



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN
DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ
NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL
TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agroindustriales

Autor:

Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando

Vaca Sillo William Geovanny

Tutor:

Trávez Castellano Ana Maricela

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando, con cédula de ciudadanía No. 1727641373 y Vaca Sillo William Geovanny, con cédula de ciudadanía No. 1725479016, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays* L.) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA.”**, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, 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, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de febrero del 2024

Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando
C.C: 1727641373
ESTUDIANTE

Vaca Sillo William Geovanny
C.C: 1725479016
ESTUDIANTE

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 **ALBARRACIN PANELUISA JOSEF FERNANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **1727641373** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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 Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**, 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 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Febrero 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**

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 **EL 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 14 días del mes de febrero del 2024.

Jhosep Fernando Albarracin Paneluisa
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

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 **VACA SILLO WILLIAM GEOVANNY**, identificado con cédula de ciudadanía **1725479016** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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 Agroindustrial titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**, 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 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Febrero 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**

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:

- f) 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.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

j) 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 **EL 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 14 días del mes de febrero del 2024.

William Geovanny Vaca Sillo
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA.”, de Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando y Vaca Sillo William Geovanny, 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 ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 22 de febrero del 2024



Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

C.C: 0502270437

DOCENTE TUTORA

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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, los postulantes: Albarracín Paneluisa Josep Fernando y Vaca Sillo William Geovanny, con el título del Proyecto de Investigación: **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”**, 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, 22 de febrero del 2024



Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.
C.C: 0501773931
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 2 (MIEMBRO)



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

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios, por haberme guiado en mis pasos y me ha protegido siempre permitiéndome cumplir una meta más también por ayudarme a llegar a la culminación de este proyecto de investigación, agradecer a mi querida Universidad por permitir forjarme en sus aulas y llenar de conocimientos para poder servir al pueblo ecuatoriano.

A mi padre Marco y a mi madre Mariana por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradecer de igual manera a mis hermanas Lady y Fernanda que fueron un pilar fundamental demostrándome así su cariño y apoyo incondicional

De igual forma, agradezco a mi tutora de tesis Ing. Mg. Maricela Trávez, que gracias a sus consejos y enseñanzas hoy puedo culminar este trabajo. A los Docentes de la carrera de Agroindustria, que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y satisfecho de lo que voy logrando en mi vida.

Finalmente agradezco a mi compañero de tesis que gracias a su apoyo me permitió permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

Jhosep Fernando Albarracin Paneluisa

AGRADECIMIENTO

Al concluir este proyecto, quiero dejar mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales, a mi apreciada Carrera de Agroindustria, por forjarme de conocimientos y acompañarme durante esta etapa de mi vida.

De manera especial a la Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, quien fue la persona que me guio en el desarrollo del proyecto, apoyándome con sus conocimientos para poder lograr el objetivo propuesto.

William Geovanny Vaca Sillo

DEDICATORIA

Lleno de felicidad y humildad esta anhelada meta que hoy he cumplido se lo dedico a Dios quien supo guiarme y darme fuerzas para seguir adelante y permitirme culminar con éxito mi carrera.

A mi familia especialmente a mis padres Mariana Paneluisa y Marco Albarracin, los cuales supieron guiarme de manera correcta durante toda mi vida ya que siempre han sido, son y serán la luz que guía mi camino y mi fortaleza para seguir adelante por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y lograr este sueño tan anhelado.

Jhosep Fernando Albarracin Paneluisa

DEDICATORIA

En el presente proyecto se ve reflejado en estas palabras: esfuerzo, dedicación paciencia ante, una etapa de mi vida que está concluyendo donde siempre estuvo presente mi fe en Dios por ser especial en mi vida.

También quiero dedicar mi trabajo a mis padres por todo el amor y educación que me han inculcado y sobre todo paciencia, a mi hermana por el cariño que me han brindado, a todos y a cada uno de ellos dedico este proyecto.

William Geovanny Vaca Sillo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CORONTA DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) EN LA ASOCIACIÓN VIRGEN DEL TRÁNSITO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA”

Autores:

Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando
Vaca Sillo William Geovanny

RESUMEN

El presente proyecto de la investigación tiene como objetivo mejorar el proceso de elaboración de una bebida a base de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) en la Asociación Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama se utilizó de la metodología fisicoquímica y sensorial utilizando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3*2 con un total de 6 tratamientos con dos repeticiones, con el fin de prolongar su estabilidad, se elaboró la bebida a partir de dos tipos de endulzantes (azúcar, panela y stevia) y dos tipos de conservantes (sorbato de potasio y benzoato de sodio), se evaluó los análisis fisicoquímicos, sensoriales, nutricionales y microbiológicos. Los resultados revelaron que los endulzantes tuvieron un impacto significativo en los parámetros de sólidos solubles, pH, acidez titulable, densidad y turbidez de la bebida. Se obtuvieron valores finales en sólidos solubles de 6,60 ° Brix; pH de 3,81; acidez titulable de 0,19%; densidad constante en 1030g/m³ y turbidez de 399 NTU. Analizados bajo la normativa NTE INEN 2304, 2017 y UNE-EN ISO 7027-1, 2016, se destacó el tratamiento t₄ con la combinación de panela y benzoato de sodio, el cual presento los mejores resultados en comparación a otros tratamientos. Se realizo un análisis microbiológico al mejor tratamiento el cual indicó que se cumple con los estándares aceptables de acuerdo a la normativa NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3549 de presencia de microorganismos. Los resultados nutricionales del mejor tratamiento evidenciaron un contenido de proteína de 1,07%, grasa 0,12%, fibra, ceniza 0,1%, carbohidratos 1,70% y calorías de 12,16%. Además, el estudio sobre el tiempo de vida útil al mejor tratamiento demostró que el producto se mantiene estable durante 30 días, con resultados microbiológicos dentro de los límites permitidos según la Resolución No. 1407 de 2022 que establece criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos. El precio de venta al público de la bebida se estimo es \$ 0,76 en una presentación de 500 ml, por lo que se concluye que es un producto viable que puede ser introducido al mercado.

Palabras clave: bebida, coronta de maíz, endulzantes, conservantes.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF MAKING A BEVERAGE FROM BLACK CORN COB (*ZEА MAYS L.*) IN THE "VIRGEN DEL TRÁNSITO" ASSOCIATION OF GUAYTACAMA PARISH."

Author:

Albarracin Paneluisa Jhosep Fernando
Vaca Sillo William Geovanny

ABSTRACT

The current research project aims to improve the elaboration process of a beverage from black corn cob (*Zea mays L.*) in the "Virgen del Transito" Association of the Guaytacama parish. The psychochemical and sensory methodology was used with a completely randomized block design (CRBD) in a factorial arrangement 3*2 with a total of 6 treatments with two replications, in order to prolong its stability, the drink was made from two types of sweeteners (sugar, panela and stevia) and two types of preservatives (potassium sorbate and sodium benzoate). Physicochemical, sensory, nutritional, and microbiological analyses were evaluated. The results revealed that sweeteners had a significant impact on the parameters of soluble solids, pH, titratable acidity, density, and turbidity of the beverage. Final values were obtained in soluble solids of 6.60 ° Brix; pH of 3.81; titratable acidity of 0.19%; constant density at 1030g/m³ and turbidity of 399 NTU. Analyzed under the NTE INEN 2304, 2017 and UNE-EN ISO 7027-1, 2016 regulations, the t4 treatment with the combination of panela and sodium benzoate was highlighted, which presented the best results compared to other treatments. A microbiological analysis of the best treatment was carried out, which indicated that it complies with the acceptable standards according to the COLOMBIAN TECHNICAL STANDARD NTC 3549 for the presence of microorganisms. The nutritional results of the best treatment showed a protein content of 1.07% fat, 0.12% fiber, 0.1% ash, 1.70% carbohydrates and calories of 12.16%. In addition, the study on the shelf life of the best treatment showed that the product remains stable for 30 days, with microbiological results within the limits allowed according to Resolution No. 1407 of 2022, which establishes microbiological criteria that foods must meet. The retail price of the drink is estimated to be \$0.76 in a 500 ml presentation, so it is concluded that it is a viable product that can be introduced to the market.

Key words: beverage, corn cob, sweeteners, preservatives.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

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
<i>AGRADECIMIENTO</i>	ix
<i>AGRADECIMIENTO</i>	x
<i>DEDICATORIA</i>	xi
<i>DEDICATORIA</i>	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general.....	5
5.2. Objetivo específico	5
6. Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8

7.1.	Antecedentes	8
7.2.	Fundamentación teórica	9
7.2.1.	Maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).....	9
7.2.2.	Producción de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>) en el Ecuador	9
7.2.3.	Coronta	10
7.2.3.1.	Usos de la coronta	10
7.2.4.	Clasificación taxonómica del maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).....	11
7.2.5.	Descripción botánica	11
7.2.5.1.	Raíz.....	11
7.2.5.2.	Tallo	11
7.2.5.3.	Hojas.....	12
7.2.5.4.	Inflorescencia masculina	12
7.2.5.5.	Inflorescencia femenina	12
7.2.5.6.	Mazorca.....	12
7.2.5.7.	Semillas	12
7.2.6.	Usos del maíz.....	13
7.2.6.1.	Industrial.....	13
7.2.7.	Antocianinas	13
7.2.7.1.	Antocianinas en la coronta maíz negro (<i>Zea mays L.</i>)	14
7.2.7.2.	Factores que causan la inestabilidad de las antocianinas.	14
7.2.7.3.	Polifenoles.....	14
7.2.7.4.	Taninos.....	14
7.2.8.	Bebida.....	14
7.2.8.1.	Tipos de bebida de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).....	15
7.2.9.	Elementos utilizados en la bebida de coronta de maíz negro	15

7.2.9.1.	Ishpingo.....	15
7.2.9.2.	Clavo de olor.....	15
7.2.9.3.	Anís estrellado.....	16
7.2.9.4.	Pimienta de dulce.....	16
7.2.9.5.	Canela.....	16
7.2.9.6.	Hoja de higos.....	16
7.2.9.7.	Ácido cítrico.....	17
7.2.10.	Tipos de endulzantes.....	17
7.2.10.1.	Azúcar.....	17
7.2.10.2.	Panela.....	17
7.2.10.3.	Stevia.....	18
7.2.11.	Tipos de conservantes.....	18
7.2.11.1.	Sorbato de potasio.....	18
7.2.11.2.	Benzoato de sodio.....	18
7.2.12.	Vida útil.....	19
7.2.13.	Pruebas de análisis de vida útil.....	19
7.2.13.1.	Microbiología predictiva.....	19
7.2.13.2.	Pruebas aceleradas.....	19
7.2.14.	Requisitos fisicoquímicos de la bebida.....	20
8.	VALIDACIÓN HIPÓTESIS.....	22
8.1.	Hipótesis nula.....	22
8.2.	Hipótesis alternativa.....	22
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
9.1.	Tipos de investigación.....	22
9.1.1.	Investigación bibliográfica.....	22

9.1.2.	Investigación aplicada	23
9.2.	Métodos de investigación	23
9.2.1.	Método experimental.....	23
9.3.	Técnicas de investigación	24
9.3.1.	La observación.....	24
9.3.2.	Instrumentos de investigación	24
9.4.	Metodología de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>)..	24
9.4.1.	Materias primas y Materiales	24
9.5.	Formulación de la bebida.....	26
9.6.	Elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).	27
9.6.1.	Diagrama del proceso	27
9.6.2.	Metodología de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>). 28	
9.6.3.	Metodología de análisis fisicoquímicos	32
9.6.3.1.	Determinación de sólidos solubles.....	32
9.6.3.2.	Determinación de pH	33
9.6.3.3.	Determinación de acidez titulable	34
9.6.3.4.	Determinación de densidad	35
9.6.3.5.	Determinación de turbidez	35
9.6.3.6.	Metodología de análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento. 36	
9.6.3.7.	Metodología fisicoquímica de colorimetría del mejor tratamiento.....	36
9.6.4.	Metodología para el análisis nutricional del mejor tratamiento.	36
9.6.5.	Metodología para el análisis microbiológico del mejor tratamiento	37
9.6.6.	Metodología de vida útil del mejor tratamiento	37

