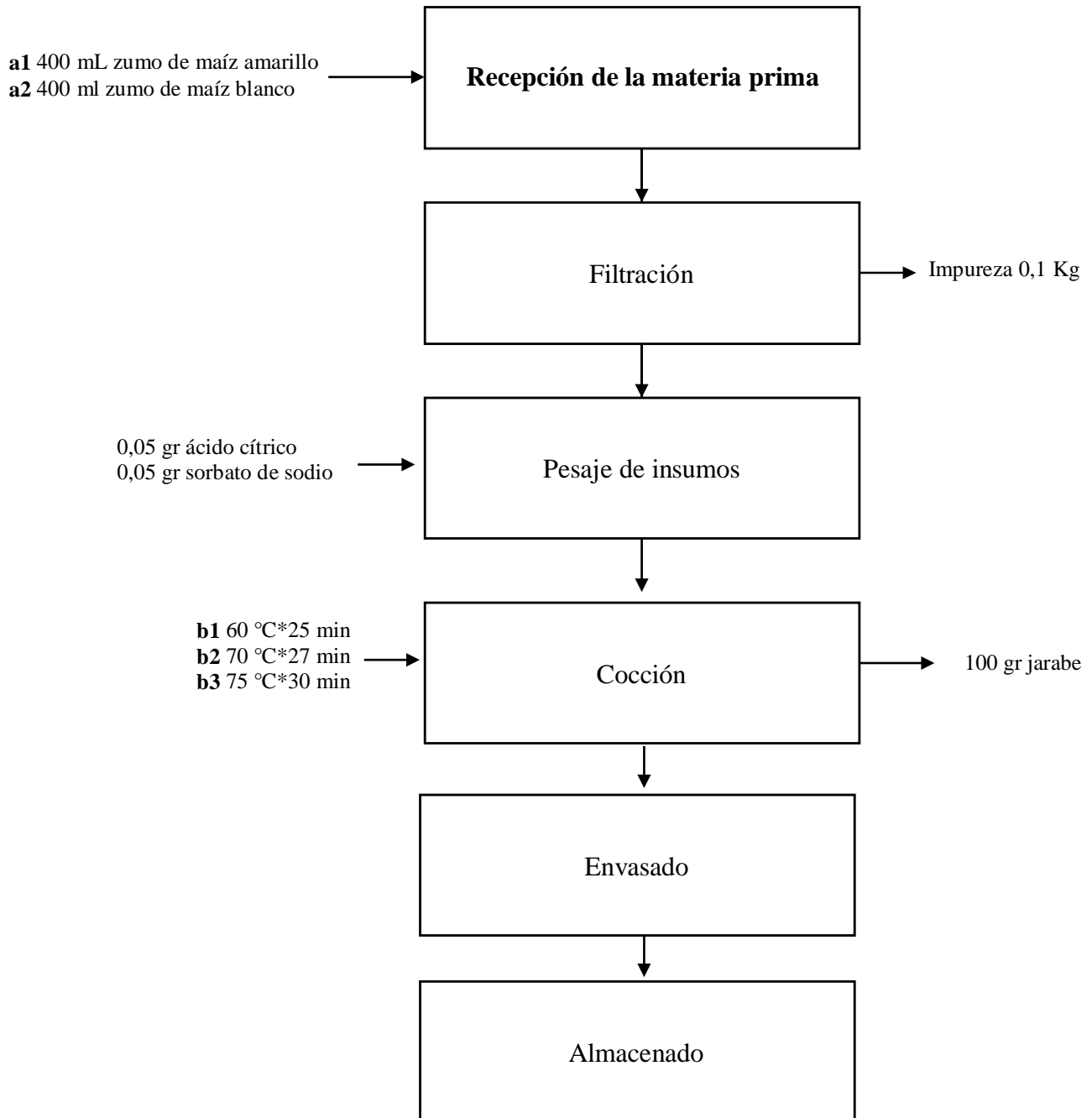
Una vez que el jarabe ha alcanzado la consistencia adecuada, debe ser envasado en frascos de vidrio previamente esterilizados. Es importante asegurar que los envases estén bien sellados para prevenir la contaminación y mantener la calidad del producto.

1.7.1.4. Almacenaje

El jarabe se debe almacenar en un lugar fresco y seco, protegido de la luz directa para preservar sus características. También es recomendable realizar pruebas periódicas de calidad para garantizar que el jarabe mantenga su pureza y concentración.

1.7.1.5. Diagrama de proceso de elaboración de jarabe.

Figura 2 Diagrama de flujo de la obtención del jarabe de caña.



Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

1.8. Metodología de características fisicoquímicas

1.8.1. Medición de pH

El valor de pH se midió siguiendo el método establecido por la AOAC (código 10-030) con el uso de un medidor de pH. Para este análisis, se tomó como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana emitida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 389, 1985).

1.8.2. Determinación de sólidos solubles Brix

La medición de los grados Brix en las muestras se realizó siguiendo la metodología propuesta por Gallo (1997), empleando un refractómetro. La determinación de los sólidos solubles (°Brix) se llevó a cabo conforme a la norma INEN 380 (1985).

1.8.3. Determinación de humedad

Se pesaron 5 g de la muestra preparada por duplicado y se colocaron en crisoles de porcelana. Posteriormente, se sometió a calentamiento en una estufa a 103°C durante 2 a 3 horas, hasta alcanzar un peso constante. La determinación del contenido de humedad se realizó siguiendo la metodología descrita por la AOAC (2008) mediante el “método de secado al horno”. Para ello, los crisoles fueron tarados y pesados hasta estabilizar su peso. Luego, se pesaron 5 g de jarabe obtenido del jugo de maíz amarillo y blanco, y se procedió a su secado en una estufa a 105°C durante 4 horas. Al finalizar el proceso, los crisoles fueron retirados con pinzas y trasladados a un desecador durante 30 minutos para su enfriamiento, tras lo cual se pesaron nuevamente las muestras para determinar la humedad.

1.8.4. Determinación de ceniza

La determinación de cenizas se llevó a cabo siguiendo la metodología establecida por la norma AOAC (2006). Para ello, se pesó un crisol previamente secado y, posteriormente, se agregaron 5 ml de jarabe. En el caso de muestras semilíquidas, el agua fue evaporada en una estufa a 105°C durante 1 hora. Luego, la muestra se incineró en una mufla a 550°C durante 3 horas. Finalizado este proceso, se dejó enfriar en un desecador antes de realizar el pesaje final. La ceniza obtenida debía presentar una coloración blanca o mantenerse con un peso constante.

1.9. Preguntas científicas o hipótesis

1.9.1. Hipótesis nula

Ho: La variedad de maíz y la temperatura de cocción no influyen significativamente en las propiedades fisicoquímicas del jarabe a base de zumo de maíz amarillo y blanco.

1.9.2. Hipótesis alternativa

H1: La variedad de maíz y la temperatura de cocción si influyen significativamente en las propiedades fisicoquímicas del jarabe a base de zumo de maíz amarillo y blanco.

1.9.3. Validación de hipótesis

En la investigación se aplicó un diseño experimental; para las variedades de maíz (amarillo y blanco), temperatura y tiempo de cocción se realizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A*B en el cual se realizó en el paquete estadístico Infostad versión 2020 una vez realizado el análisis se determinó el $p < 95\%$ de confiabilidad, en el caso de que este resulte $< 0,5$ se acepta la hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la hipótesis (Ho) para determinar la significancia se aplicara la prueba de Tukey, obteniendo como resultado que la variedad de maíz y temperatura tiempo de cocción si influyen significativamente en el jarabe.

1.10. Diseño experimental

En esta investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial, en el que se consideraron dos factores: A (variedades de maíz) y B (combinaciones de temperatura y tiempo de cocción). En total, se iniciaron seis tratamientos experimentales, cada uno con dos réplicas.

2.9.1 Factores de estudio

Factor A = Variedad de zumo de caña de maíz a1=
Zumo de maíz amarillo (INIAP-198), (400 mL) a2=
Zumo de maíz blanco (INIAP-101), (400 mL)
Factor B = Temperatura y tiempo de cocción b1=
65°C x 25 min b2= 70°C x 27 min b3= 75°C x
30 min

2.9.2 Tratamientos

La tabla 6 muestra los tratamientos y la combinación con el tipo de variedad de maíz (amarillo y blanco), la temperatura y tiempo de cocción.

Tabla 6 Descripción de los tratamientos.

Replica	Tratamientos	Descripción
----------------	---------------------	--------------------

I	t1 = a1 b1	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 65°C x 25 min
	t2 = a1 b2 t3	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 70°C x 27 min
	= a1 b3 t4 =	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 75°C x 30 min
	a2 b1 t5 =	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 65°C x 25 min
	a2 b2	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 70°C x 27 min
	t6 = a2 b3	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 75°C x 30 min
II	t1 = a1 b1	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 65°C x 25 min
	t2 = a1 b2 t3	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 70°C x 27 min
	= a1 b3 t4 =	Zumo de maíz amarillo (400 mL) + 75°C x 30 min
	a2 b1 t5 =	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 65°C x 25 min
	a2 b2	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 70°C x 27 min
	t6 = a2 b3	Zumo de maíz blanco (400 mL) + 75°C x 30 min

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

2.9.3 Variables e Indicadores

La tabla 7 presenta la variable independiente y las dependientes de la investigación juntamente con sus variables respuesta e indicadores, esta tabla permite una mejor comprensión de los factores evaluados, facilitando e identificando la relación que tienen entre si y la metodología que se empleó en el estudio. Los indicadores proporcionan datos claves de cada variable.

Tabla 7 Variables a evaluar y los indicadores.

<i>Variable dependiente</i>	<i>Variable independiente</i>	<i>Variable respuesta</i>	<i>Indicadores</i>
<i>Jarabe de maíz</i>	<i>Factor A</i> <i>Variedad de zumo de caña de maíz</i>	<i>Análisis físicos químicos (Todos los tratamientos)</i>	<i>Humedad %</i>
			<i>pH</i>
			<i>Sólidos solubles (° Brix)</i>
			<i>Cenizas %</i>
			<i>Proteína</i>
			<i>Vitamina A</i>
	<i>Factor B</i> <i>Temperatura y tiempo de cocción</i>	<i>Análisis proximal (mejor tratamiento)</i>	<i>Vitamina D3</i>
			<i>Vitamina E</i>
			<i>Azúcares totales</i>
			<i>Sacarosa</i>
			<i>Glucosa</i>
			<i>Fructosa</i>
	<i>Análisis microbiológicos (mejor tratamiento)</i>	<i>Mohos</i>	
		<i>Levaduras</i>	
		<i>Coliformes totales</i>	
		<i>E. coli</i>	

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Esquema del análisis de varianza

En la tabla 8 se presenta el esquema del análisis de varianza (ADEVA) para el aprovechamiento de la caña de maíz amarillo y blanco (*Zea mays*) para la obtención de jarabe. Este análisis permitió identificar las significancias estadísticas de los factores evaluados, así como sus interacciones diferenciando la variabilidad atribuible a los tratamientos de la variabilidad experimental. Para lo cual se incluyen fuentes de variación, grados de libertad, suma de cuadrados, cuadro medio, el valor de F y su significancia. Los valores obtenidos brindan una base estadística para identificar los parámetros obtenidos del procedimiento y el impacto de las características del jarabe de maíz.

Tabla 8 Esquema de ADEVA.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Fórmula</i>
<i>Total</i>	<i>11</i>	$(a * b * r) - 1$
<i>Repetición</i>	<i>2</i>	$n - 1$
<i>Factor A</i>	<i>1</i>	$a - 1$
<i>Factor B</i>	<i>2</i>	$b - 1$
<i>AxB</i>	<i>2</i>	$(a - 1) (b - 1)$
<i>Error</i>	<i>5</i>	<u><i>Dosificación</i></u>

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

1.11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.11.1. Caracterización del zumo de la caña de maíz amarillo y blanco.

Los análisis fisicoquímicos realizado a la caña de maíz amarillo y blanco fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la facultad CAREN, se determinó los de sólidos solubles y el pH de las muestras. En la tabla 9 se presentan los resultados obtenido del análisis fisicoquímico de las muestras analizadas; en el zumo de la caña del maíz amarillo se obtuvo 22 °Brix (sólidos solubles) y un pH de 4,44, mientras tanto en el zumo del maíz blanco fue 23% °Brix (sólidos solubles) y un pH de 4,5. El zumo del maíz blanco presentó valores superiores al del maíz amarillo.

Tabla 9 Análisis fisicoquímicos del zumo de 2 variedades de maíz.

<i>Parámetro</i>	<i>Maíz amarillo</i>	<i>Maíz blanco</i>
<i>Sólidos Solubles (° Brix)</i>	<i>22,00</i>	<i>23,00</i>
<i>pH</i>	<i>4,44</i>	<i>4,50</i>

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la caracterización del zumo de las dos variedades de maíz; se obtuvo para el maíz blanco 23 °Brix, mientras que en el maíz amarillo fue de 22 °Brix, para el pH los valores obtenidos fue 4,50 y 4,44. No existe información o una normativa que establezca límites máximos y

mínimos para los parámetros evaluados; por lo cual se realizó una comparación con los grados Brix de maíz dulce en el cual Luchsinger & Camilo (2008) en su estudio reportaron que la materia prima es considerada de calidad cuando tiene entre 24 – 30 °Brix. Chávez & Tipan (2023) en su estudio reportaron que el jugo de caña tiene un pH de 5,52 y 5,45 para la Negal y Palo Quemado. Martínez, et al., (2020) reportaron que la caña tiene un pH de 5,2 y 6,3 al comparar esos valores mencionados por los autores se puede verificar que nuestros datos se encuentran dentro de los rangos mencionados. Según Hernández (2017) el pH ácido inhibe el crecimiento microbiano no deseado, además los zumos son menos propensos a fermentación no deseados prolonga su vida útil y además mejora las características del sabor.

También se puede mencionar que las diferencia entre las concentraciones puede ser debido a la variedad de maíz (amarillo y blanco) y el tiempo de madurez (215 días y 230 días), los sólidos solubles (°Brix) son utilizados para cuantificar el contenido de dulzor de los alimentos en soluciones líquidas, de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE 2 337:2008) que indica que debe ser mínimo de 9,0 °Brix. Los parámetros del pH de zumo de maíz blanco fue 4,44; entre tanto que el zumo de maíz amarillo obtuvo 4,5 y se encuentran dentro del rango establecido según la norma referida, que indica que debe ser inferior a 4,5.

1.11.1.1. *Análisis de perfil de azúcar de 2 variedades de maíz.*

La tabla muestra 10 muestra la caracterización del zumo de caña de maíz de las variedades amarillo y blanco, destacando diferencias en su composición de azúcares. El maíz blanco presenta un mayor contenido de azúcares totales (13,22%) y sacarosa (9,95%) en comparación con el maíz amarillo, que contiene 12,88% y 9,28%, respectivamente, lo que sugiere un perfil más dulce para el maíz blanco. Sin embargo, el maíz amarillo tiene niveles ligeramente superiores de glucosa (2,04%) y fructosa (1,56%), lo que podría influir en el índice glucémico y el sabor.

Tabla 10 *Análisis de perfil de azúcar del zumo de caña de maíz de 2 variedades.*

<i>Parámetros</i>	<i>um</i>	<i>Maíz amarillo</i>	<i>Maíz blanco</i>
<i>Azúcares totales</i>	%	12,88	13,22
<i>Sacarosa</i>	%	9,28	9,95
<i>Glucosa</i>	%	2,04	1,78
<i>Fructosa</i>	%	1,56	1,49

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Paucar (2020) en su estudio reporta que en la caña de maíz obtuvo 13,15 % en azúcares totales; a su vez menciona Espenser (2018) obtuvo 14 % de azúcares y Peñaranda (2019) obtiene en sacarosa 19,07%, dando a entender que se tiene una buena cantidad de azúcares totales, sacarosa, glucosa y fructosa en la misma, cumpliendo con los requerimientos establecidos por Comisión del Codex Alimentarius CL 2015/16 que determinó que los azúcares totales son mínimos 4,5%, y los datos obtenidos fue de del zumo de maíz blanco 13,22% y del zumo del maíz amarillo fue de 12,88% estos datos no se diferencia, y sacarosa máxima 91% en los análisis realizados se obtuvo para el maíz blanco y amarillo 9,95 – 9,28% de acuerdo con la norma no establece el valor mínimo por ende se asimila que está dentro del rango establecido.

Carvalho, et al., (2019) menciona que la fructosa posee un índice glucémico bajo en comparación con la glucosa. Venegas & Viramontes (2012) en su estudio detallan que para el jugo de manzana el pH debe ser de 3 – 4, en comparación con este estudio realizado los datos obtenidos están dentro del parámetro establecido.

En la tabla 11 presenta las características zumo de caña de maíz de 2 variedades que son similares en estado líquido, olor característico y conservación a temperatura ambiente, lo que asegura condiciones comparables para su análisis. Estas diferencias pueden ser determinantes al seleccionar la variedad más adecuada para productos derivados de caña de maíz.

Tabla 11 *Característica de zumo de caña de dos variedades.*

<i>Parámetros</i>	<i>Maíz amarillo y blanco</i>
<i>Color</i>	<i>Característico</i>
<i>Estado</i>	<i>Líquido</i>
<i>Temperatura de la muestra</i>	<i>Ambiente</i>
<i>Olor</i>	<i>Característico</i>
<i>Conservación</i>	<i>Ambiente</i>

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Según Aguirre y Poveda (2020) en su investigación realizada determinan que el jugo de caña de azúcar evidencia un producto con características sensoriales acorde a la materia prima. Por lo tanto, se hace referencia con los parámetros y están dentro de lo establecido y cumple con todos los requerimientos.

1.11.2. Elaboración de jarabe a partir del zumo de caña de maíz amarillo y blanco.

En la tabla 12 se observa los resultados de los análisis fisicoquímicos del zumo de maíz obtenido.

Tabla 12 Análisis físicoquímicos de todos los tratamientos del jarabe.

<i>Temperatura y Muestras tiempo de Repeticiones</i>			<i>pH solubles % % % cocción</i>			
			<i>Sólidos</i>	<i>Ceniza</i>	<i>Humedad</i>	
<i>t₁</i>	<i>65°C*25min</i>	<i>1</i>	<i>74,45</i>	<i>6,60</i>	<i>24,50</i>	<i>4,01</i>
<i>t₁</i>	<i>65°C*25min</i>	<i>2</i>	<i>74,67</i>	<i>6,40</i>	<i>24,83</i>	<i>3,99</i>
<i>t₂</i>	<i>70°C*27min</i>	<i>1</i>	<i>75,65</i>	<i>7,00</i>	<i>23,26</i>	<i>4,40</i>
<i>t₂</i>	<i>70°C*27min</i>	<i>2</i>	<i>75,55</i>	<i>7,60</i>	<i>23,74</i>	<i>4,10</i>
<i>t₃</i>	<i>75°C*30min</i>	<i>1</i>	<i>76,26</i>	<i>7,22</i>	<i>21,50</i>	<i>4,20</i>
<i>t₃</i>	<i>75°C*30min</i>	<i>2</i>	<i>76,86</i>	<i>6,98</i>	<i>22,98</i>	<i>4,50</i>
<i>t₄</i>	<i>65°C*25min</i>	<i>1</i>	<i>63,20</i>	<i>6,00</i>	<i>24,49</i>	<i>4,17</i>
<i>t₄</i>	<i>65°C*25min</i>	<i>2</i>	<i>63,20</i>	<i>6,20</i>	<i>24,17</i>	<i>4,05</i>
<i>t₅</i>	<i>70°C*27min</i>	<i>1</i>	<i>72,16</i>	<i>7,40</i>	<i>23,48</i>	<i>4,32</i>
<i>t₅</i>	<i>70°C*27min</i>	<i>2</i>	<i>72,16</i>	<i>7,80</i>	<i>23,49</i>	<i>4,25</i>
<i>t₆</i>	<i>75°C*30min</i>	<i>1</i>	<i>73,15</i>	<i>7,60</i>	<i>22,61</i>	<i>4,59</i>
<i>t₆</i>	<i>75°C*30min</i>	<i>2</i>	<i>73,15</i>	<i>7,35</i>	<i>22,99</i>	<i>4,35</i>