9.7.	Diseño Experimental.....	37
9.7.1.	Factores en estudio	38
9.7.2.	Tratamientos en estudio.....	38
9.7.3.	Variables e indicadores.....	39
9.7.4.	Tabla de análisis estadístico de pruebas fisicoquímicos.....	40
9.7.5.	Tabla de análisis estadísticos evaluación sensorial	40
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
10.1.	Análisis de las características fisicoquímicos de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>) para establecer el mejor tratamiento.....	41
10.1.1.	Resultados del análisis de varianza para sólidos solubles de la bebida	41
10.1.2.	Resultados del análisis de varianza para pH de la bebida.....	51
10.1.3.	Resultados del análisis de varianza para acidez titulable de la bebida.	55
10.1.4.	Resultados del análisis para densidad de la bebida.....	58
10.1.5.	Resultados del análisis de varianza para turbidez de la bebida.	60
10.2.	Comparación del mejor tratamiento en relación a las variables de estudio	70
10.3.	Análisis organoléptico de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).....	71
10.4.	Análisis nutricional del mejor tratamiento de la bebida de coronta maíz negro	76
10.5.	Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida de coronta de maíz negro	77
10.6.	Análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento.....	78
10.7.	Análisis fisicoquímico de colorimetría del mejor tratamiento	78
10.8.	Análisis de vida útil mediante prueba de estabilidad acelerada del mejor tratamiento	79
10.9.	Análisis de costos de producción del mejor tratamiento de la bebida de coronta de maíz negro	80
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	82

11.1.	Impactos técnicos	82
11.2.	Impactos sociales.....	82
11.3.	Impactos ambientales	82
11.4.	Impactos económicos	83
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	83
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
13.1.	Conclusiones	84
13.2.	Recomendaciones.....	86
14.	BIBLIOGRAFÍA	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades planteadas en base a objetivos	6
Tabla 2. Requisitos físicoquímicos para refrescos o bebidas no carbonatadas	20
Tabla 3. Formulaciones para la bebida de coronta de maíz negro.....	26
Tabla 4. Factores de estudio	38
Tabla 5. Diferentes tratamientos del estudio	38
Tabla 6. Variables e indicadores.....	39
Tabla 7. Análisis estadístico de pruebas físicoquímicos	40
Tabla 8. Análisis estadísticos evaluación sensorial	40
Tabla 9. Análisis de varianza sólidos solubles	41
Tabla 10. Prueba Tukey semana 1 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	43
Tabla 11. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	43
Tabla 12. Prueba Tukey semana 2 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	44
Tabla 13. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	44
Tabla 14. Prueba Tukey semana 3 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	45
Tabla 15. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	45
Tabla 16. Prueba Tukey semana 4 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	46
Tabla 17. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	46
Tabla 18. Prueba Tukey semana 5 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	47
Tabla 19. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	47
Tabla 20. Prueba Tukey semana 6 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	48
Tabla 21. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	48
Tabla 22. Prueba Tukey semana 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	49
Tabla 23. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	49
Tabla 24. Análisis de Varianza pH.....	51

Tabla 25. Prueba Tukey semana 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	53
Tabla 26. Prueba Tukey semana 1 del factor TDC (Tipos de conservantes)	53
Tabla 27. Prueba Tukey semana 2 del factor TDC (Tipos de conservantes)	54
Tabla 28. Análisis de Varianza acidez titulable.....	56
Tabla 29. Prueba Tukey semanas 5, 6 y 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes).....	58
Tabla 30. Prueba Tukey semanas 3 y 4 del factor TDC (Tipos de conservantes).....	58
Tabla 31. Análisis de Varianza turbidez.....	60
Tabla 32. Prueba Tukey semana 1 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	61
Tabla 33. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	62
Tabla 34. Prueba Tukey semana 2 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	63
Tabla 35. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	63
Tabla 36. Prueba Tukey semana 3 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	64
Tabla 37. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	64
Tabla 38. Prueba Tukey semana 4 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	65
Tabla 39. Prueba Tukey semana 4 del factor TDC (Tipos de conservantes)	65
Tabla 40. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	66
Tabla 41. Prueba Tukey semana 5 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	66
Tabla 42. Prueba Tukey semana 5 del factor TDC (Tipos de conservantes)	67
Tabla 43. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	67
Tabla 44. Prueba Tukey semana 6 del factor TDE (Tipos de endulzantes)	68
Tabla 45. Prueba Tukey para la interacción entre factores.....	68
Tabla 46. Comparación del mejor tratamiento en relación a las variables de estudio.....	70
Tabla 47. ANOVA resultados sensoriales	72
Tabla 48. Prueba de Tukey color.....	73
Tabla 49. Prueba de Tukey sabor	74

Tabla 50. Prueba de Tukey aceptabilidad.....	75
Tabla 51. Análisis nutricional del mejor tratamiento	76
Tabla 52. Análisis microbiológico del mejor tratamiento	77
Tabla 53. Análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento.....	78
Tabla 54. Análisis fisicoquímico de colorimetría del mejor tratamiento	78
Tabla 55. Análisis de vida útil mediante prueba de estabilidad acelerada del mejor tratamiento	79
Tabla 56. Estudio de estabilidad en tiempo acelerado.....	79
Tabla 57. Determinación del costo de producción del mejor tratamiento	80
Tabla 58. Costo del material de envasado del mejor tratamiento.....	80
Tabla 59. Total de costos de producción de la materia prima y envases.....	81
Tabla 60. Mano de obra directa	81
Tabla 61. Costos indirectos de fabricación.....	81
Tabla 62. Costo total de producción.....	81
Tabla 63. Presupuesto del proyecto	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estadística de producción de maíz negro	10
Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro	27
Figura 3. Recepción de ingredientes	28
Figura 4. Pesado	28
Figura 5. Cocción	29
Figura 6. Mezclado.....	29
Figura 7. Filtrado.....	30
Figura 8. Pasteurizado	30
Figura 9. Enfriado.....	31
Figura 10. Envasado.....	31
Figura 11. Almacenamiento	32
Figura 12. Determinación de sólidos solubles.....	33
Figura 13. Determinación del pH.....	33
Figura 14. Determinación de la acidez titulable.....	34
Figura 15. Determinación de densidad.....	35
Figura 16. Determinación de turbidez.....	36
Figura 17. Comportamiento de sólidos solubles en las 7 semanas de análisis.....	50
Figura 18. Comportamiento de pH en las 7 semanas de análisis	54
Figura 19. Comportamiento de acidez titulable en las 7 semanas de análisis	55
Figura 20. Comportamiento de la densidad en las 7 semanas de análisis	59
Figura 21. Comportamiento de la turbidez en las 7 semanas de análisis	69
Figura 22. Análisis sensorial Color	74
Figura 23. Análisis sensorial Sabor.....	75
Figura 24. Análisis sensorial Aceptabilidad.....	76

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Mejoramiento del proceso de elaboración de una bebida a base de coronta de maíz negro (*Zea Mays L.*) en la Asociación Virgen del Tránsito de la Parroquia Guaytacama.

Fecha de inicio: Octubre 2023

Fecha de finalización: Marzo 2024

Lugar de Ejecución

Barrio: Pilacoto

Parroquia: Guaytacama

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Carrera de Agroindustria

Equipo de Trabajo

Tutora: Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Investigador 1: Jhosep Fernando Albarracin Paneluisa

Investigador 2: William Geovanny Vaca Sillo

Coordinador del Proyecto:**Nombres:** Jhosep Fernando Albarracin Paneluisa

William Geovanny Vaca Sillo

Teléfonos: 0998442755

0995474086

Correo electrónico: jhosep.albarracin1373@utc.edu.ec

william.vaca9016@utc.edu.ec

Áreas de Conocimiento:

Ingeniería, industria y producción

Línea de Investigación

Procesos Industriales

Sub-línea de investigación

Análisis, cualitativo, cuantitativo y sensorial de alimentos y no alimentos de productos agroindustriales y optimización de procesos tecnológicos agroindustriales

Línea de vinculación de la carrera

Desarrollo y seguridad alimentaria

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La investigación surge a través de un proyecto de vinculación en la Asociación Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama, en el cual se busca mejorar el proceso de la producción de la bebida a base de coronta de maíz negro. Por esta razón este estudio tiene el propósito de elevar la calidad del producto final a través de la evaluación de diversos endulzantes y conservantes, considerando tanto sus efectos fisicoquímicos tales como sólidos solubles, pH, acidez, densidad, turbidez, microbiológicos y sensoriales.

Sus aportes son tanto teóricos como prácticos. Desde una perspectiva teórica, este trabajo contribuirá al conocimiento científico sobre la utilización de coronta de maíz negro en la producción de bebidas, ofreciendo datos específicos sobre la mejora en la estabilidad del producto. Prácticamente, los resultados podrían beneficiar directamente a la asociación y a los consumidores potenciales, al ofrecer una bebida mejorada en términos de calidad, sabor y seguridad microbiológica.

El impacto de este estudio radica en su potencial para optimizar un producto local, promoviendo su viabilidad comercial y generando mayor interés en el mercado. Además, al establecer el tiempo de vida útil del mejor tratamiento durante el almacenamiento, se asegura una mayor durabilidad del producto final, lo que podría ampliar su alcance y disponibilidad en el mercado local, eventualmente, beneficiar a la economía regional (Malvais, 2017).

La utilidad práctica se refleja en la mejora del proceso productivo de una bebida basada en coronta de maíz negro, lo que implica no solo beneficios económicos para la asociación, sino también la oferta de un producto de calidad para consumidores interesados en alternativas naturales y nutritivas en el mercado de bebidas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios principales de esta investigación son los miembros de la Asociación de la Asociación Virgen del Tránsito en Guaytacama, estimándose alrededor de 12 socios involucradas en la producción y comercialización de la bebida a base de coronta de maíz negro.

En términos de género, la participación directa en la Asociación Virgen del Tránsito es mayoritaria en mujeres, con una proporción aproximada de un 70% mujeres y 30% hombres involucrados en la producción

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos ascienden a unas 409.000 personas en la provincia de Cotopaxi. La bebida debido a su bajo costo de \$ 0.76 será más adquirida, favoreciendo a consumidores locales, distribuidores minoristas y mayoristas, así como otros actores económicos en la cadena de suministro que se benefician del incremento en la demanda de esta bebida de coronta de maíz negro mejorada.

Respecto a los beneficiarios indirectos, es probable que haya una distribución equitativa en la localidad, alcanzando a hombres y mujeres por igual en su acceso y disfrute de la bebida mejorada.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El maíz negro (*Zea mays L.*) es un grano perteneciente a la familia de las gramíneas, originario de América. Desde tiempos prehispánicos, ha sido un pilar en la alimentación de las comunidades, y con la llegada de los colonizadores, su cultivo se expandió a Europa, África y Asia, adquiriendo un papel relevante en la elaboración de diversos productos en estas regiones (Calderón, 2018). A nivel internacional, el maíz negro se envía a Estados Unidos y Europa, siendo su principal aplicación el empleo como colorante natural en la producción industrial de alimentos y bebidas (Rios, 2021).

En el contexto peruano, existe un consumo extendido de una bebida elaborada a partir de maíz negro. Sin embargo, se evidencia una carencia significativa en la divulgación y el conocimiento acerca de su valor nutricional, las propiedades antioxidantes y las ventajas inherentes de la coronta de maíz negro (Bolívar & Ramos, 2020). En el año 2017, Perú vendió 869,453 kilogramos de maíz morado por un valor total de 1,249.206 millones de dólares a nivel de exportación. La nación que más adquirió este producto fue Estados Unidos, con una compra que ascendió a 762,000 dólares. A continuación, se ubicaron España en segundo lugar con 182,000 dólares (Yanangómez, 2018).

La provincia de Cotopaxi es productora de algunos tipos de maíz esto se debe a los gustos y a las costumbres de los agricultores, en 2021, se sembraron 8 845 ha de maíz suave seco, con una producción promedio de 0,94 t/ha. Por otro lado, se sembraron 2 776 ha de maíz

suave para choclo, con un rendimiento promedio de 2,56 t/ha (Zambrano et al., 2021). A esto se suma la Asociación Virgen de Tránsito de la parroquia de Guaytacama, una organización dedicada producción agrícola que se vio en la necesidad de incentivar en la elaboración de una bebida a partir de la coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) dando una utilidad a un sub producto de este tipo de maíz que comúnmente es desechado (Tapia, 2021).