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Con los datos obtenidos en la tabla 12 determina que los valores están dentro del rango establecido de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC INEN 610), donde establece que sólidos solubles debe estar en un rango de 70 – 90 % por lo cual el t_1 , t_2 , t_3 , t_5 y t_6 cumplen con la norma establecida por que los valores están dentro del rango 72,16 – 76,86% mientras que t_4 no cumple ya que sus valores están por debajo del rango 63,20%, humedad debe ser en rango de 10 – 30%, de acuerdo con la norma establecida todos los tratamientos están dentro del parámetro establecido ya que los valores van de 21,50 – 24,83% para esta investigación se toma el valor más bajo que es t_3 con 21,50% para asegurar la contextura del jarabe, y el pH debe cumplir un rango de 4 – 6, todos los datos están dentro de la norma t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 y t_6 ya que sus valores van de 4,01 – 4,59, excepto un valor que es inferior a lo establecido que está por debajo del rango con un valor de 3,99, la variable de ceniza no cumple con el rango ya nos indica que debe ser máximo 3% esto se debe a que los valores están por encima de los rangos establecido en la norma una causa puede ser que el zumo tenía minerales en exceso.

1.11.3. Determinación del mejor tratamiento del jarabe de maíz mediante análisis físicoquímicos.

En el análisis de varianza para la variable de sólidos solubles, ceniza, humedad y pH del jarabe que es realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizó a partir de dos zumos de caña de maíz (amarillo y blanco) a tres temperaturas y tiempos de cocción diferentes.

1.11.3.1. Sólidos Solubles

Tabla 13 *Análisis de varianza de la variable solidos solubles del jarabe.*

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>F critico</i>	<i>p-valor</i>
<i>Repeticiones</i>	0,04	1	0,04	1,30	6,61	0,3057 ns
<i>Factor A</i>	110,53	1	110,53	3329,36	6,61	0,0001**
<i>Factor B</i>	82,20	2	41,10	1237,98	5,79	0,0001**
<i>Factor A * B</i>	41,98	2	20,99	632,18	5,79	0,0001**
<i>Error</i>	0,17	5	0,03			
<i>Total</i>	234,92	11				
<i>C.V</i>	0,25					

** altamente significativo *: significativo ns: no significativo

Factor A: variedad de maíz (amarillo y blanco)

Factor B: temperatura y tiempo de cocción

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la tabla 13 detalla el análisis de varianza para los sólidos solubles. Tiene un nivel de confianza del 95%, el factor A (variedad de maíz), tanto como el factor B (temperatura y tiempo de cocción) y el factor A*B son altamente significativos mientras que las repeticiones no son significativas.

El F calculado es superior al F critico por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa: las variedades de maíz (amarillo y blanco) y temperatura y tiempo de cocción, si influye en las características fisicoquímicos del jarabe. Indicando que la variabilidad de los factores va a estar relacionados directamente al momento de analizar los sólidos solubles. Por lo tanto, el coeficiente de variación, es confiable lo cual quiere decir que el 0,25% será diferente y el 99,75% serán confiables lo que indica una variabilidad mínima con respecto a la media, lo que refleja la precisión del experimento y la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 14 *Prueba de Tukey al 5 % para la variedad de maíz (amarillo y blanco).*

<i>Factor A</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E</i>	
<i>Zumo de maíz amarillo</i>	75,57	6	0,07	A
<i>Zumo de maíz blanco</i>	69,50	6	0,07	B

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la tabla 14, se muestran los resultados obtenidos de la prueba de significación de Tukey al 5% para el tipo de variedad de maíz (amarillo y blanco) se observa dos rangos de significancia,

de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC INEN 610), donde establece que sólidos solubles debe estar en un rango de 70 – 90 %, el jarabe a base de zumo de caña de maíz cumple con la norma ya que el valor es de 75,57% y se encuentra dentro del grupo homogéneo A, mientras que el jarabe a base de zumo de maíz blanco posee un valor bajo de 69,50%.

Tabla 15 Prueba de Tukey al 5 % para temperatura y tiempo de cocción.

<i>Error: 0,0332 gl: 5</i>				
<i>Factor B</i>	<i>Medias</i>	<i>N</i>	<i>E.E</i>	
75°C*30 min	74,86	4	0,09	A
70°C*27 min	73,88	4	0,09	B
65°C*25 min	68,88	4	0,09	C

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % de la temperatura y tiempo de cocción se presenta en la tabla 15, indican que hay diferencias significativas en la temperatura y tiempo de cocción los grupos homogéneos A y B cumplen con el requerimiento de los sólidos solubles que establece la Norma Técnica Colombiana (NTC INEN 610), donde establece que sólidos solubles debe estar en un rango de 70 – 90 %.

Tabla 16 Prueba de Tukey al 5 % de las variedades de maíz y temperatura y tiempo de cocción.

<i>Factor</i>					
	<i>Factor B</i>	<i>Medas</i>	<i>n</i>	<i>E.E</i>	
A					
<i>t₃</i>	75°C*30 min	76,56	2	0,13	A
<i>t₂</i>	70°C*27 min	75,60	2	0,13	B
<i>t₁</i>	65°C*25 min	74,56	2	0,13	C
<i>t₆</i>	75°C*30 min	73,15	2	0,13	D
<i>t₅</i>	70°C*27 min	72,16	2	0,13	E
<i>t₄</i>	65°C*25 min	63,20	2	0,13	F

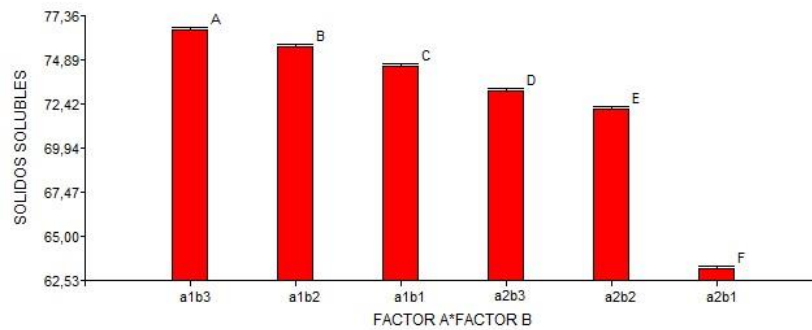
Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

De acuerdo con la tabla 16 se observa que el mejor tratamiento para los sólidos solubles es el T3 (a1b3) que es el zumo de maíz amarillo a 75 °C*30 min, la cual pertenece al grupo homogéneo A, esto quiere decir que existe diferencia significativa con los demás tratamientos por lo que la obtención de sólidos solubles del jarabe fue de 76,56% de acuerdo la Norma Técnica Colombiana (NTC INEN 610), donde establece que sólidos solubles debe estar en un rango de 70 – 90 %, los tratamiento t₁, t₂, t₄ y t₅ están dentro del rango que estable la norma pero sus valores son inferiores mientras que el T₄ no cumple con la norma ya que el valor está por debajo de los establecido por lo tanto se determina que el mejor tratamiento es el t₃.

En la figura 3, se observa que todos los tratamientos están dentro del rango de acuerdo la Norma Técnica Colombiana (NTC INEN 610), donde establece que sólidos solubles debe estar en un rango de 70 – 90 %, todos los tratamientos están dentro del rango establecido.

Figura 3

Comportamiento de los promedios de la variable sólidos solubles.



Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Según Naula (2022), en su investigación indica que la temperatura durante el proceso de elaboración es un parámetro que se debe controlar ya que temperaturas elevadas por largos tiempos causa la pérdida de calidad y el azúcar se caramelice (Lagos, 2020).

1.11.3.2. Ceniza

Tabla 17 Cuadro del ADEVA de la variable ceniza.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,02	1	0,02	0,32	6,61	0,5959 ns
Factor A	0,03	1	0,03	0,37	6,61	0,5683 ns
Factor B	3,10	2	1,55	22,89	5,79	0,0030 **
Factor A * B	0,37	2	0,18	2,70	5,79	0,1603 *
Error	0,34	5	0,07			
Total	3,85	11				
C.V	3,71					

** altamente significativo *: significativo ns: no significativo

Factor A: variedad de maíz (amarillo y blanco) **Factor**

B: temperatura y tiempo de cocción **Elaborado por:**

(Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

La Tabla 17 presenta los resultados del análisis de varianza para la variable ceniza, indicando que el diseño experimental tiene un nivel de confianza del 95 %. Se observa que el factor B (temperatura y tiempo de cocción) y las interacciones A*B (variedad de maíz y las condiciones de cocción) son estadísticamente significativos. Dado que el valor de F calculado es superior al valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que indica que la temperatura y el tiempo de cocción sí afectan las características fisicoquímicas del jarabe.

En cuanto al factor A, no se encontró un efecto significativo, ya que el valor de F calculado es inferior al F crítico, lo que lleva a rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la nula. Esto sugiere que la variedad de maíz no tiene un impacto relevante en las propiedades del jarabe.

El coeficiente de variación muestra que el 3,71 % de los resultados son diferentes, mientras que el 96,29 % restante es confiable, lo que refleja la precisión y consistencia en los datos obtenidos para la variable humedad.

Tabla 18 Prueba de Tukey al 5 % de temperatura y tiempo de cocción.

<i>Error: 0,0677 gl: 5</i>				
Factor B	Medias	n	E.E	
70°C*27 min	7,45	4	0,13	A
75°C*30 min	7,29	4	0,13	A
65°C*25 min	6,30	4	0,13	B

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % de temperatura y tiempo de cocción se presenta en la tabla 18 indican que hay diferencias significativas en la concentración de las muestras sin embargo ninguno de esos grupos homogéneos cumple con el requerimiento de la ceniza que establece máximo 0,6 (g/100g) la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAGARPA-2016 del jarabe de agave.

Tabla 19 Cuadro del prueba: Tukey 5% de variedad de maíz y temperatura y tempo de cocción.

Factor A	Factor B	Medas	n	E.E	
<i>t₅</i>	70°C*27 min	7,60	2	0,18	A
<i>t₆</i>	75°C*30 min	7,48	2	0,18	A
<i>t₂</i>	70°C*27 min	7,30	2	0,18	A
<i>t₃</i>	75°C*30 min	7,10	2	0,18	A B
<i>t₁</i>	65°C*25 min	6,50	2	0,18	A B
<i>t₄</i>	65°C*25 min	6,10	2	0,18	B

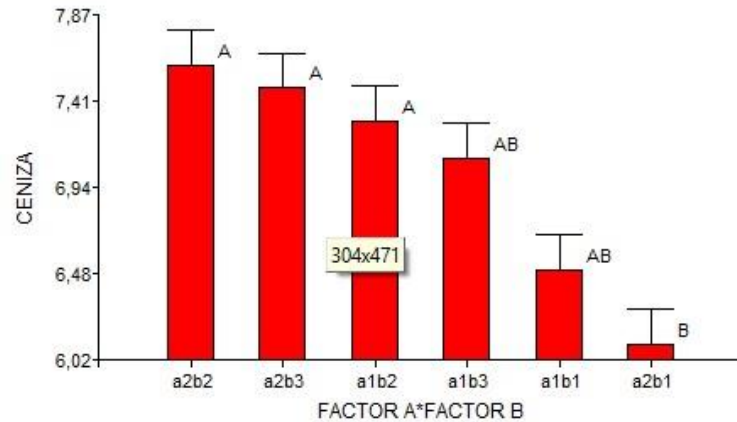
Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

La tabla 19 muestra los resultados de la prueba de significancia al 5% para la interacción del factor A que es la variedad de maíz (amarillo y blanco), el factor B (temperatura y tiempo de cocción) se observa seis tratamientos en donde todos los tratamientos no cumplen con la norma oficial mexicana NOM-003-SAGARPA-2016 que indica que debe ser máximo 3%, de acuerdo

a los datos obtenidos los valores están por encima del rango establecido esto se debe a que el zumo de maíz haya tenido minerales en exceso esto causa que los valores de cenizas sean altos.

Figura 4

Comportamiento de los promedios de la variable de ceniza.



Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la figura 4, se muestra el comportamiento de los promedios de la variable de ceniza en el jarabe. El contenido de cenizas de un alimento está constituido por residuo inorgánico (materia mineral) que se obtiene después que la materia orgánica se ha calcinado, según la Norma Mexicana el porcentaje de cenizas para jarabes no debe exceder el 3%. De acuerdo con los resultados obtenidos todos los tratamientos están fuera de la norma.

1.11.3.3. Humedad

Tabla 20 Cuadro del ADEVA de la variable humedad.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,46	1	0,46	2,51	6,61	0,1739 ns
Factor A	0,01	1	0,01	0,08	6,61	0,7892 ns
Factor B	7,82	2	3,91	21,16	5,79	0,0036 *
Factor A * B	0,41	2	0,21	1,11	5,79	0,3983 ns
Error	0,92	5	0,18			
Total	9,64	11				
C.V	1,83					

** altamente significativo *: significativo ns: no significativo

Factor A: variedad de maíz (amarillo y blanco) **Factor**

B: temperatura y tiempo de cocción **Elaborado por:**

(Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Los resultados del ANOVA presentados en la tabla 20 muestran que el diseño experimental tiene un nivel de confianza del 95 %. En este caso, el factor B es significativo, ya que el valor de F calculado supera al valor de F crítico, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, indicando que la temperatura y el tiempo de cocción sí tienen un impacto en las

características fisicoquímicas del jarabe. Por otro lado, el valor de F calculado para el factor A y su interacción con el factor B es menor que el valor crítico, lo que resulta en la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la alternativa: esto sugiere que el factor A y la interacción de A*B no afectan las propiedades fisicoquímicas del jarabe.

El coeficiente de variación es confiable, lo que implica que el 1,83 % de los resultados pueden diferir, mientras que el 98,14 % restante es consistente, lo que refleja la precisión del estudio y la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 21 Prueba de Tukey al 5 % de temperatura y tiempo de cocción.

Error: 0,1848 gl: 5

Factor B	Medias	n	E.E	
75°C*30 min	22,52	4	0,21	A
70°C*27 min	23,49	4	0,21	B
65°C*25 min	24,50	4	0,21	B

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor B (temperatura y tiempo de cocción) se presenta en la tabla 21 que indica que todos los tratamientos cumplen con la normativa técnica colombiana (NTC INEN 610) cuyos límites van de 10 a 30%, pero para la variable humedad se debe tomar el valor mínimo que sería el de 22,52% a una temperatura de 75°C*30 min y se ubica en el grupo homogéneo A, a 70°C*27 min y 65°C*25 min con valores de 23,49 - 24,50% se encuentran en el grupo homogéneo B.

Tabla 22 Cuadro del prueba: Tukey 5% de variedad de maíz y temperatura y tiempo de cocción.

Factor A	Factor B	Medas	n	E.E			
t_3	75°C*30 min	22,24	2	0,30	A		
t_6	75°C*30 min	22,80	2	0,30	A	B	
t_5	70°C*27 min	23,49	2	0,30	A	B	C
t_2	70°C*27 min	23,50	2	0,30	A	B	C
t_4	65°C*25 min	24,33	2	0,30		B	C
t_1	65°C*25 min	24,67	2	0,30			C

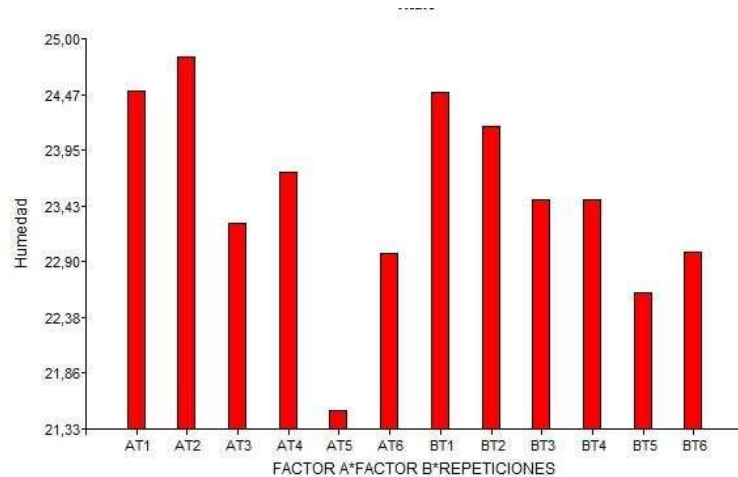
Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

De acuerdo a la tabla 22 muestra los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5% de las interacciones factor a variedad de maíz (amarillo y blanco), factor B (temperatura y tiempo de cocción) se observa tres rangos de significación de acuerdo con la norma oficial mexicana (NOM-003-SAGARPA-2016) indica que los rangos debe ser de 20 a 28%, los datos obtenidos cumplen con la norma el mejor tratamiento es el t_3 que es zumo de maíz amarillo a 75 por 30 minutos con una media de 22,24, el t_6 , t_5 , t_2 , t_4 y t_1 están dentro del parámetro de las normativas ya que sus valores van de 22,80 - 24,67 pero según la normativa para la variable

humedad se debe tomar el valor mínimo para evitar el crecimiento de microorganismos y la degradación del jarabe.

Figura 5

Comportamiento de los promedios de la variable de humedad.



Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la figura 5, se muestra el comportamiento de los promedios de la variable de humedad del jarabe, todos los tratamientos están dentro de los valores máximos según el estudio de acuerdo con Rimá, et al. (2020), el estándar de calidad establecido por la Legislación Brasileña indica que el contenido máximo de humedad permitido en jarabes de frutas es del 38 %. Este parámetro es de gran importancia, ya que un alto contenido de humedad en los jarabes puede favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos, comprometiendo así la calidad y estabilidad del producto (Galarza, 2019).

1.11.3.4. pH

Tabla 23 Cuadro del ADEVA de la variable pH.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>F crítico</i>	<i>p-valor</i>
<i>Repeticiones</i>	0,02	1	0,02	0,75	6,61	0,4247 ns
<i>Factor A</i>	0,02	1	0,02	1,05	6,61	0,3531 ns
<i>Factor B</i>	0,26	2	0,13	5,71	5,79	0,0512 ns
<i>Factor A * B</i>	0,0043	2	0,0021	0,10	5,79	0,9096 ns
<i>Error</i>	0,11	5	0,02			
<i>Total</i>	0,41	11				
<i>C.V</i>	3,52					

** altamente significativo *: significativo ns: no significativo

Factor A: variedad de maíz (amarillo y blanco) **Factor**

B: temperatura y tiempo de cocción **Elaborado por:**

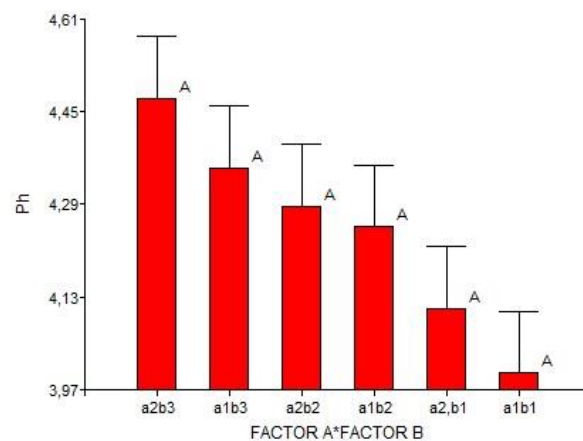
(Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

En la tabla 23 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la variable pH, con un nivel de confianza del 95 %. El valor calculado de F es menor que el F crítico, lo que lleva a aceptar la hipótesis nula: las variedades de maíz (amarillo y blanco), así como la temperatura y el tiempo de cocción, no tienen un efecto significativo sobre las propiedades fisicoquímicas del jarabe, y por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa. Esto indica que la variabilidad de estos factores no está relacionada con los valores de azúcares reductores. Además, el coeficiente de variación es confiable, lo que implica que el 3,52 % de los resultados serán diferentes, mientras que el 96,48 % restante son consistentes, es decir, los valores obtenidos para la variable pH son similares en todos los tratamientos evaluados.