La elaboración de la bebida a partir de la coronta de maíz negro se lleva a cabo de manera empírica, careciendo usualmente de un enfoque riguroso y controlado. Este método se basa en la observación y la experiencia transmitida de generación en generación, sin una fermentación intencionada en el proceso. Sin embargo, el riesgo inherente a la fermentación no controlada del maíz puede comprometer la calidad final de la bebida.

Para mejorar este aspecto, es crucial implementar medidas preventivas, el uso de conservantes puede prevenir el desarrollo microbiológico, evitando el deterioro de la bebida y extendiendo su vida útil, además de un control en la higiene durante su procesamiento y un almacenamiento en condiciones adecuadas.

La utilización de estas medidas evita la fermentación no deseada, preservando la calidad y pureza del producto final.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Mejorar el proceso de elaboración de una bebida a base de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) en la Asociación Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama.

5.2. Objetivo específico

- Evaluar el efecto de tres endulzantes y dos conservantes en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).
- Determinar las propiedades, nutricionales y microbiológicas del mejor tratamiento obtenido de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).
- Establecer el tiempo de vida útil del mejor tratamiento durante el almacenamiento.
- Realizar el costo de producción del mejor tratamiento.

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

Tabla 1. *Actividades planteadas en base a objetivos*

Objetivos	Actividades	Resultados de actividades	Medios de verificación
<p>Evaluar el efecto de tres endulzantes y dos conservantes en las características fisicoquímico y sensoriales de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).</p>	<p>Realizar distintas formulaciones de tres endulzantes (azúcar, panela, y stevia) y dos conservantes (sorbato de potasio y benzoato de sodio) en base al diseño factorial 3*2 bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para determinar el mejor tratamiento.</p> <p>Realizar análisis fisicoquímicos y sensoriales de todos los tratamientos.</p>	<p>Análisis de los seis tratamientos, mediante los resultados de sólidos solubles, pH, acidez titulable, densidad y turbidez.</p> <p>Determinar el mejor tratamiento mediante los datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos, mediante la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2304).</p> <p>Características organolépticas: apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad.</p>	<p>Resultados de sólidos solubles (Tabla 9), pH (Tabla 24), acidez titulable (Tabla 28), densidad (Figura 20) y turbidez (Tabla 31) realizados en el laboratorio de bromatología de la carrera de Agroindustria. (Tablas 9).</p> <p>Análisis InfoStat diseño experimental 3*2 completamente al azar (DBCA) (Tabla 4 a 8).</p> <p>Análisis físico químico de los diferentes tratamientos (Tabla 9 a 45).</p> <p>Análisis y comparación del mejor tratamiento (Tabla 46).</p> <p>Análisis sensorial de los diferentes tratamientos (Tabla 47 a 50).</p>

<p>Determinar las propiedades, nutricionales y microbiológicas del mejor tratamiento obtenido de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).</p>	<p>Realizar pruebas nutricionales y microbiológicas al mejor tratamiento de la bebida de coronta de maíz negro (<i>Zea mays L.</i>).</p>	<p>Porcentajes de proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos y calorías.</p> <p>Recuento de microorganismos coliformes totales, aerobios mesófilos, mohos y levaduras.</p> <p>Porcentajes de antocianinas y colorimetría del mejor tratamiento.</p>	<p>Análisis nutricional del mejor tratamiento realizado en el laboratorio SETLAB (Tabla 51).</p> <p>Análisis microbiológico del mejor tratamiento realizado en el laboratorio SETLAB (Tabla 52).</p> <p>Análisis de antocianinas y colorimetría del mejor tratamiento en el laboratorio DECAB (Tablas 53 y 54).</p>
<p>Establecer el tiempo de vida útil del mejor tratamiento durante el almacenamiento.</p>	<p>Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento mediante “método microbiológico y prueba de estabilidad acelerada”</p>	<p>Tiempo de vida útil del mejor tratamiento obtenido mediante el análisis de prueba de estabilidad acelerada.</p>	<p>Análisis de vida útil del mejor tratamiento (Tabla 55 y 56).</p>
<p>Realizar el costo de producción del mejor tratamiento.</p>	<p>Determinación del costo para la elaboración de la bebida</p>	<p>Análisis del costo de producción en la elaboración del mejor tratamiento.</p>	<p>Costo de producción del mejor tratamiento (Tabla 57 a 62).</p>

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Díaz (2016), realizó la extracción de antocianinas de una bebida de maíz negro. Se experimentó con diferentes temperaturas y tiempos de procesamiento, identificando las condiciones óptimas que maximizan el rendimiento del proceso. Aunque se logró el máximo rendimiento a una temperatura de 98,3942 ° C durante 105,8944 minutos, se redujo el tiempo a 60 minutos manteniendo un rendimiento casi máximo (2,49% de pérdida). Esta bebida, bajo las condiciones ideales, superó el rendimiento de una bebida similar en el mercado, mostrando 33,138 mg/g de coronta en comparación con 29,380 mg/g. Los métodos de pH diferencial y la prueba *t de Student* se usaron para cuantificar y comparar los rendimientos respectivamente. El análisis sensorial sugiere una favorable aceptación en el mercado.

En la investigación de (Bravo, 2020), demostró que la bebida a base de maíz negro endulzada con stevia es una opción saludable y agradable para los consumidores. El tratamiento T4, con un contenido de 12.5% de maíz negro y 0.15% de stevia, es el óptimo en términos de sabor, color, textura, olor y aceptabilidad. Todos los tratamientos cumplieron con los estándares de pH y acidez establecidos, y el análisis microbiológico demostró la ausencia de microorganismos patógenos. El costo de producción unitario fue de \$1.63, con un precio de venta de \$1.88 y una rentabilidad del 25%.

El estudio de Bolivar & Ramos (2020), se enfocó en investigar cómo afectan la cocción y la pasteurización al contenido de la principal antocianina, la cianidina 3-glucósido, en la bebida fermentada de maíz negro kculli. Se evaluaron diferentes tiempos de cocción y porcentajes de grano y coronta en muestras de maíz, observando que los tratamientos con menor degradación de antocianinas fueron una hora de cocción para muestras de grano puro y dos horas para una mezcla de grano y coronta.

El estudio de Arriola et al. (2021) se centró en optimizar la extracción de antocianinas del maíz negro para crear una bebida. Se utilizó un análisis de respuesta para determinar la temperatura y el tiempo ideales de extracción, logrando maximizar la retención de antocianinas a 98.39°C durante 105,89 minutos. Posteriormente, se ajustaron los parámetros a 100°C por 60 minutos, manteniendo un alto contenido de antocianinas en el extracto. La bebida resultante mostró un contenido mayor de antocianinas en comparación con otra bebida, confirmado por

análisis de pH y pruebas estadísticas. Además, una evaluación sensorial indicó que la bebida fue altamente apreciada en términos de sabor.

(Guaminga, 2020), en su investigación se centró en el maíz negro, el cual está compuesto en un 85% por grano y en un 15% por coronta. Esta variedad contiene un pigmento beneficioso llamado antocianina, reconocido por su apoyo al sistema inmunológico. Guaminga buscaba caracterizar funcionalmente la harina y el almidón del maíz negro, explorando sus propiedades físico-químicas, macro y microcomponentes, así como aspectos microbiológicos. Se encontraron cantidades significativas de calcio (19,63 mg/100g), fósforo (189 mg/100g) y potasio (3114,27 mg/kg) en la harina, mientras que el almidón mostró niveles notables de fósforo (55,63 mg/100g) y potasio (394,97 mg/kg).

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. Maíz negro (*Zea mays L.*)

El maíz negro es una variedad de maíz de color morado intenso que se cultiva en las regiones andinas de América del Sur, especialmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina. Es un cultivo tradicional que se originó en la civilización Inca (Almerco & Almerco, 2022). El maíz negro es una planta subtropical que se cultiva en los valles bajos de los Andes. Se le conoce como "Kculli" en quechua y se ha utilizado como alimento durante milenios (Huanuqueño, 2023).

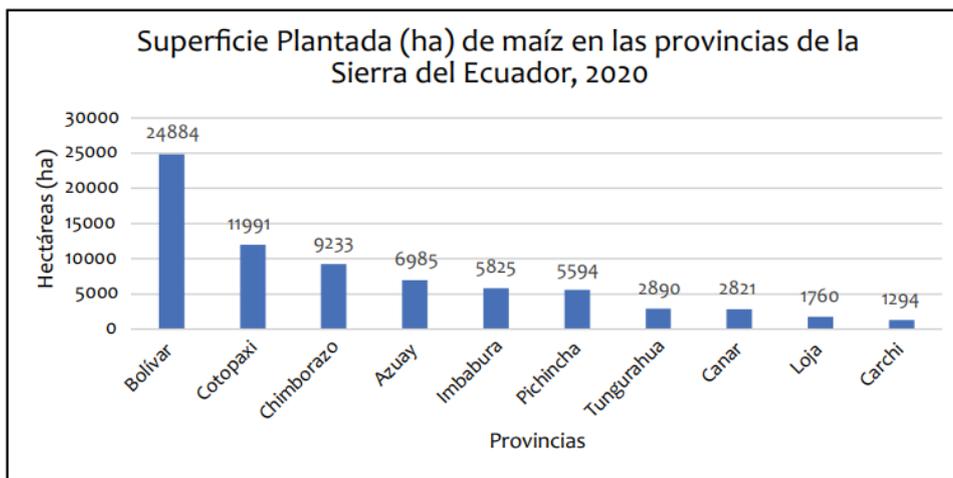
Contiene compuestos fenólicos, entre los cuales se hallan los flavonoides. Dentro de esta categoría, se destacan las antocianinas, reconocidas por su capacidad de disolverse en agua y por ser responsables de los tonos rojos, naranjas, morados y azules presentes en la mayoría de frutas y verduras (Luiza et al., 2022).

7.2.2. Producción de maíz negro (*Zea mays L.*) en el Ecuador

La producción nacional de maíz en Ecuador está enfocada a los tipos de maíz más consumidos (maíz duro y suave en choclo), pues son los que presentan mayor demanda. Por otro lado, la producción de maíz negro (*Zea mays L.*) se encuentra en segundo plano, este cultivo no está considerado entre los principales tipos de maíz cultivados en Ecuador; una de las razones se debe a que no existe interés de sembrar este tipo de maíz está el bajo requerimiento del mismo y la falta de producción de semillas de calidad.

En Ecuador, el cultivo del maíz negro es característico en regiones andinas a nivel nacional como las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Tungurahua y Pichincha, el maíz negro presenta un rendimiento igual a los maíces de color amarillo y blanco (2.5 ton/ha) por lo que no es un cultivo atractivo para los agricultores (Ver Figura 1) (Zambrano et al., 2021).

Figura 1. Estadística de producción de maíz negro



Fuente: (Zambrano et al., 2021)

7.2.3. Coronta

La coronta, ubicada en el centro de la mazorca de maíz una vez desgranada, surge de la parte donde el maíz presenta dos tipos de flores, masculinas y femeninas. El conjunto de flores femeninas se encuentra en una serie de ramificaciones donde se desarrolla el fruto. Es una estructura en forma de espiga que proviene de la inflorescencia femenina y se convierte en la mazorca, la cual está envuelta por hojas (Deras, 2020).

7.2.3.1. Usos de la coronta

La coronta de maíz negro se emplea para extraer pigmentos antociánicos naturales mediante una solución alcohólica acidificada. Estos pigmentos, ricos en cianidina-3-glucósido, se utilizan como colorantes en la producción de yogurt, ofreciendo estabilidad cromática y aceptación sensorial destacada, reemplazando así a colorantes sintéticos cuestionados por sus posibles efectos adversos en la salud (Lucas, 2019).

Además, el pigmento extraído de la coronta ha sido utilizado en bebidas como la chicha morada, en productos horneados, vegetales, conservas de pescado, grasas, aceites, mermeladas,

jaleas, frutas confitadas, en almíbar y sus jarabes, así como las sopas, son algunos de los elementos a los que se les aplica este pigmento (Mayorga, 2010).

7.2.4. Clasificación taxonómica del maíz negro (*Zea mays L.*)

Según Castillo (2015), la clasificación taxonómica es:

- Reino: Vegetal
- División: Angiosperma
- Clase: Monocotyledonea
- Orden: Cereales
- Familia: Poaceae
- Género: *Zea*. L
- Especie: *mays*
- Nombre científico: *Zea mays L.*

7.2.5. Descripción botánica

Las partes que componen la planta son las siguientes:

7.2.5.1. Raíz

Las raíces son fasciculadas, según (Díaz, 2016), el sistema radicular está constituido de:

- Raíz principal: representada por un grupo de una a cuatro raíces, que proporcionan nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.
- Raíces adventicias: el sistema radicular de una planta es casi totalmente adventicio y brota de la corona, puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- Raíces de sostén o soporte: estos tipos de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen dando a la planta una mayor estabilidad. Las raíces de sostén realizan fotosíntesis.

7.2.5.2. Tallo

Posee un tallo principal que se mantiene erguido, siendo leñoso y de forma cilíndrica en todo momento. Este tallo consta de tres capas distintas, organizadas de afuera hacia adentro. La epidermis, la capa externa, es impermeable y transparente. Le sigue la pared, a través de la cual

circulan los nutrientes. Finalmente, la médula, un tejido central esponjoso, actúa como un almacén de reservas alimenticias (M. J. Centeno, 2018).

7.2.5.3. Hojas

Las hojas están estructuradas con una vaina larga que cubre el entrenudo. El limbo, que es la parte ancha y larga de la hoja, tiene un extremo puntiagudo y bordes completos con venas paralelas. Su color típico es verde, aunque es posible encontrar hojas con rayas de color blanco y verde, o combinaciones de verde con tonos púrpuras (Tovar, 2017).

7.2.5.4. Inflorescencia masculina

Esta acción se lleva a cabo en las hojas finales de la planta, aproximadamente de siete a diez días antes de que los estilos de la inflorescencia femenina comiencen a aparecer (Contreras, 2022).

7.2.5.5. Inflorescencia femenina

La parte femenina de la flor se manifiesta como una estructura en forma de espiga. Esta espiga se encuentra protegida por brácteas o hojas envolventes y, en conjunto con estas, forma lo que conocemos como la mazorca (Contreras, 2022)

7.2.5.6. Mazorca

La mazorca de maíz se presenta como una estructura compacta cubierta por hojas que la envuelven por completo, en su interior, alberga los granos de maíz negro, una importante fuente de nutrientes y antioxidantes, como las antocianinas, responsables de su color oscuro (Bustios & Bustamante, 2021).

7.2.5.7. Semillas

Las semillas se encuentran dentro de un fruto llamado cariósipide, rodeadas por el pericarpio. Este último cubre toda la testa de la semilla y contiene internamente el endospermo y el embrión, compuesto por la vaina, la radícula, la plúmula (o las hojas embrionarias), el coleoptilo y el escutelo (o cotiledón). Los ejemplares típicos de esta variedad se hallan entre los 1200 y 2580 metros sobre el nivel del mar, presentando granos redondos con un pericarpio rojo o morado, agrupados de manera cercana, pareciendo un racimo de uvas (Acevedo, 2020).

7.2.6. Usos del maíz

7.2.6.1. Industrial

Los ecotipos negros contienen pigmentos conocidos como antocianinas, los cuales proporcionan color a una variedad de productos como bebidas, dulces, productos horneados, vegetales, conservas de pescado, grasas y aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas y en almíbar, jarabes de frutas, sopas, saborizantes y jugos de frutas. Además, se emplean en la coloración de vermut, vinos y vinagres, así como en la tintura de caramelos, helados y bebidas (De la Portilla, 2018).

Las antocianinas extraídas del maíz negro, tienen aplicaciones farmacéuticas reconocidas en oftalmología. Se destacan por mejorar la agudeza visual, fortalecer la visión nocturna y ser utilizadas en el tratamiento de trastornos circulatorios, como el colesterol elevado. También se ha observado su contribución en la prevención del cáncer de intestino grueso, siendo consideradas como agentes activos relevantes en este ámbito (Rojas, 2019).

Es versátil en la industria, siendo utilizado para obtener endulzantes alimentarios, alcohol, y aceite para uso alimentario o industrial, además, se emplea en la preparación de diversas bebidas, tanto no alcohólicas (como el pinolate guatemalteco, pinolillo costarricense u hondureño, y atole mexicano) como alcohólicas (chichas), y en bebidas tradicionales como la chicha morada y la mazamorra morada. Asimismo, se extrae harina de maíz para la elaboración de productos como pan, tortas, arepas y repostería variada (C. D. Niño et al., 2021).

7.2.7. Antocianinas

Las antocianinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, son pigmentos presentes en plantas como hojas, flores, frutas y semillas, brindando tonalidades rojas, violetas y azules, protegiendo contra la luz ultravioleta. Su color varía según el pH: rojo en ambientes ácidos, azul en básicos e incoloro en pH neutro. Comparativamente, el maíz negro supera al arándano azul en contenido de antocianinas, siendo la cianidina C3G la más abundante y con mayor actividad antioxidante en el maíz negro (Jamanca & Alfaro, 2017).

La antocianina, por su alto poder antioxidante, tiene un amplio uso en diversas industrias debido a su capacidad para inhibir los radicales libres. Estos últimos son responsables de dañar biomoléculas cruciales como lípidos y proteínas oxidadas (Villacrés et al., 2018) Además, posee propiedades anticancerígenas, antitumorales y antiinflamatorias. También mejora la circulación sanguínea y estimula la regeneración de tejidos como el conectivo y el colágeno.

Estos beneficios se atribuyen principalmente a la capacidad antioxidante de las antocianinas presentes en el maíz morado (Rabanal-Atalaya et al., 2021).

7.2.7.1. Antocianinas en la coronta maíz negro (*Zea mays L.*)

La cáscara del maíz negro contiene alrededor de 10 veces más antocianinas que otras plantas, presentes en flores y frutos, contribuyendo a sus intensos colores rojos, azules y morados. Se estima que alrededor del 10 % de la estructura química de las semillas del maíz negro está compuesto por antocianinas, siendo la cianidina-3- β -glucósido el compuesto predominante en las corontas de esta planta. El maíz negro ha sido utilizado ancestralmente como alimento y colorante, destacando que las corontas tienen bajos niveles de sólidos solubles, facilitando su uso en la industria (Castillo, 2020).

7.2.7.2. Factores que causan la inestabilidad de las antocianinas.

Las antocianinas, debido a su alta reactividad natural, tienden a degradarse rápidamente debido a interacciones con otros componentes presentes en su entorno. Su color es sensible y susceptible a varias reacciones que suceden en los alimentos, siendo el almacenamiento el momento más crítico debido a su inestabilidad provocada por factores como el pH, la temperatura, la presencia de oxígeno, la exposición a la luz, la actividad enzimática, entre otros (Intriago & Valencia, 2014).

7.2.7.3. Polifenoles

Los polifenoles son compuestos químicos presentes en las plantas que se distinguen por tener más de un grupo fenol en cada molécula (Mendoza et al., 2022).

7.2.7.4. Taninos

Los taninos son reconocidos fácilmente por la sensación de rigurosidad, sequedad y amargor. Estos son más evidentes en las frutas verdes, ya que al madurar, su concentración disminuye o se ve opacada por el sabor dulce dominante de las frutas (Ferreira & Loureiro, 2022).

7.2.8. Bebida

Las bebidas abarcan una amplia gama de líquidos, ya sean naturales o artificiales, destinados al consumo humano. Desde el agua potable hasta líquidos más exóticos se

consideran bebidas si están destinados para el consumo humano. Este término incluye productos elaborados como gaseosas, jugos, infusiones, bebidas alcohólicas y otras variedades (Gaspar, 2018).

7.2.8.1. Tipos de bebida de maíz negro (*Zea mays L.*)

Las bebidas hechas con maíz negro suelen variar dependiendo de la región y las tradiciones culinarias locales. Según (G. Palacios et al., 2019) opciones comunes son:

- Atole de Maíz Negro: Una bebida caliente y espesa hecha con maíz negro, agua, leche, azúcar y a veces se le añade canela o vainilla, tradicional de México.
- Champurrado: Similar al atole, es una bebida espesa de chocolate con maíz negro. Se realiza con pasta de maíz, chocolate, canela y azúcar.
- Tesgüino: Esta es una bebida tradicional de algunas comunidades indígenas en México, elaborada con maíz fermentado, a veces se le añade frutas o hierbas para darle sabor.
- Tascalate: Originario de Chiapas, México, el tascalate es una bebida hecha con maíz tostado, cacao, achiote, canela y azúcar. A menudo se sirve frío.
- Colada morada: una bebida tradicional ecuatoriana con un consumo arraigado en la historia, especialmente el 2 de noviembre como parte de ofrendas a las almas. Esta bebida conserva elementos de rituales antiguos al incluir frutas, aromas y el distintivo color rojo proporcionado por el maíz negro, simbolizando la sangre de la llama (Carrera et al., 2021).

7.2.9. Elementos utilizados en la bebida de coronta de maíz negro

7.2.9.1. Ishpingo

El Ishpingo, conocido del idioma kichwa, representa una planta cuya parte principal empleada es la copa del fruto, denominada sombrero debido a su distintiva forma. Esta planta se utiliza con mayor frecuencia en la elaboración de infusiones, como condimento en alimentos y como componente de la colada morada (Martinez & Mejia, 2018).

7.2.9.2. Clavo de olor

El clavo de olor, es una especia ampliamente utilizada en la cocina a nivel mundial. Esta especia es notable por su contenido en compuestos fenólicos, especialmente el eugenol, reconocido por sus propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antibacterianas, además, el

clavo de olor constituye una fuente significativa de minerales esenciales como el manganeso. Asimismo, contiene vitamina K, fibra dietética y ácidos grasos omega-3 (Aguilar & López-Malo, 2013).

7.2.9.3. Anís estrellado

Se destaca en el alivio de cólicos, dolores musculares y articulares. Simultáneamente, contribuye a mejorar la función del tracto intestinal y favorece la digestión. El anís estrellado presenta principios activos con propiedades antibacterianas y fungicidas, lo que lo convierte en una opción beneficiosa para el tratamiento de afecciones como gripes, bronquitis, tos y asma. Entre sus componentes, se encuentra el linalool, empleado como antioxidante natural y para la eliminación de toxinas del organismo (Sanchez, 2022).

7.2.9.4. Pimienta de dulce

La pimienta de dulce se extrae de bayas que aún no han madurado, utilizando procesos de secado y molienda. Esta especia constituye una significativa fuente de beta-caroteno, así como de vitaminas A, B-1, B-2 y C. Además, contiene diversos minerales como hierro, selenio, potasio, entre otros (Remache & Vargas, 2020).

7.2.9.5. Canela

La canela es una especia que se extrae de la corteza interna del tallo. Para obtenerla, se cortan y frotran las ramas más delgadas, las cuales se enrollan unas dentro de otras para formar una barra de aproximadamente 1 metro de longitud. Esta barra se deja fermentar, y después de 24 horas, se separa la capa externa, dejando la capa interna en proceso de secado. En la cocina árabe, la canela era utilizada para aromatizar carnes, debido a su aceite esencial rico en fenoles que protegen de bacterias causantes de la descomposición. Su versatilidad radica en que se emplea tanto en platos dulces como salados, gracias a su agradable aroma y sabor a madera (Remache & Vargas, 2020).

7.2.9.6. Hoja de higos

La hoja de higos destaca por su característica simple, áspera al tacto, normalmente irregular, asiéndola asimétrica. Además, posee látex, de composición química compleja, destacándose por su poder astringente, regulador hormonal, inhibidor de procesos

degenerativos. Estas propiedades se intensifican cuando se consumen en estado seco, ya que su porcentaje de agua disminuye (Bobadilla, 2022).

7.2.9.7. Ácido cítrico

El ácido cítrico es un compuesto orgánico acidificante utilizado para corregir la acidez, posee una acción estabilizante. Encontrándose de forma natural en las frutas cítricas sobre todo en cítricos como el limón, naranja, piñas, melocotones, etc. Fue descubierto al extraerlo del zumo de limón mediante adición de cal.

Es utilizado en gran medida en la alimentación como un conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas. También se emplea como saborizante, previene y elimina la turbidez, mejora el color, regula el pH, secuestrante de metales, es emulsionante, etc. Posee una apariencia granular translúcida, de sabor es fuertemente ácido, sin ser desagradable.

A pesar de que su uso principal es como acidulante, se puede emplear como agente secuestrante de iones metálicos el cual sirve de protección contra el aumento de sabores y olores extraños en alimentos. El ácido cítrico es una sustancia muy soluble en los vinos, encontrándose de forma natural en especial en los no han realizado la fermentación maloláctica (Rivada, 2008).