En la figura 6 se ilustran los promedios de pH, destacándose como el mejor resultado el jarabe elaborado a partir de jugo de caña de maíz blanco, con una temperatura de 75 °C durante 30 minutos, el cual presentó un valor de 4,47.

Figura 6

Comportamiento de los promedios de la variable de pH.



Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Según la norma técnica colombiana indica (NTA 610) indica que el pH es de 4 – 6, en la figura 6 podemos determinar el a2b3, a1b3, a2b2, a1b2 y a2b1 con valores de 4,13 – 4,47, estos valores están dentro del parámetro mientras que el a1b1 con 3,99 está fuera del parámetro porque su valor está por debajo de lo establecido, Vallejo, et al., (2016) señala que el pH desempeña un papel crucial en la conservación de productos ya que permite controlar la proliferación de microorganismos se recomienda regular este pH hasta alcanzar un valor de 3,5 dependiendo del pH inicial según Amaya, et al., (2019) para el jarabe de maíz de alta fructosa menciona que el pH debe estar de 4,5 – 4,8, por otro lado en la normativa ecuatoriana indica que el pH está dentro del rango de 3,0 – 3,8 para garantizar la estabilidad microbiológica del producto. No

obstante, se ha determinado que un pH cercano a 4 es adecuado para la estabilidad de los jarabes, ya que previene el crecimiento de microorganismos y mejora su vida útil.

1.11.3.5. *Determinación del mejor tratamiento*

En la tabla 24 se observan el mejor tratamiento de jarabe que es 75 °C por 30 minutos en maíz amarillo es el más eficiente para la obtención de jarabe, destacando por su alta calidad y estabilidad. Este proceso logró un contenido de sólidos solubles de 76,56 °Brix, asegurando una mayor concentración de azúcares, clave para su dulzura y rendimiento. Además, el pH de 4,47 favorece la estabilidad microbiológica, prolongando la vida útil sin afectar sus propiedades sensoriales. Con un 7,60% de cenizas, aporta minerales esenciales, mejorando su valor nutricional. Finalmente, su baja humedad (22,24%) reduce el riesgo de deterioro, garantizando un jarabe duradero y de excelente calidad.

Tabla 24 Comparación de jarabe y jarabe de maíz de alta fructosa.

<i>Parámetros</i>	<i>Maíz</i>		<i>Jarabe de maíz</i>
	<i>amarillo</i>	<i>blanco</i>	<i>de alta fructosa</i>
<i>Sólidos solubles %</i>	76,56		70 -80
<i>Ph</i>		4,47	4,5 – 5,5
<i>Ceniza %</i>	7,60	0,5 – 1,5	18 – 25
		<i>Humedad %</i>	
		22,24	

Fuente: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

Según la norma técnica colombiana (NTC 610) establece que los sólidos solubles es de 70 - 80 % el jarabe de zumo de amarillo cumple con la norma con un valor de 76,53% para la variable humedad el rango indica que debe ser de 10 - 30%, además la humedad es de 22,24% está dentro del parámetro perteneciente al jarabe de zumo de maíz amarillo, el pH óptimo es de 4 - 6 por ende el jarabe de zumo de maíz blanco está dentro del parámetro con un valor de 4,47 para la variable de ceniza el jarabe de maíz blanco no cumple con el parámetro establecido esta fuera del rango que nos indica que debe ser máximo el 3% el valor obtenido supera debido a que el jarabe podría tener minerales en exceso potasio, calcio y hierro que se encuentran en el suelo, en comparación con el jarabe de maíz de alta fructosa los sólidos solubles están dentro del rango del mismo modo el pH y la humedad. Por lo tanto, determinamos que el mejor tratamiento es t₆ (a₂b₃) que corresponde a zumo de caña de maíz amarillo a 75 °C * 30 min ya que los sólidos solubles y la humedad cumplen con los parámetros establecidos.

1.11.4. Redacción de los análisis proximal, microbiológico y perfil de azúcar del mejor tratamiento.

1.11.4.1. Análisis proximal del mejor tratamiento

En la tabla 25 de análisis del jarabe obtenido de la caña de maíz amarillo y blanco muestra que los niveles de vitamina E (<0,10 mg/100g), vitamina A (<5,00 µg/100g) y vitamina D3 (<0,10 µg/100g) son muy bajos o no detectables. Comparado con los valores típicos de jarabes comerciales, este producto no representa una fuente relevante de vitaminas liposolubles, lo cual es característico de los jarabes de origen vegetal, ya que su procesamiento y composición no favorecen la retención de estos compuestos. A pesar de su bajo contenido vitamínico, esta característica no afecta su funcionalidad en la industria alimentaria, donde su propósito principal es aportar dulzura y mejorar la textura en diversas aplicaciones. Su contenido proteico es relativamente bajo (1,76%, con un factor de conversión de 6,25), lo cual es típico en este tipo de productos, ya que los jarabes no se consideran una fuente significativa de proteínas.

Tabla 25 Análisis proximal del jarabe.

<u>Parámetros</u>	<u>Unidad</u>	<u>Resultados</u>
Proteína	%	1,76
Vitamina E	mg/100g	< 0,10
Vitamina A	µg/100g	< 5,00
Vitamina D3	µg/100g	< 0,10

Fuente: (Multianalityca S.A.).

Según Naula (2022), el contenido de proteína en la fruta analizada es notable alto, alcanzando un 1,43%, un valor superior al de muchas otras frutas que generalmente no sobrepasan el 1% (Cortés Díaz et al., 2015). En cuanto al jarabe endulzado con miel, su porcentaje de proteína es elevado, alcanzando un 24%, lo cual se debe tanto a la proteína presente en la fruta como a la de la miel, la cual puede contener entre un 0,2% y un 1,6% de proteína (Sáez, 2020). Este incremento en el valor total puede explicarse por la combinación de ambas fuentes proteicas. Es importante señalar que las proteínas pueden sufrir desnaturalización durante el proceso térmico, ya que el tratamiento a altas temperaturas puede provocar una pérdida de proteína, especialmente si se mantiene una ebullición durante varios minutos (Vallejo et al., 2016). Por otro lado, la Ficha Técnica (ES-ECO-023-MA) establece que el producto debe contener al menos 1,2 g de proteína, y el tratamiento con mayor rendimiento presentó un contenido de proteína de 1,76%, cumpliendo con los requisitos establecidos.

1.11.4.2. Análisis microbiológicos del mejor tratamiento

De acuerdo a la tabla 26 los estándares microbiológicos para jarabes alimenticios exigen bajos niveles de mohos y levaduras para garantizar calidad y seguridad. Un recuento de mohos de 10 UFC/g se considera aceptable, evitando contaminación que afecte sabor y vida útil. Por lo tanto, un bajo nivel de levaduras previene fermentación no deseada, asegurando estabilidad. En cuanto a higiene, los coliformes totales deben ser menores a 10 UFC/g, indicando condiciones de producción adecuadas. La ausencia o niveles indetectables de *Escherichia coli* confirman el cumplimiento normativo y descartan contaminación fecal, asegurando la inocuidad del producto para el consumo.

Tabla 26 Análisis microbiológico del jarabe.

<i>Parámetros</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>
<i>Recuentos de mohos</i>	<i>UFC/g</i>	<i>10</i>
<i>Recuento de levaduras</i>	<i>UFC/g</i>	<i><10</i>
<i>Recuento de coliformes totales</i>	<i>UFC/g</i>	<i><10</i>
<i>Recuento de Escherichia coli</i>	<i>UFC/g</i>	<i><10</i>

Fuente: (Multianalityca S.A.).

Los aerobios mesófilos sirven como un parámetro para evaluar la calidad sanitaria de los alimentos, siendo utilizados para verificar la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura en la industria alimentaria (Contreras, 2019). Según la Norma Mexicana, se establece un umbral mínimo de 10 UFC/g para jarabes, lo cual indica que las condiciones higiénicas y de manejo de la materia prima han sido adecuadamente controladas. Además, el proceso de envasado se lleva a cabo a temperaturas elevadas, lo que garantiza la estabilidad microbiológica del producto final (Arguero, 2018).

Por otro lado, en cuanto a la presencia de mohos y levaduras, se observa que el jarabe no presenta contaminación, lo cual se debe a la alta concentración de azúcares y la acidez del jugo, componentes que actúan como conservantes naturales, inhibiendo el crecimiento microbiano en la jalea y el jarabe (Gómez, 2019). Además, según Fernández et al. (2021), el uso de conservantes prolonga la vida útil de los productos, previniendo o ralentizando la proliferación de microorganismos; en el caso de las jaleas, se empleó sorbato de potasio, cuya dosis recomendada es del 0,04% para garantizar la calidad del producto.

El análisis microbiológico del jarabe también confirmó la ausencia de Coliformes totales, un grupo de bacterias Gram negativas que son indicadores clave de la contaminación alimentaria y que se encuentran comunes en el entorno natural (Campuzano et al., 2015). La presencia de

estos microorganismos puede señalar la existencia de prácticas sanitarias deficientes durante la producción (Apaza, 2011).