7.2.10. Tipos de endulzantes

7.2.10.1. Azúcar

El término "azúcar" se refiere comúnmente a la sacarosa, obtenida principalmente de la caña de azúcar o la remolacha azucarera y compuesta por una molécula de glucosa y una de fructosa. El azúcar blanco pasa por un proceso final de purificación, mientras que el azúcar moreno no. La clasificación del azúcar se basa en su origen y en su grado de refinamiento, evidenciado visualmente por su color (Eggleston et al., 2017).

7.2.10.2. Panela

La elaboración de panela es una de las industrias rurales más arraigadas en América Latina y el Caribe. Se obtiene de la caña de azúcar en pequeñas factorías rurales conocidas como "trapiches". A diferencia del azúcar blanco y rubio, la panela, además de su aspecto físico, se distingue por su composición química. Contiene no solo sacarosa, sino también glucosa,

fructosa, una variedad de minerales, grasas, compuestos proteicos y vitaminas. Esta composición nutricionalmente diversa hace que la panela sea más completa que el azúcar tradicional (García et al., 2018).

7.2.10.3. Stevia

La stevia proviene de una clase de 240 especies de hierbas, en la familia del girasol (*Asteraceae*), localizada en la parte tropical y subtropical de Sur América y América Central. La especie *Stevia rebaudiana* Bertoni, es conocido comúnmente como hoja dulce o Stevia, se cultiva intensamente para obtener sus hojas dulces. Se utiliza como reemplazo del azúcar, la stevia presenta un sabor bajo, con una duración más prolongada que el azúcar, algunos pueden tener un gusto amargo en altas concentraciones (Vásquez et al., 2012).

7.2.11. Tipos de conservantes

La conservación de alimentos puede llevarse a cabo de dos maneras: natural, mediante el uso de métodos físicos como el uso de zumo de limón, vinagre, fermentación, congelación, entre otros; y química, utilizando conservantes para evitar el desarrollo de microorganismos dañinos responsables de intoxicaciones alimentarias (Pizard, 2022).

7.2.11.1. Sorbato de potasio

El sorbato de potasio, conocido como E 202, es un conservante utilizado en una variedad de alimentos para evitar el crecimiento de hongos y levaduras. Su fórmula es $C_6H_7O_2K$, y se aplica en concentraciones menores al 0.3 % en peso. Aumenta su efectividad en ambientes con menor pH y ha demostrado ser eficaz contra bacterias como *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*. A pesar de su uso extendido, no es tóxico para los seres humanos (Huamaní, 2020).

7.2.11.2. Benzoato de sodio

El Benzoato de Sodio es un aditivo empleado como conservante en alimentos para detener o ralentizar el crecimiento microbiano, actuando contra levaduras, bacterias y mohos. Su eficacia se maximiza en entornos ácidos con un pH inferior a 6, por lo que es común su uso en productos que contienen vinagre o ácido acético. También se emplea en bebidas carbonatadas y mermeladas con altos niveles de ácido cítrico, así como en otros alimentos con características ácidas. A menudo se combina con otros conservantes y generalmente se utiliza en una proporción de 0.5 a 1 gramo de benzoato de sodio por kilogramo de producto (Huamaní, 2020).

7.2.12. Vida útil

Es definida como el lapso en el que puede ser almacenado antes de que un factor particular lo vuelva inapropiado para su consumo o uso. En referencia a la calidad de los alimentos, describe la calidad como el conjunto de características que hacen que los alimentos sean aceptados por los consumidores. Estas características abarcan tanto aspectos sensoriales como sabor, olor, color, textura, forma y apariencia, así como cualidades higiénicas y químicas (Inungaray & Munguía, 2013).

Los alimentos requieren tratamiento para prolongar su vida útil, ya que bacterias, mohos y levaduras pueden deteriorarlos. La conservación no implica modificar los alimentos, ya que cambios pueden afectar la salud. Los métodos principales incluyen conservación por frío, que detiene total o parcialmente agentes dañinos, permitiendo conservar alimentos por mucho tiempo, y tratamientos térmicos, que inactivan o eliminan patógenos (Tena, 2018).

7.2.13. Pruebas de análisis de vida útil

7.2.13.1. Microbiología predictiva

El análisis de vida útil en microbiología predictiva se centra en prever el comportamiento y la supervivencia de microorganismos en productos o entornos específicos. Utiliza modelos matemáticos y datos experimentales para estimar la duración durante la cual los microorganismos permanecerán dentro de los límites aceptables en un producto determinado, considerando factores como el tipo de microorganismo, las condiciones ambientales y los procesos de conservación. Este enfoque permite a las industrias determinar la vida útil esperada de un producto y desarrollar estrategias de almacenamiento, empaque y distribución para garantizar su seguridad microbiológica durante el tiempo previsto de consumo (D. V. Palacios, 2022).

7.2.13.2. Pruebas aceleradas

La prevalencia y el uso generalizado de la metodología de Pruebas Aceleradas de Vida Útil (PAVU), esta técnica implica almacenar la combinación final de producto y empaque bajo condiciones desfavorables, monitoreando periódicamente el producto hasta su agotamiento para proyectar su duración real en condiciones de distribución normales. Algunas empresas utilizan factores de multiplicación históricos basados en estudios anteriores para determinar la vida útil real a partir de condiciones desfavorables (Palacios, 2022).

Sin embargo, se subraya la importancia de interpretar con precaución los resultados obtenidos y su aplicación a otras situaciones. Por ejemplo, al evaluar el sistema producto/empaque, el tipo de empaque influye en la vida útil del alimento. Si se cambia el empaque, con diferentes niveles de permeabilidad al oxígeno, agua o dióxido de carbono, los resultados anteriores pueden volverse irrelevantes.

Cuando se eligen las condiciones adecuadas y se aplican algoritmos precisos para la extrapolación, es posible predecir la vida útil para diversas distribuciones conocidas. Estas proyecciones se basan en los principios fundamentales de los modelos de pérdida de calidad de los alimentos. El diseño de una Prueba Acelerada de Vida Útil demanda una perspectiva integradora de disciplinas relacionadas con los alimentos, como la química de alimentos, ingeniería de alimentos, microbiología, química analítica, fisicoquímica, ciencias de los polímeros y regulaciones alimentarias (Palacios, 2022).

7.2.14. Requisitos fisicoquímicos de la bebida

De acuerdo a la normativa (NTE INEN 2304, 2017) para refrescos o bebidas no carbonatadas, la cual se adopta a la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*), deben cumplir los siguientes requisitos fisicoquímicos reflejados en la tabla 2.

Tabla 2. *Requisitos físicoquímicos para refrescos o bebidas no carbonatadas*

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo		
Sólidos solubles a 20 °C	-	5	15	NTE 2173	INEN-ISO	INEN-ISO
pH a 20 °C	-	2,0	4,5	NTE 1842	INEN-ISO	INEN-ISO
Acidez titulable	g/100 mL	0,1	-	NTE 750	INEN-ISO	INEN-ISO

Fuente: (NTE INEN 2304, 2017)

7.3. Glosario de términos

- **Compuesto fenólico:** Son moléculas que poseen uno o más grupos de hidroxilo unidos a un anillo aromático que se encuentran en las plantas. Las vitaminas y los compuestos fenólicos son considerados importantes antioxidantes en la dieta (Gordo, 2018).
- **Densidad:** Es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, y puede que permite medir la cantidad de masa que hay en un determinado volumen de una sustancia. (Raviolo, 2013)
- **Ecotipo:** Se entiende como ecotipo a una subpoblación genéticamente diferenciada que pertenece específicamente a un hábitat, ambiente o un ecosistema en particular (Auhing, 2018) .
- **Fasciculada:** Se trata de la raíz principal que no logra desarrollarse, apareciendo numerosas raíces de un grosor similar que se manifiestan en los nudos o tallos (Barbaro & Karlanián, 2020)
- **Fibra dietética:** Se reconoce como un componente de la dieta y se debe consumir en maneras adecuadas y es muy importante para una nutrición sana. (Álvarez, 2006).
- **Idóneo:** es la disposición o suficiencia para una cosa, tiene estrecha connotación con la virtud de la prudencia. (Monereo, 2005)
- **Regulaciones alimentarias:** Son el conjunto de reglas delegadas a ordenar la industria alimentaria y que posee dos fines principales las cuales son: Preservar la salud del consumidor implantando obligaciones a las correctas prácticas de higiene y precautelar la seguridad en la industria alimentaria (Ares, 2020)
- **Taxonomía:** Ciencia que se dedica al análisis de parentesco de los organismos, se aplica en la biología para clasificar el orden sistemático y jerárquico de grupos de los animales y vegetales (Zambrano, 2018)
- **Turbidez:** Es un efecto originado al diseminarse el paso de los rayos solares que pasan a través de una muestra de agua, a causa de partículas minerales u orgánicas que el líquido puede llegar a contener (Barisoni et al., 2022).

8. VALIDACIÓN HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula

Ho: Los tipos de endulzantes y conservantes no influyen significativamente en las propiedades físico químicas y sensoriales de la bebida elaborada.

8.2. Hipótesis alternativa

Ha: Los tipos de endulzantes y conservantes influyen significativamente en las propiedades físico químicas y sensoriales de la bebida elaborada.

Validación de Hipótesis.

La hipótesis alternativa se validó mediante resultados fisicoquímicos, obtenidos los mismos que proporcionan un p-valor $< 0,05$ % por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto, se concluye que los tipos de endulzantes y conservantes influyen significativamente sobre las propiedades fisicoquímicas en la bebida existiendo significancia en parámetros como sólidos solubles, pH, acidez titulable y turbidez.

Por consiguiente, la hipótesis alternativa también se validó mediante resultados sensorial, en donde el p-valor es $< 0,05$ % se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa existiendo significancia en parámetros como color, sabor y aceptabilidad.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Tipos de investigación

9.1.1. Investigación bibliográfica

Según (Gómez-Luna et al., 2014) en la investigación se utiliza materiales bibliográficos a partir de documentos como tesis de grado, artículos científicos, proyectos de investigación, revistas científicas, entre otros, esto depende del tema que se va a tratar para deducir las diferentes perspectivas y ampliar los criterios establecidos por diferentes autores.

Este tipo de investigación se verá reflejada en el proyecto en la esta investigación al ampliar el conocimiento y los criterios establecidos por diferentes autores utilizándolos en la elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).

9.1.2. Investigación aplicada

La investigación aplicada se caracteriza por su enfoque en encontrar mecanismos o estrategias que permitan la resolución de problemas prácticos, logrando un objetivo en común. El tipo de ámbito al que se aplica este tipo de investigación es muy específico, enfocándose en la búsqueda de conocimientos para su aplicación (Nieto, 2018).

En el proyecto, se resolvió el mejoramiento del proceso de elaboración de una bebida a base de coronta de maíz negro. Para ello, se planteó una serie de combinaciones para evaluar el efecto de diferentes factores en la calidad de la bebida, como el tipo de endulzante y el tipo de conservante.

9.2. Métodos de investigación

9.2.1. Método experimental

Según (M. Niño, 2011) la investigación experimental está compuesta por un conjunto de actividades ordenadas y técnicas que se ejecutan para guardar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y la pregunta a resolver.

El método de investigación que se empleó para este estudio implica la manipulación de variables controladas (los diferentes tratamientos de endulzantes y conservantes) y la observación de los efectos resultantes en la bebida de coronta de maíz negro. Se recolectaron datos mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial de 3*2 para comparar los resultados entre los distintos tratamientos y determinar cuál ofrece la mejor calidad y mayor vida útil de la bebida.

9.3. Técnicas de investigación

9.3.1. La observación

Según Fernández Aranxta, (2017) esta es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis ya que la observación es un principio fundamental de todo el proceso de búsqueda; en ella se apoya el investigador para lograr el mayor número de resultados.

Esta técnica se utilizó en todo el proceso investigativo debido a que se observó los diferentes cambios que se manifiestan en las bebidas durante el almacenamiento.

9.3.2. Instrumentos de investigación

La Ficha de catación es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos, esto ayudó para la evaluación del color, olor, sabor y aceptabilidad de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).

9.4. Metodología de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).

9.4.1. Materias primas y Materiales

Materia Prima

- Coronta de maíz negro
- Azúcar
- Panela
- Stevia
- Ishpingo
- Clavo de olor
- Anís estrellado
- Pimienta dulce
- Canela
- Hoja de Higos

Aditivos

- Ácido cítrico al 1%
- Sorbato de potasio
- Benzoato de sodio

Materiales

- Botellas plásticas de 500 ml
- Cacerola
- Cuchillo
- Colador de tela de lienzo

Materiales del laboratorio

- Vasos de precipitación
- Pipeta
- Pera de succión

Equipos

- Refractómetro
- pH-metro o potenciómetro
- Viscosímetro
- Balanza digital
- Termómetro
- Densímetro
- TurbiDirect
- Acidómetro

Reactivos

- Solución indicadora de fenolftaleína.
- Hidróxido de sodio al 0,1 N
- Agua destilada

9.5. Formulación de la bebida

Tabla 3. Formulaciones para la bebida de coronta de maíz negro

Materiales	t ₁		t ₂		t ₃		t ₄		t ₅		t ₆	
	Cant (g)	%										
Agua	1000	92,26	1000	92,26	1000	91,80	1000	91,80	1000	95,52	1000	95,52
Coronta	39,17	3,61	39,17	3,61	39,17	3,60	39,17	3,60	39,17	3,74	39,17	3,74
Azúcar	42	3,88	42	3,88	-	-	-	-	-	-	-	-
Panela	-	-	-	-	47,5	4,36	47,5	4,36	-	-	-	-
Stevia	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,48	5	0,48
Ishpingo	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Clavo de olor	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Pimienta dulce	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Anís estrellado	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Canela	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Hoja de higos	1	0,09	1	0,09	1	0,09	1	0,09	1	0,10	1	0,10
Ácido cítrico al 1%	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05
Sorbato de potasio	0,5	0,05	-	-	0,5	0,05	-	-	0,5	0,05	-	-
Benzoato sodio	-	-	0,5	0,05	-	-	0,5	0,05	-	-	0,5	0,05
Total	1083,87	100 %	1083,87	100 %	1089,37	100 %	1089,37	100 %	1046,87	100 %	1046,87	100 %

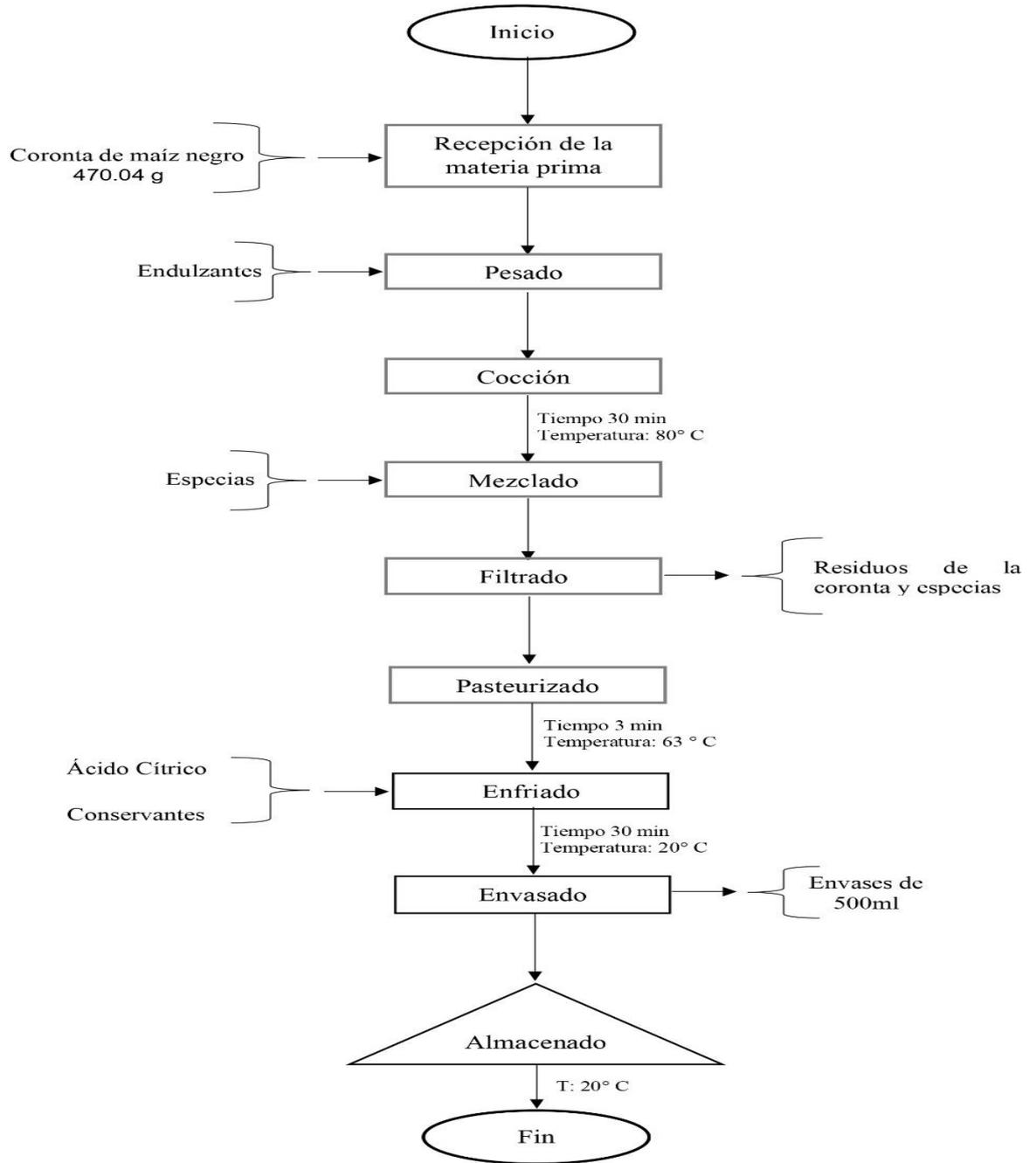
Elaborado por: Albarracin, J. y Vaca, W. (2024)

9.6. Elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).

La bebida de coronta de maíz negro se elaboró mediante el siguiente diagrama de procesos con su respectiva descripción del proceso:

9.6.1. Diagrama del proceso

Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro



9.6.2. Metodología de elaboración de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*).

1. Recepción de la materia prima:

En esta etapa se recibió los ingredientes verificando que estén en óptimas condiciones como la coronta de maíz negro, endulzantes y especias que intervendrán en todo el proceso de la elaboración de la bebida.

Figura 3. *Recepción de ingredientes*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

2. Pesado:

Se pesó los diferentes ingredientes y aditivos según las cantidades sugeridas (tabla 3), utilizando una balanza digital. **materia prima:** (coronta de maíz negro), **endulzantes:** (azúcar, panela, stevia), **especias:** (ishpingo, clavo de olor, anís estrellado, pimienta dulce, canela, hoja de higo y ácido cítrico), **conservantes:** (sorbato de potasio, benzoato de sodio) y agua.

Figura 4. *Pesado*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

3. Cocción:

Se adicionó 39,17 g de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) en una cacerola con 1000 ml de agua y se dejó en cocción a una temperatura de 80°C a un tiempo de 30 minutos

Figura 5. Cocción

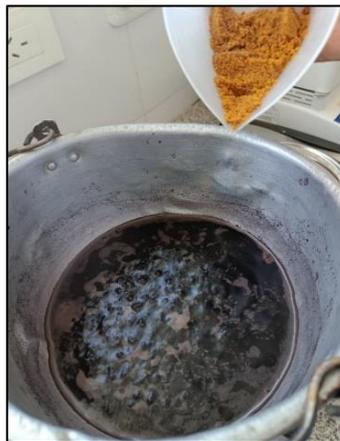


Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

4. Mezclado:

En esta etapa se agregó las especias (ishpingo, clavo de olor, anís estrellado, pimienta dulce, canela, hoja de higo) y los diferentes endulzantes (azúcar, panela y stevia) mezclándose bien todos estos ingredientes.

Figura 6. Mezclado



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

5. Filtrado:

En esta etapa se filtró la bebida en un colador de tela de lienzo, con la finalidad de obtener un producto libre de residuos.

Figura 7. Filtrado



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

6. Pasteurizado:

La bebida de coronta de maíz negro después del filtrado se llevó a un tratamiento térmico de pasteurización a una temperatura de 63 °C por un tiempo de 3 minutos después se procedió a dejar enfriar.

Figura 8. Pasteurizado



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

7. Enfriado:

La bebida se enfrió en un recipiente con agua hasta llegar a temperatura ambiente de 20 °C, en un tiempo de 30 minutos después se adicionó el ácido cítrico a una disolución de 1% (1 ml de ácido cítrico y 100 ml de agua) al mismo tiempo se pondrá los diferentes conservantes respectivos en la bebida de coronta de maíz negro.

Figura 9. *Enfriado*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

8. Envasado:

Los envases para contener la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) fueron sometidos a un proceso de esterilización a una temperatura de 50°C por 2 minutos luego se envasó en botellas de 500 ml de capacidad.

Figura 10. *Envasado*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

)

9. Almacenamiento:

Las botellas que contienen el producto final se almacenaron a una temperatura ambiente de 20° C en un lugar fresco.

Figura 11. *Almacenamiento*



Elaborado por: *Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)*

9.6.3. Metodología de análisis fisicoquímicos

9.6.3.1. Determinación de sólidos solubles

La determinación de sólidos solubles se realizó en los laboratorios la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se utilizó el procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 2173, 2013).

Procedimiento:

1. La muestra debe estar a temperatura ambiente antes de ser medida.
2. Antes de iniciar con la medición el refractómetro debe ser calibrado, utilizando agua destilada como patrón.
3. Se coloca una gota de la muestra sobre la placa de medición del refractómetro.
4. Se tomó la lectura de las muestras reflejadas en el refractómetro, la cual muestra una escala en grados Brix.
5. Los datos obtenidos en la lectura determinan el índice de refracción másica de sacarosa.

Figura 12. *Determinación de sólidos solubles*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.6.3.2. Determinación de pH

La determinación de pH se realizó en los laboratorios la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se utilizó el procedimiento reportado en la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 1842, 2013)

Procedimiento:

1. Antes de iniciar se calibra el potenciómetro con agua destilada.

Instrumento.

2. Se colocó 15 ml de muestra en un vaso de precipitación.
3. Se sumergió el potenciómetro directamente en la muestra y se deja reposar hasta que se estabilice el indicador de pH.
4. Se registró la lectura de pH de la muestra.

Figura 13. *Determinación del pH*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.6.3.3. Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se realizó en los laboratorios la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se utilizó una dilución 1 a 10 mezclando 1 ml de muestra en 9 ml se agua destilada, además del procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 381).

Procedimiento:

1. Se realizó la determinación de la acidez por duplicado.
2. Se preparó 10 ml de la muestra con dilución en un vaso precipitado y se agregó 5 gotas del indicar (fenolftaleína) con el fin que cambie de color en el punto final de la titulación.
3. Se agregó la solución de hidróxido de sodio 0,1 N, hasta un cambio de color en la muestra.
4. Se procedió a realizar los cálculos correspondientes, según una fórmula específica.

Cálculos

$$\% \text{ Acidez} = \frac{N \times V \times F}{m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Siendo:

N = Normalidad de NaOH (0,1 N)

V = Volumen de NaOH al 0,1 N utilizados en ml

F = Factor de la alícuota tomada de ácido cítrico (0,064)

M = Peso de la muestra en gramos

Figura 14. *Determinación de la acidez titulable*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.6.3.4. Determinación de densidad

La determinación de densidad en la bebida se realizó en los laboratorios la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizó mediante el uso del densímetro.

Procedimiento:

1. Se colocó la muestra en una probeta de 250 ml se llenó la probeta con la muestra.
2. Se procedió a sumergir suavemente el densímetro imprimiendo un movimiento rotatorio con el fin de impedir que esté se adhiera a las paredes de la probeta.
3. Luego de transcurrido un minuto se realizó la lectura anotando también la temperatura de la muestra.

Figura 15. *Determinación de densidad*



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.6.3.5. Determinación de turbidez

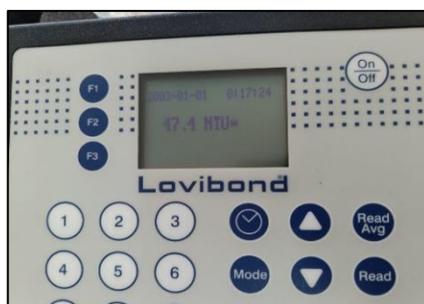
La determinación de turbidez se realizó en los laboratorios la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizó mediante un equipo medidor de turbidez el cual nos proporcionó resultados en unidades de turbidez nefelométricas (NTU).