1.11.4.3. *Análisis de perfil de azúcar del mejor tratamiento*

Los datos contenidos en la tabla 27 el jarabe derivado de la caña de maíz amarillo y blanco presenta una concentración elevada de azúcares totales (73,76%), lo que refleja que su principal componente son los carbohidratos, una característica común en los jarabes comerciales usados en la industria alimentaria, en el que predomina la sacarosa (51,67%), seguida por la glucosa (11,24%) y la fructosa (10,86%), mientras que la lactosa está ausente (0,00%). En comparación con los jarabes comerciales, su alto contenido de sacarosa sugiere un nivel de dulzura elevado, similar al jarabe de caña. La presencia de glucosa y fructosa en proporciones moderadas indica una posible conversión parcial de la sacarosa, lo que podría favorecer su solubilidad y estabilidad. La ausencia de lactosa confirma su origen vegetal y su idoneidad para personas con intolerancia a este azúcar. Gracias a su composición, este jarabe puede ser utilizado en la industria alimentaria, especialmente en la elaboración de bebidas, productos de repostería y alimentos procesados, donde se requiere un equilibrio entre dulzura.

Tabla 27 *Análisis de perfil de azúcar del jarabe.*

<i>Parámetros</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>
<i>Azúcares totales</i>	%	73,76
<i>Sacarosa</i>	%	51,67
<i>Glucosa</i>	%	11,24
<i>Fructosa</i>	%	10,86

Fuente: (Multianalityca S.A.).

El perfil de azúcares del mejor tratamiento reveló una alta concentración de azúcares totales (73,76%), con la sacarosa como el azúcar predominante (51,67%). La presencia de glucosa (11,24%) y fructosa (10,86%) sugiere una hidrólisis parcial de la sacarosa, lo que podría mejorar la estabilidad y solubilidad del jarabe. De acuerdo con la norma Oficial Mexicana (NOM-003-SAGARPA-2016) en la cual indica que la glucosa 3 – 12 % y la fructosa de 60 – 75 % con los resultados obtenidos la fructosa cumple con el rango establecido mientras que la glucosa no cumple.

2. IMPACTOS

2.1. Técnico

En Ecuador, el consumo de maíz es de 14,5 kg anuales, utilizado en diversos productos como choclos, mote y humitas. Aunque su valor nutricional es significativo, requiere complementarse con leguminosas la caña de maíz usualmente es utilizada como alimento de animales por ello con la investigación realizada se requiere obtener otra alternativa.

2.2. Social

El uso de la caña de maíz amarillo y blanco para producir jarabe tiene un impacto social relevante, especialmente en la generación de empleo y el desarrollo rural. Aprovechar esta materia prima puede impulsar nuevas fuentes de trabajo en comunidades agrícolas, fortalecer la economía local y contribuir a mejorar las condiciones.

2.3. Ambiental

Utilizar la caña de maíz como materia prima evita que este subproducto se deseche o queme, reduciendo la generación de residuos y promoviendo una agricultura más sostenible. Al tratarse de un subproducto del cultivo de maíz, su uso contribuye a una economía circular, optimizando los recursos naturales y reduciendo la dependencia de materias primas no renovables.

2.4. Económico

El uso de la caña de maíz para la producción de jarabe puede mejorar el estilo de vida en las personas rurales productoras. Dado que el maíz tiene un gran valor cultural y económico, diversificar su uso hacia la fabricación de jarabe puede crear nuevas oportunidades de ingresos para los agricultores. No obstante, es esencial facilitar el acceso a tecnologías y financiamiento, ya que aquellos sin título de propiedad enfrentan dificultades adicionales para obtener los recursos necesarios para mejorar sus procesos productivos.

3. RECURSOS Y PRESUPUESTO

Tabla 28 Presupuesto del proyecto.

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			Valor final \$
	Cantidad	H. uso	Valor Unitario \$	
	<i>Equipos</i>			
Balanza analítica	1	3	0,0800	0,24
Potenciómetro	1	1	0,1579	0,16
Refractómetro	1	1	0,1646	0,16
Refrigerador	1	360	0,823	296,28
Cocina	1	1	5,00	20,00
				316,84

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
	Materiales			
Materia prima	50	100	1,5	150
Sub total				150,00
Análisis de laboratorio				466,84
<u>Total</u>				<u>966,84</u>

Elaborado por: (Bonilla E, & Guzmán S, 2025).

4. CONCLUSIONES

- Se realizó análisis fisicoquímicos y se obtuvo los siguientes resultados para zumo de caña de maíz blanco con 23 °Brix (sólidos solubles) con un pH de 4,5 y para el amarillo 22 °Brix (sólidos solubles) con un pH de 4,44. Además, se realizó análisis de perfil de azúcar donde el zumo de caña de maíz blanco contiene más cantidad de azúcares 13,22%, sacarosa 9,95%, glucosa 1,78 y fructosa 1,49 mientras que para el zumo de caña de maíz blanco es 12,88% de azúcares totales, 9,28% de sacarosa, 2,04% de glucosa y 1,56% de fructosa esta variación se debe a que son distintos tipos de maíz. Por otro lado, las características de la muestra son iguales olor y color característico, estado líquido.
- Se tomó muestras de todos los tratamientos para determinar el mejor tratamiento se realizó análisis fisicoquímicos en la variable sólido soluble el mejor tratamiento fue el t3 (a1b3) correspondiente al zumo de maíz amarillo a 75°C*30 min con 76,56 °Brix, para variable de ceniza el mejor tratamiento fue t2 (a2b2) correspondiente al zumo de caña de maíz blanco a 70°C*27 min con 7,60%, para la variable humedad el mejor tratamiento fue de t3 (a1b3) correspondiente al zumo de caña de maíz amarillo a 75 °C*30 min con 22,24%, por último la variable de pH el mejor tratamiento fue 4,47.
- Finalmente se determinó el mejor tratamiento que fue el t6 (a1b3) correspondiente al zumo de caña de maíz amarillo a 75 °C*30 min, la variable de sólido soluble fue de 76,82% y pH de 4,50, estos parámetros se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Técnica Colombiana (NTC 610), para la variable de ceniza el mejor fue t5 (a2b2) correspondiente al zumo de caña de maíz blanco a 70 °C*27 min con 7,80% y

para la humedad fue t3 (a1b3) que corresponde al zumo de caña de maíz amarillo a 75 °C*30min con 21,50% estos parámetros también cumplen con la norma.

- Para los análisis proximales de mejor tratamiento se obtuvo 1,76% de proteína, <0,10 de vitamina E y D3, <5,00 de vitamina A, mientras que el perfil de azúcar se obtuvo 73,76% de azúcares totales, 51,67% sacarosa, 11,24% glucosa, 10,86% de fructosa estos parámetros se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Técnica Colombiana (NTC 610). Por lo tanto, el mejor tratamiento no presenta ninguna contaminación microbiológica ya que cumple con todos los parámetros del jarabe.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para optimizar el procedimiento en la obtención del jarabe y para aumentar el rendimiento obtenido.
- Realizar investigaciones más exhaustivas sobre la glucosa y fructosa y su contribución nutricional.
- Ejecutar un estudio sobre la vida útil del producto en diversos tipos de envases, y sean de vidrio o plástico, con el fin de verificar los cambios en el jarabe.
- Realizar investigaciones de variabilidad, con el fin de establecer la rentabilidad de la producción del edulcorante a gran escala, para el beneficio de los consumidores y de los productos de maíz.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguirre, M., & Poveda, C. (2020). Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio.[Tesis - Especialización Tecnológica de alimentos; Escuela Superior Politécnica del Litoral]. *Repositorio Institucional*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14844/1/Jugo%20de%20Ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar%20envasado%20en%20vidrio.pdf>
- Alban, G., Velasquez, J., Carvajal, F., & Caviedes, M. (2024). Estudio de la eficiencia productiva del maíz (*Zea mays* L.) amiláceo y duro en el Ecuador. *Aci*, 16(2). doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401>
- Albán, M., Carvajal, F., & Caviedes, M. (2023). Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia Tecnología e Innovación. *USFQ*(49). Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/3109/3460>
- Albán, M., Caviedes, M., & Zambrano, J. (2021). 1 Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación. *USFO*(38). Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/3040/3424>
- Alcantara, M., Campos, J., & Ibarra, A. (2021). Desregulación metabólica y consecuencias clínicas por el consumo de fructosa. 24. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.332>
- Aldana, F., & Beccio, D. (2020). Jarabe de maíz de alta fructosa, sus implicancias en la salud y la información disponible en el rotulado de los alimentos.[Tesis - Ingeniería Alimentos; Universidad de Buenos Aires]. *Repositorio Institucional*. Universidad de Buenos Aires. Obtenido de https://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/19a/rb/851_c.pdf
- Amaya, J. (2021). *Evaluación de la capacidad degradadora de Trichoderma sp. y Aspergillus sp. en bagazo de caña de azúcar*. [Tesis - Ingeniería Ambiental; Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8388>
- Analuisa, I., Jimber, J., Fernández, J., & Vergara, A. (2023). La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano. Retos y oportunidades. *Lectura de Economías*(98). doi:<https://doi.org/10.17533/udea.le.n98a347315>
- Analuisa, I., Jimber, J., Fernández, J., & Vergara, A. (2023). La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano. *Scielo*(98). doi:<https://doi.org/10.17533/udea.le.n98a347315>

- Andino , M. (2023). Elaboracion de un caramelo duro a base de grosella (Ribes rubrum) y eucalipto (Eucalyptus globulus) endulzado con stevia sin aporte calorico.[Tesis - Ingenieria Agricola mencion Agroindustrial; Universidad Agraria del Ecuador]. *Repositorio Institucional*. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ANDINO%20SUAREZ%20MARIA%20FERNANDA.pdf>
- Angamarca, Y., & Delgado, L. (2022). López, J. E., & Maldonado, S. (2019). Composición química y usos potenciales de los residuos agrícolas del maíz (Zea mays).[Tesis - Ingenieria Ambiental; Universidad Politecnica Saleciana]. *Repositorio Institucional*. Universidad Politecnica Saleciana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22542/1/UPS-CT009761.pdf>
- Arango, J., Macías , C., Lopera, J., & Rúa, D. (2018). Cuestiones Sociocientíficas en la clase de Ciencias Naturales: El caso del Jarabe de maíz de alta fructuosa en la industria alimentaria. *EDUCYD*(21). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/334468758_Cuestiones_Sociocientificas_en_la_clase_de_Ciencias_Naturales_El_caso_del_Jarabe_de_maiz_de_alta_fructuosa_en_la_industria_alimentaria
- Avellaneda , J., & Rivera, F. (2023). Implementación del Área de Producción de jarabes de esencias naturales en Huamachuco.[Tesis - Ingenieria Industrial; Universidad Cesar Vallejo]. *Repositorio Institucional*. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/130516/Avellaneda_SJF-Rivera_PF-SD.pdf;jsessionid=6C3F3C50528E1A74C8835417C7BDE6B8?sequence=1
- Bailey, M. (2021). ¿Qué es el jarabe de maíz? Usos y sustitutos del jarabe de maíz. *Master Class*. Obtenido de <https://www.masterclass.com/articles/what-is-corn-syrup-explained>
- Beltran, D. (2020). Manual de compras sostenibles del maiz en Ecuador.[Tesis - Escuela Gastronomica; Universidad de las Americas]. *Repositorio Institucional*. Universidad de las Americas. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12180/1/UDLAEC-TLG-2020-06.pdf>
- Bravo, H. (2021). “Evaluacion del contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica tipo vino tinto a base de maiz (Zea Mays L.), morado y rojo”. [Tesis- Ingenieria en Alimentos; Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. Obtenido de

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b6c2bf7-13d2-407a-8ed827a90fd115c4/content>

- Buenaño, K. (2017). “Elaboracion de jarabe de tamarindo con la utilizacion de edulcorantes naturales en REEMP.[Tesis de Tecnología Industrial; Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. *Repositorio Institucional*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/docs/elaboracion-de-jarabe-de-tamarindocon-la-utilizacion-de-edulcorantes-naturales-en-reemp/9130083/>
- Cañarte , S. (2024). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de bioplásticos a partir del almidón de maíz (zea mays l.) Sambembe-Jipijapa.[Tesis-Ingeniería Ambiental; Universidad Estatal del Sur de Manabi]. *Repositorio Institucional*. Universidad Estatal del Sur de Manabi. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6655>
- Carranza, A. (2020). Efecto de dos biofertilizantes complementario en el cultivo de maiz dulce (Zea mays L. var. rugosa).[Tesis - Ingenieria Agronoma; Universidad Agraria del Ecuador]. *Repositorio Institucional*. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARRANZA%20MACIAS%20ADRIANA%20YADIRA.pdf>
- Carvalho, P., Carvalho, E., Barbosa, S., Mandarim, C., Hernández, A., & Sol, M. (2019). Efectos Metabólicos del Consumo Excesivo de Fructosa Añadida. *Scielo*, 37(3). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000301058>
- Caviedes, M., Carvajal , F., & Zambrano , J. (2022). Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (Zea mays. L) en el Ecuador. *Aci*. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- Caviedes, M., Carvajal, F., & Zambrano, J. (2022). Tecnologías para el cultivo de maíz (Zea mays. L) en el Ecuador. *14*(1). doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- Chan, M., Moguel , Y., Gallegos , S., Chel , L., & Betancur, D. (2021). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (Zea mays L.) de alta calidad de proteína desarrolladas en Yucatán, México. *Biotecnica*, 23(2). doi:<https://doi.org/10.18633/biotecnica.v23i2.1334>
- Charalla, H. (2019). Caracterización agronómica y rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.).[Tesis [168]; Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3825>
- Chavez, K. (2021). Desarrollo de nuevos productos derivados de maíz (Zea mays) y su impacto comercial en la Asociación Agropecuaria Picalauseme de Julcuy.[Tesis - Comercio Exterior; Universidad Estatal del Sur de Manabi]. *Repositorio Institucional*.

- Universidad Estatal del Sur de Manabi. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3077/1/TESIS%20TERMINADA%20%20KARLA%20CHAVEZ%20CELORIO.....pdf>
- Chávez, S., & Tipan, D. (2023). Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos. [Tesis: Titulación - Ingeniería en Agroindustrias; Universidad Técnica de Cotopaxi]. *Repositorio Institucional*. Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11024>
- Colque, E., & Oblitas, S. (2024). *Determinación de la actividad antioxidante del extracto metanólico de la harina del grano y coronta en 3 variedades de maíz y cuantificación de zinc, para la formulación de un jarabe*. [Tesis; Universidad Nacional de San Antonio Aban del Cusco]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/9961>
- Constantino, Q. (2024). La investigación documental. *Scielo*(17). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004029151993000100008
- Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. *Booksmedicos.org*(736). Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Gindri, C., Santos, D., Gomez, L., Silva, L., Homrich, I., & Müller, R. (2020). Evaluación de un remineralizador de suelos a partir de subproductos de la minería de roca volcánica: prueba experimental utilizando avena negra y cultivos de maíz. *Natural Resources Research*, 29, 1583–1600. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-019-09529-x>
- Hernández, D. (2019). Jarabes azucarados a partir de residuos agroindustriales. *Periodico UNAL*. Obtenido de <https://periodico.unal.edu.co/articulos/jarabes-azucarados-a-partirde-residuos-agroindustriales/>
- Hernández, A. (2017). Evaluación de la calidad e inocuidad de la panela de Veracruz, México. *10*(11). Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/68>

- Hernández, J., Rodríguez, S., Bello, A., & Pérez, L. (2019). Obtención de jarabe fructosado a partir de almidón de plátano (musa paradisíaca l.). Caracterización parcial. *Scielo*, 33(5).
Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442008000500011#tab2
- Hernandez, M. (2023). Interrupciones en la producción y distribución de alimentos: el caso del maíz blanco en la zona Metropolitana del valle de México, 1900 - 2020.[Tesis - Ciencias de sostenibilidad; Universidad Nacional Autónoma de México]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000840765/3/0840765.pdf>
- Izquierdo, R. (2023). Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja..[Tesis - Ingeniería Agrónoma; Universidad Nacional de Loja]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional de Loja. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28447/1/LourdesStefania_Guam%C3%A1nGuam%C3%A1n.pdf
- Kètzal. (2020). "Cañas de Maíz". Obtenido de Facebook: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=143318870553634&id=104796587739196&set=a.104939527724902>
- Lanchimba, C. (2024). "Evaluación de los parámetros de concentración por evaporación de soluciones de fructosa natural con fines de comercialización.[Tesis - Ingeniería Agroindustria; Universidad Técnica del Norte]. *Repositorio Institucional*. Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15649/2/03%20EIA%20631%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Lanchimba, C. (2024). Evaluación de los parámetros de concentración por evaporación de soluciones de fructosa natural con fines de comercialización.[Tesis - Proyecto de Investigación; Universidad Técnica del Norte]. *Repositorio Institucional*. Universidad Técnica del Norte.
- Leon, S. (2019). "Análisis de la producción, comercialización y rentabilidad del cultivo de maíz en el cantón Mocache".[Tesis - Ingeniería en Administración de Empresas Agropecuarias; Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. *Repositorio Institucional*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de

- <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89e12602-6528-45aa-bd7be345a0a9e44f/content>
- Lima, J. (2021). “Evaluacion agronomica del cultivo de maiz (*Zea mays* L.), de la raza canguil rojo en la granja experimental la pradera, Chaltura”. [Tesis - Carrera Agronomia; Universidad Tecnica del Norte]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnica del Norte. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11726/2/03%20AGP%20307%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Loayza, L. (2020). Comportamiento morfologico y agronomica de diferentes cultivares de maiz (*Zea mays*) en la granja Santa Ines. [Tesis - Ingenieria Agronomo; Universidad Tecnica de Machala]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16139/1/TTUACA-2020-IADE00022.pdf>
- Loor, N. (2024). Análisis socio productivo y comercial del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades rurales del cantón Santa Ana. [Tesis - Ingenieria Agropecuaria; Universidad Estatal del Sur de Manabi]. *Repositorio Institucional*. Universidad Estatal del Sur de Manabi. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6831/1/Loor%20Mac%C3%ADas%20Nicole%20Stephanie.pdf>
- López , R., Urbano, M., Ureña, S., & Quiñonez, M. (2018). Aprovechamiento de los tallos de maíz (*Zea mays*) del hibrido Dk 7088 en distintas edades para la obtención de jugo y miel. *Red Investigacion*. Obtenido de <https://www.redisd.org/index.php/es/ponencias/1010-bio/409-aprovechamiento-de-los-tallos-de-maiz-zea-mays-del-hibrido-dk-7088-en-distintas-edades-para-la-obtencion-de-jugo-y-miel>
- Luchsinger, A., & Camilo, F. (2008). Rendimiento de maiz dulce y contenido de sólidos solubles. *Scielo*, 26(3). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292008000300003
- Mansilla, P. (2018). Evaluación del valor nutricional de maíces especiales (*Zea mays* L.): selección para calidad agroalimentaria. [Tesis de Doctorado; Universidad Nacional de Cordoba]. *Universidad Nacional de Cordoba*. Repositorio Digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11086/6107>
- Martínez, E., Muñiz, D., Hernández, M., Aguilar, P., Reyes, C., Ramírez, H., & Wong, J. (2020). Estudio de factores que influyen en la producción de piloncillo de caña de azúcar