Procedimiento:

1. Se calibró el medidor con los estándares de medición NTU
2. Se llenó la cubeta con la muestra hasta la marca indicada
3. Luego se procedió a cerrar la cubeta con su tapa
4. Se limpió la cubeta con el fin de eliminar gotas de la muestra, suciedad o huellas dactilares limpiándola con un paño suave.

5. Para medir se colocó la cubeta dentro del compartimiento medidor y se tomó la lectura.

Figura 16. *Determinación de turbidez*



Elaborado por: *Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)*

9.6.3.6. Metodología de análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento.

El ensayo de antocianinas fue realizado en el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB), en el laboratorio de química de alimentos y nutrición de la Escuela Politécnica Nacional ubicado en Quito-Ecuador.

- **Antocianinas:** Bajo el método de espectrofotometría UV-VIS-DECAB.

9.6.3.7. Metodología fisicoquímica de colorimetría del mejor tratamiento.

El ensayo de color fue realizado en el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB) en el laboratorio de postcosecha de la Escuela Politécnica Nacional ubicado en Quito-Ecuador.

- **Colorimetría:** Mediante el método colorímetro (Espacio de color CIE L*a*b).

9.6.4. Metodología para el análisis nutricional del mejor tratamiento.

El estudio nutricional del mejor tratamiento fue realizado en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba.

El análisis nutricional del mejor tratamiento constó de los siguientes parámetros:

- Proteína: Bajo el método AOAC/kjeldhal
- Grasa: Bajo el método AOAC/Goldfish
- Fibra: Bajo el método AOAC/Gravimétrico

- Ceniza: Bajo el método AOAC/Gravimétrico
- Carbohidratos: Cálculo
- Calorías: Cálculo

9.6.5. Metodología para el análisis microbiológico del mejor tratamiento

El análisis microbiológico fue realizado en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba.

El análisis constó de los siguientes parámetros:

- **Coliformes totales:** Bajo el método Petrifilm AOAC991, determina si existe un crecimiento de microorganismos.
- **Aerobios mesófilos:** Bajo el método Petrifilm AOAC991, diagnostica si existe una contaminación en el producto.
- **Mohos y levaduras:** Bajo el método Petrifilm AOAC997,02, determina si existe el crecimiento de colinas

9.6.6. Metodología de vida útil del mejor tratamiento

El análisis de vida útil mediante la prueba de estabilidad acelerada fue realizado en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba, abarcó tanto aspectos microbiológicos y estabilidad en condiciones de tiempo acelerado. Al integrar el análisis microbiológicos y pruebas de estabilidad, se obtiene una perspectiva completa de la viabilidad del producto, lo que facilita la toma de decisiones informadas para optimizar su vida útil y garantizar su calidad y seguridad para los consumidores.

9.7. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial de 3×2 , siendo el factor A (Tipos de endulzantes), factor B (Tipos de conservantes), con tres niveles en el factor A y dos niveles en el factor B, con dos repeticiones obteniendo 12 tratamientos.

9.7.1. Factores en estudio

Tabla 4. *Factores de estudio*

Factores	Nivel
FACTOR A: Tipos de endulzantes	a₁ = Azúcar
	a₂ = Panela
	a₃ = Stevia
FACTOR B: Tipos de conservantes	b₁ = Sorbato de potasio
	b₂ = Benzoato de sodio

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.7.2. Tratamientos en estudio

Tabla 5. *Diferentes tratamientos del estudio*

Réplicas	Tratamientos	Codificación	Descripción
I	t ₁	a ₁ b ₁	Azúcar + Sorbato de potasio
	t ₂	a ₁ b ₂	Azúcar + Benzoato de sodio
	t ₃	a ₂ b ₁	Panela + Sorbato de potasio
	t ₄	a ₂ b ₂	Panela + Benzoato de sodio
	t ₅	a ₃ b ₁	Stevia + Sorbato de potasio
	t ₆	a ₃ b ₂	Stevia + Benzoato de sodio
II	t ₅	a ₃ b ₁	Stevia + Sorbato de potasio
	t ₃	a ₂ b ₁	Panela + Sorbato de potasio
	t ₆	a ₃ b ₂	Stevia + Benzoato de sodio
	t ₂	a ₁ b ₂	Azúcar + Benzoato de sodio
	t ₄	a ₂ b ₂	Panela + Benzoato de sodio
	t ₁	a ₁ b ₁	Azúcar + Sorbato de potasio

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.7.3. Variables e indicadores

Tabla 6. *Variables e indicadores*

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores		
Bebida a base de coronta de maíz negro (<i>Zea Mays L.</i>)	Tipos de endulzantes	Características físicas y químicas	Sólidos solubles pH Acidez titulable Densidad Turbidez	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Azúcar ● Panela ● Stevia 			
		Análisis sensorial de la bebida.	Apariencia Color Olor Sabor Aceptabilidad	
		Tipos de conservantes	Análisis microbiológico del mejor tratamiento	Coliformes totales Aerobios mesófilos Mohos y levaduras
		<ul style="list-style-type: none"> ● Sorbato de potasio ● Benzoato de sodio 		
			Análisis nutricional del mejor tratamiento.	Proteína Grasa Fibra Ceniza Carbohidratos Calorías
		Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento.	Antocianinas Colorimetría	
		Análisis de vida útil del mejor tratamiento.	Estabilidad acelerada	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.7.4. Tabla de análisis estadístico de pruebas fisicoquímicas

Tabla 7. *Análisis estadístico de pruebas fisicoquímicas*

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Repeticiones	1	$r - 1$
Factor A	2	$(A - 1)$
Factor B	1	$(B - 1)$
A x B	2	$(A - 1)(B - 1)$
Error Experimental	5	Total - grados de libertad
Total	11	$(A \times B) \times r - 1$

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

9.7.5. Tabla de análisis estadísticos evaluación sensorial

Tabla 8. *Análisis estadísticos evaluación sensorial*

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Tratamiento	5	$t - 1$
Catadores	19	$b - 1$
Error Experimental	95	$(t - 1)(b - 1)$
Total	119	$(t \times b) - n$

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Análisis de las características fisicoquímicas de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*) para establecer el mejor tratamiento

10.1.1. Resultados del análisis de varianza para sólidos solubles de la bebida

Tabla 9. Análisis de varianza sólidos solubles

F.V.	GL	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7	
		CM	p- valor												
TDE	2	34,56	0,0001**	32,36	0,0001**	33,52	0,0001**	32,40	0,0001**	35,88	0,0001**	28,37	0,0001**	29,83	0,0001**
TDC	1	0,05	0,1747 ns	0,01	0,6057 ns	0,33	0,1666 ns	0,03	0,6979 ns	0,02	0,8172 ns	0,30	0,0873 ns	0,12	0,0815 ns
REPETICIONES	1	0,05	0,1747 ns	0,12	0,1596 ns	3,3E-03	0,8778 ns	0,16	0,3813 ns	0,14	0,5542 ns	0,02	0,6007 ns	0,01	0,5007 ns
TDE * TDC	2	0,48	0,0031*	0,20	0,0730 ns	0,08	0,5861 ns	0,49	0,1555 ns	0,23	0,5640 ns	0,22	0,1258 ns	0,01	0,6932 ns
ERROR	5	0,02		0,04		0,13		0,18		0,35		0,07		0,03	
CV %		3,10 %		4,53 %		7,57 %		9,29 %		12,45 %		6,19 %		3,62 %	
TOTAL	11														

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

F.V: Fuente de variación GI: Grados de libertad CM: Cuadrados medios CV (%): Coeficiente de variación **: Altamente significativo *: Significativo ns: No significativo TDE: Tipos de endulzante (azúcar, panela y stevia) TDC: Tipos de conservante (sorbato de potasio y benzoato de sodio)

En la tabla 9, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los sólidos solubles en la bebida de coronta de maíz negro, se revela resultados distintivos en relación con los endulzantes y conservantes empleados a lo largo de siete semanas de evaluación. Los tipos de endulzantes (TDE), exhiben consistentemente valores de p-valor notablemente bajos, inferiores a 0,05 significativos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, de esta manera es evidente una significativa variación en los sólidos solubles según el tipo de endulzante utilizado en la bebida. Por ello es necesario realizar una prueba de rango múltiple Tukey al 5% a los valores con significancia.

Para los tipos de conservantes (TDC), presentan valores de p-valor predominantemente altos la mayoría superando 0,05 no significativos por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, lo que sugiere una falta de impacto significativo en los sólidos solubles de la bebida. Los coeficientes de variación para las diferentes semanas son confiables, dando a entender de 100 observaciones el 4,53%; 7,57%; 9,29%; 12,45%; 6,19% y 3,62% van hacer diferentes respectivamente y el 95,47%; 92,43%; 90,71%; 87,55%; 93,81% y 96,38% de observaciones serán confiables, por lo cual refleja la exactitud con que fueron desarrollados los análisis.

En cuanto a la interacción entre los tipos de endulzantes y tipos de conservantes, los valores de p-valor fluctúan, la semana 1 presentó significancia con un p-valor de 0,0031 siendo relativamente bajo a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, pero en el transcurso de las semanas, en su mayoría no alcanzan significancia, indicando que la combinación de ambos ingredientes no influye considerablemente en los sólidos solubles de la bebida de coronta de maíz negro durante el período evaluado.

De acuerdo con (Castillo, 2015) con el tema de investigación “Elaboración de una bebida a partir del maíz morado (*Zea mays L.*) como alternativa para el consumo diario” al comparar con los resultados obtenidos en las siete semanas de estudio del factor TDE, este presento resultados similares en sólidos solubles que van 5 a 6 ° Brix y Rojas-Polanco et al. (2022), en su investigación de tipos de maíz presentaron resultados más altos con 10 y 9,96 ° Brix, estas diferencias que se observaron en el contenido de sólidos solubles del grano siendo mayores a los encontrados en este análisis. Por lo tanto, se puede expresar que los tipos

de endulzantes durante las siete semanas de estudio, si influyen, sobre las propiedades físicas químicas de la bebida en cuanto a sólidos solubles.

Tabla 10. Prueba Tukey semana 1 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 1					
TDE	Medias	N	E.E.		
a ₂	6,53	4	0,07	A	
a ₁	6,30	4	0,07	A	
a ₃	1,33	4	0,07	B	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

De acuerdo a los resultados de la tabla 10, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 1, se observa dos rangos de significancia encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela) en el primer grupo homogéneo, mientras que en el segundo rango al factor a₁ (azúcar), existiendo diferencia en los endulzantes utilizados en la bebida.

En las medias se determina que existe un ascenso significativo de sólidos solubles presentando diferencias entre cada una de ellos, se observa que el mejor resultado es con el tipo de endulzante de a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles. Estos resultados al comparar con los de Gavilán (2019) en su estudio presento valores entre 1 y 3,09 ° Brix en sólidos solubles siendo menores a los encontrados en este análisis.

Tabla 11. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.		
a ₁	b ₁	6,75	2	0,10	A	
a ₂	b ₂	6,75	2	0,10	A	
a ₂	b ₁	6,30	2	0,10	A	B
a ₁	b ₂	5,85	2	0,10	B	
a ₃	b ₂	1,30	2	0,10	C	
a ₃	b ₁	1,30	2	0,10	C	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

Los resultados obtenidos en la tabla 11, en la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 1 para la variable de sólidos solubles es el t_1 (a_1b_1). Es así que se observa una diferencia significativa de los tratamientos al pertenecer al grupo homogéneo “A”, y al comparar con los requisitos de la normativa (NTE INEN 2304, 2017) el rango de °Brix para refrescos o bebidas no carbonatadas varía entre 0 hasta 15 °Brix, cumpliendo lo indicado en la norma el t_1 .

Tabla 12. Prueba Tukey semana 2 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 2				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₁	6,35	4	0,10	A
a ₂	6,20	4	0,10	A
a ₃	1,35	4	0,10	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TE:** Tipos de endulzante

De acuerdo a los resultados de la tabla 12, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 2, se ubican dos rangos de significancia el primer rango al factor a₁ (azúcar), en el segundo rango al factor a₂ (panela), existiendo diferencia entre los demás endulzantes utilizados.