- (*Saccharum officinarum* L.) empleando un diseño de Plackett Burman. *SciELO*, 29. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2188>
- Meg, M. (2024). jarabe de maíz. *Britannica*. Obtenido de <https://www.britannica.com/topic/corn-syrup>
- Molina, D. (2024). Analisis de la unidades de produccion agropecuarias de comunidades de Cotopaxi y Chimborazo.[Tesis - Proyecto de investigacion; Universidad Tecnica de Cotopaxi]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8e3302b6-78cc-47a7-b3aa-1ea56093d88b/content>
- Moscoso, J. (2022). Biochar de residuos de caña de azucar: dosis y efectos en el cultivo de maiz (*Zea mays* L.).[Tesis - Ingenieria Agronoma; Universidad Tecnica de Machala]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18483/1/TTUACA-2022-IADE00009.pdf>
- Muñoz , C. (2023). Aprovechamiento de los residuos de maíz generados en la estación experimental de tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para la producción de bioensilaje.[Ingeniero/a Ambiental; Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. *Repositorio Institucional*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22117>
- Naula, D. (2022). Aprovechamiento de la uvilla (*Physalis peruviana* L.), para la elaboración de jarabe de repostería y su caracterización.[Carrera Ingeniería en Alimentos; Universidad Tecnica de Ambato]. *Carrera de Ingeniería en Alimentos*. Universidad Tecnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35866>
- Navarrete, A. (2020). Efeceto del tamaño del grano y la concentracion de almidon en las características físicas, químicas y organolepticas de una bebida con morocho (*Zea mays*).[Tesis - Posgrado; Universidad de las Americas]. *Repositorio Institucional*. Universidad de las Americas. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13440/1/UDLA-EC-TMACSA-2020-08.pdf>
- Olmedo, J. (2021). Efecto crónico del jarabe de maíz alto en fructosa sobre el sistema nervioso central (cerebro, cerebelo) y corazón de *rattus norvegicus* variedad wistar.[Tesis - Escuela Profesional de Biología; Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/15205>

- Ordóñez, Y., Tintoré, S., Guerrero, L., & Ancona, D. (2022). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína (QPM) desarrolladas en Yucatán, México. *SciELO*, 23(2). doi:<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1334>
- Ortega, C. (2021). “La alimentación artificial para la cría de las abejas”. [Tesis Carrera de Ingeniería Zootécnica; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. *Repositorio Institucional*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15628/1/17T01656.pdf>
- Párraga, A., & Mero, P. (2023). Aprovechamiento de harina de raquis de maíz (*Zea Mays*) en la elaboración de Totopos Of use corn rachis flour (*Zea Mays*) in the preparation of tortilla chips. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(2). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/377388576_Aprovechamiento_de_harina_de_raquis_de_maiz_Zea_Mays_en_la_elaboracion_de_Totopos_Of_use_corn_rachis_flour_Zea_Mays_in_the_preparation_of_tortilla_chips
- Paucar, L. (2008). Obtención de un edulcorante natural a partir de la caña de maíz (*Zea Mays*) y su caracterización físico-química. [Tesis: Ingeniero en Industrias Alimentarias; Universidad Nacional del Centro del Perú]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2637>
- Perales, S. (2023). Estudio comparativo de nuevas tecnologías en el cultivo del maíz (*Zea mays*). [Tesis - Ingeniería Agronómica; Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. *Repositorio Institucional*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/b6e08e08-fc76-491c-832c2efdc3b5b776/content>
- Peralta, J., & Alquino, P. (2020). *Consumo de azúcar y jarabe de maíz rico en fructosa - su relación con la obesidad y muertes por diabetes en México*. Obtenido de <https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/siica/Consulta/verDoc.aspx?num=2656>
- Pereira, T. (2024). Jarabe de azúcar líquido vs jarabe de maíz. *Ragus*. Obtenido de <https://www.ragus.co.uk/liquid-sugar-syrup-vs-corn-syrup/>
- Piguave, J. (2020). “Producción y comercialización de maíz y su incidencia en la calidad de vida en los habitantes del recinto “San Pedro” Parroquia la América del cantón Jipijapa”. [Tesis - Economista; Universidad Estatal del Sur de Manabí]. *Repositorio Institucional*. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3474/1/TESIS%20FINAL%20JEAN%20PIERRE%20P%20%20GESTION%20EMPRESARIAL.pdf>

Reyes, V., & Diaz, A. (2021). Ingesta de Jarabe de Maíz Alto en Fructosa y su Impacto en la Génesis del Sobrepeso y Obesidad. *Academia Journals*, 1601-1605. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376261644_Ingesta_de_Jarabe_de_Maiz_Alto_en_Fructosa_y_su_Impacto_en_la_Genesis_del_Sobrepeso_y_Obesidad

Rivera, A. (2020). Respuesta del cultivar de maíz "Trueno" a la fertilización nitrogenada en condiciones edafoclimáticas del cantón Santa Rosa. [Tesis - Carrera Agronomía; Universidad Técnica de Machala]. *Repositorio Institucional*. Universidad Técnica de Machala. Obtenido de

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16146/1/TTUACA-2020-IADE00029.pdf>

Rodríguez, M. (2020). *Determinación Del Rendimiento De La Miel De Caña De Maíz (Zea Mays L.) En Diferentes Zonas De Vida De La Provincia Del Sumapáz. [Trabajos De Grado Zootecnia; Universidad de Cundinamarca]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12558/2966>

Santillán, A., Salinas, Y., Valdez, J., Carmona, M., Vera, J., & Pereira, S. (2021). Relación entre la productividad de la semilla de maíz en México entre 1983 y 2018 con la adopción de maíz genéticamente modificado y la resiliencia de razas locales. *MDPI*, 11(8). Obtenido de <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/8/737>

Sevilla, P. (2023). Respuestas del maíz (*Zea mays*) a la aplicación de tres enmiendas edáficas en las condiciones edafoclimáticas del cantón la Tropical. [Tesis - Ingeniería Agrónoma; Universidad Agraria del Ecuador]. *Repositorio Institucional*. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SEVILLA%20PAREDES%20PRISCILA%20JAMILETH.pdf>

Shamirian, L. (2023). *Maíz (Zea Mays)*. Obtenido de Bon Viveur: <https://www.bonviveur.es/gastroteca/maiz#:~:text=EI%20ma%C3%ADz%20es%20un%20cereal,extiende%20desde%20Am%C3%A9rica%20hasta%20Asia>.

Soledad, N. (2018). Potencial del sorgo azucarado como un cultivo complementario de la caña de azúcar para la producción de bioenergía. [Ingeniería Bioenergética; Universidad Tecnológica Nacional]. *Repositorio Institucional*. Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/server/api/core/bitstreams/a6cd617f-347b-4d7c9d7a-01522f65c478/content>

- Soto, M. (2014). Aprovechamiento de residuos del maíz (*Zea mays*) en la industria. *Rivar*, 11(31). doi:<https://doi.org/10.35588/rivar.v10i31.5980>
- Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. (2023). Cultivo de maíz. *Corporación Financiera Nacional B.P.* Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-2-trimestre/FichaSectorial-Cultivo-de-maiz.pdf>
- Tavares , H., Tessaro, I., & Medeiros, N. (2022). Concentration of grape juice: Combined forward osmosis/evaporation versus conventional evaporation. *El Siever*, 75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102905>
- Valarezo, J., Montero, E., Santana, D., Mendoza, E., & Coello, A. (2024). Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea Mays L.*) sembrados a dos distancias en el litoral ecuatoriano. *Conocimiento global*, 9(3), 278-298. Obtenido de <https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i3.468>
- Vásconez, L. (2024). Importación de maíz amarillo se adelanta por la sequía en Ecuador. *El Comercio*. Obtenido de https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/importacionmaiz-amarillo-adelanta-sequia-ecuador.html?utm_source=chatgpt.com
- Venegas, D., & Viramontes, D. (1990). Elaboración de jugo de manzana y jugo concentrado de manzana.[Tesis - Químico Farmacéutico; Univesidad Nacional Autonoma de Mexico]. *Repositorio Institucional*. Univesidad Nacional Autonoma de Mexico. Obtenido de <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000115754/3/0115754.pdf>
- Verdecchia, A. (2020). *Determinación del consumo de bebidas en relación a la ingesta de agua y aquellas adicionadas con jarabe de maíz de alta fructosa en adolescentes de 10 a 12 años de Sanford, Santa Fe. [Tesis-Licenciatura en Nutrición; Universidad de Concepción del Uruguay]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/handle/522/188>
- Villalobos, R. (2021). La suplementación con jarabe de maíz de alta fructosa incrementó progresivamente la adenosina e inosina en suero y la inosina aumentó la presión arterial y la frecuencia cardiaca en ratas. 31. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2021.2923>
- Vite, J. (2020). Produccion organica de cultivo de maiz (*Zea mays L.*) aplicando cuatro dosis de guano de murcielago canton Naranjal.[Tesis - Carrera de agronomia; Universidad Agraria del Ecuador]. *Repositorio Institucional*. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de

https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VITE%20REYES%20JOEL%20MOISES_compressed.pdf

- Yanacallo, M. (2023). Aprovechamiento de la tuna (*Opuntia ficus indica* Miller) para la elaboración de productos agroindustriales.[Tesis - Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional de Chimborazo]. *Repositorio Institucional*. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11760/1/Aprovechamiento%20de%20la%20tuna%20%28Opuntia%20ficus%20indica%20Miller%29%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20productos%20agroindustriales.pdf>
- Zambran, J., Velásquez, J., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., . . . Racines, M. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. *Kopia*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1%20(2).pdf)
- Zambrano, C. (2021). Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. *Scielo*, *13*(4). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143
- Zambrano, J., Carvajal , F., & Caviedes, M. (2022). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *Aci*, *14*(1). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/360664407_Generacion_de_tecnologias_para_el_cultivo_de_maiz_Zea_mays_L_en_el_Ecuador
- Zhang, C., Chen, H., Pang, S., Wang , K., Cai, D., & Su , C. (2020). Importancia de la redefinición del momento de cosecha del rastrojo de maíz para mejorar la producción de bioetanol no alimentario. *El sevier*, *146*, 1444-1450. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119310869#previewsection-introduction>