En las medias de cada tratamiento indican un ascenso en lo relacionado a sólidos solubles de cada una, siendo el resultado más favorable el tipo de endulzante de a₁, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles.

Tabla 13. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₁	b ₁	6,55	2	0,15	A
a ₂	b ₂	6,45	2	0,10	A
a ₁	b ₂	6,15	2	0,10	A
a ₂	b ₁	5,95	2	0,10	A
a ₃	b ₂	1,40	2	0,10	B
a ₃	b ₁	1,30	2	0,10	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

Los resultados obtenidos en la tabla 13, en la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 2 para la variable de sólidos solubles es el t_1 (a_1b_1). Estos se ubican en el primer grupo “A”, siendo esto un indicativo para significancia estadística dentro de los tratamientos, y al comparar con los requisitos de la norma (NTE INEN 2304, 2017) el rango de °Brix varía de entre 0 hasta 15 °Brix, de esta manera los valores obtenidos cumplen con la normativa.

Tabla 14. Prueba Tukey semana 3 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 3					
TDE	Medias	N	E.E.		
a ₂	6,45	4	0,18	A	
a ₁	6,33	4	0,18	A	
a ₃	1,38	4	0,18	B	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

Los resultados de la tabla 14, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 3, es observable un rango de significancia siendo el primero el factor a₂ (panela), encontrándose en el grupo homogéneo “A”, mientras el segundo rango al factor a₁ (azúcar), existiendo diferencia entre los endulzantes.

Es así que se evidencia un ascenso significativo de las medias de sólidos solubles diferenciándose entre ellos, el resultado con mejor valor es con el tipo de endulzante de a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles.

Tabla 15. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₂	6,75	2	0,25	A
a ₁	b ₂	6,50	2	0,25	A
a ₂	b ₁	6,15	2	0,25	A
a ₁	b ₁	6,15	2	0,25	A
a ₃	b ₂	1,40	2	0,25	B
a ₃	b ₁	1,35	2	0,25	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, b₁: Sorbato de potasio, b₂: Benzoato de sodio, TDE: Tipos de endulzante, TDC: Tipos de conservantes

La tabla 15, presenta resultados de la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 3 para la variable de sólidos solubles es el t_4 (a_2b_2). Por lo que se ubican dentro del grupo homogéneo “A” existiendo diferencia estadística entre tratamientos. Según con los requisitos de la normativa (NTE INEN 2304, 2017) el rango de sólidos solubles se encuentra de 0 hasta 15 ° Brix, por lo que el tratamiento t_4 (a_2b_2) cumplen con la especificación requeridas en la normativa.

Tabla 16. Prueba Tukey semana 4 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 4				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₁	6,30	4	0,21	A
a ₂	6,05	4	0,21	A
a ₃	1,25	4	0,21	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

De acuerdo a los resultados de la tabla 16, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 4, se observa dos rangos de significancia el primer el factor a₁ (azúcar), perteneciendo al grupo homogéneo “A”, el segundo rango el factor a₂ (panela), existiendo diferencia entre los demás endulzantes.

Las medias indican un ascenso de los sólidos solubles por lo que este dato significativo expresa diferencia entre los factores, observándose que los mejores valores están con el tipo de endulzante de a₁ y a₂.

Tabla 17. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₁	b ₁	6,70	2	0,30	A
a ₂	b ₂	6,35	2	0,30	A
a ₁	b ₂	5,90	2	0,30	A
a ₂	b ₁	5,75	2	0,30	A
a ₃	b ₁	1,30	2	0,30	B
a ₃	b ₂	1,20	2	0,30	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, b₁: Sorbato de potasio, b₂: Benzoato de sodio, TDE: Tipos de endulzante, TDC: Tipos de conservantes

Los resultados obtenidos en la tabla 17, en la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 4 es el t₁ (a₁b₁). Este pertenece al primer grupo homogéneo “A” por lo que indica diferencia estadística entre tratamientos, al comparar con los requisitos de la normativa (NTE INEN 2304, 2017) el rango de °Brix varía de 0 hasta 15 °, por lo que los resultados del t₁ cumplen con la especificación de la normativa.

Tabla 18. Prueba Tukey semana 5 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 5				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₁	6,50	4	0,30	A
a ₂	6,48	4	0,30	A
a ₃	1,30	4	0,30	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Dentro de la tabla 18, están los resultados de la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 5, observándose que existen dos rangos de significancia en el primer rango al factor a₁ (azúcar) en el segundo rango al factor a₂ (panela), existiendo diferencia entre los demás endulzantes.

Se puede determinar un aumento significativo en las medias de los sólidos solubles con lo que existe variación entre ellos, el resultado con el valor más alto es con el tipo de endulzante de a₁ y a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos soluble.

Tabla 19. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₂	6,75	2	0,42	A
a ₁	b ₁	6,70	2	0,42	A
a ₁	b ₂	6,30	2	0,42	A
a ₂	b ₁	6,20	2	0,42	A
a ₃	b ₂	1,35	2	0,42	B
a ₃	b ₁	1,25	2	0,42	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

En la tabla 19, en la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 5 para la variable de sólidos solubles es el t₄ (a₂b₂). Es así que al estar en el grupo homogéneo categoría “A” indica diferencia estadística con respecto a los otros tratamientos, al comparar con los requisitos de la norma (NTE INEN 2304, 2017) el que varía de entre 0 hasta 15° Brix, cumpliendo con estos valores el t₄.

Tabla 20. Prueba Tukey semana 6 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 6					
TDE	Medias	N	E.E.		
a ₂	5,73	4	0,13	A	
a ₁	5,70	4	0,13	A	
a ₃	1,10	4	0,13		B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Los resultados mostrados en la tabla 20, de la prueba de Tukey de los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 6, observándose que existen dos rangos para la significancia estando la azúcar (factor a₁) en el primer rango y la panela (factor a₂) en el segundo, existiendo diferencia entre los demás endulzantes.

Se puede determinar un aumento significativo en las medias de los sólidos solubles con lo que existe variación entre ellos, el resultado con el valor más alto es con el tipo de endulzante a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles.

Tabla 21. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₂	6,15	2	0,18	A
a ₁	b ₂	5,70	2	0,18	A
a ₁	b ₁	5,70	2	0,18	A
a ₂	b ₁	5,30	2	0,18	A
a ₃	b ₂	1,15	2	0,18	B
a ₃	b ₁	1,05	2	0,18	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 21, muestra los resultados de la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 6 para la variable de sólidos solubles es el t₄ (a₂b₂). Es así que al estar en el grupo homogéneo categoría “A” indica diferencia estadística con respecto a los otros tratamientos, al comparar con los requisitos de la norma (NTE INEN 2304, 2017) que va entre 0 hasta 15 ° Brix, cumpliendo con estos valores el t₄.

Tabla 22. Prueba Tukey semana 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 7					
TDE	Medias	N	E.E.		
a ₂	6,45	4	0,08	A	
a ₁	5,45	4	0,08	A	
a ₃	1,30	4	0,08	C	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Los resultados mostrados en la tabla 22, para la prueba de Tukey de los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 7, observándose que existen dos rangos para la significancia estando el factor a₂ (panela) en el primer rango y el factor a₁ (azúcar) en el segundo, existiendo diferencia entre los demás endulzantes.

Se puede determinar un aumento significativo en las medias de los sólidos solubles con lo que existe variación entre ellos, el resultado con el valor más alto es con el tipo de endulzante a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles.

Tabla 23. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.		
a ₂	b ₂	6,60	2	0,11	A	
a ₂	b ₁	6,30	2	0,11	A	
a ₁	b ₂	5,55	2	0,11	A	
a ₁	b ₁	5,35	2	0,11	A	
a ₃	b ₂	1,35	2	0,11	B	
a ₃	b ₁	1,25	2	0,11	B	

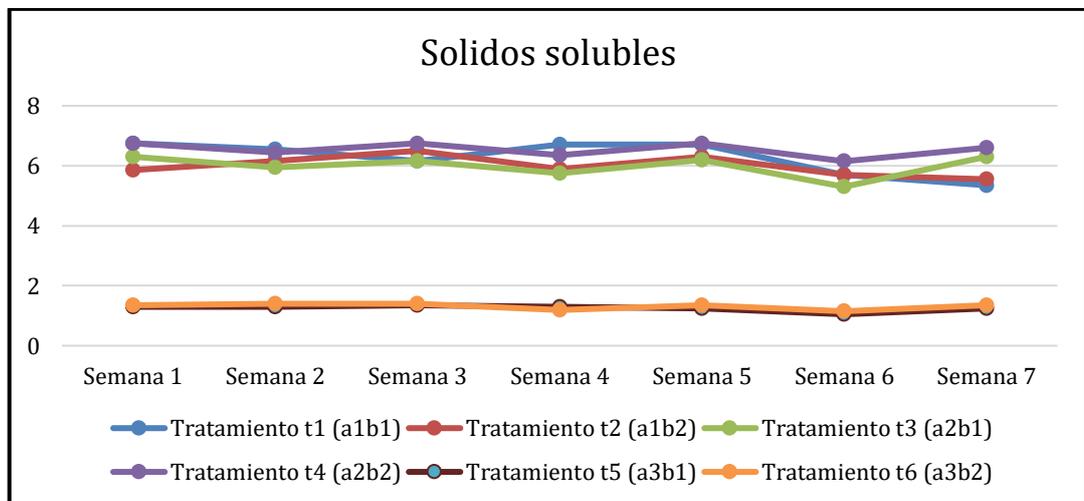
Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

Los valores obtenidos en la tabla 23, en la interacción de tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC), se observa que el mejor tratamiento en la semana 7 para la variable de sólidos solubles es el t₄ (a₂b₂). Es así que al estar en el grupo homogéneo categoría “A” indica diferencia estadística con respecto a los otros tratamientos, al comparar con los requisitos de la norma (NTE INEN 2304, 2017) el rango de 0 hasta 15 °Brix, cumpliendo con estos valores el t₄.

Al analizar las medias se evidencia un ascenso significativo en lo referente a sólidos solubles existiendo diferencia entre ellos, por lo que resultado más favorable es con el tipo de endulzante de a₂, deduciendo que están en un rango idóneo de sólidos solubles. Estos resultados al comparar con los de Gavilán (2019) en su estudio presento valores entre 1 y 3,09 °Brix en sólidos solubles siendo menores a los encontrados en este análisis. Así también, Rojas-Polanco et al. (2022), presentaron los promedios más altos con 10,0 y 9,96 ° Brix, estas diferencias que se observaron en el contenido de sólidos solubles cuando se hizo la medición.

Figura 17. Comportamiento de sólidos solubles en las 7 semanas de análisis



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la figura 17, se aprecia un ascenso y descenso en °Brix de los tratamientos t₁(a₁b₁), t₂(a₁b₂), t₃(a₂b₁), t₄(a₂b₂), de la semana 1 a la semana 7, encontrándose dentro de un rango 5,30 a 6,75 Brix, además podemos observar que los tratamientos t₅(a₃b₁) y t₆(a₃b₂) se encuentran en un rango menor en comparación con los demás tratamientos con valores de 1,05 a 1,40 ° Brix, esto se debe a los tipos de endulzantes y conservantes empleados para cada tratamiento.

10.1.2. Resultados del análisis de varianza para pH de la bebida.

Tabla 24. Análisis de Varianza pH

F.V.	GL	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7	
		CM	p- valor												
TDE	2	0,03	0,6642 sn	0,01	0,4981 sn	0,13	0,2352 sn	0,09	0,0688 sn	0,16	0,2261 sn	0,08	0,2230 sn	0,19	0,0395*
TDC	1	0,95	0,0151*	0,31	0,0086**	5,3E-04	0,9325 sn	4,0E-03	0,6632 sn	2,7E-03	0,8591 sn	0,05	0,3069 sn	2,4E-03	0,7829 sn
REPETICIONES	1	0,13	0,2431 sn	0,03	0,2430 sn	0,03	0,5336 sn	0,03	0,2629 sn	0,01	0,7238 sn	8,3E-06	0,9888 sn	8,3E-06	0,9870 sn
TDE * TDC	2	0,08	0,3842 sn	4,4E-03	0,7877 sn	0,19	0,1548 sn	2,1E-04	0,9890 sn	0,01	0,9138 sn	0,03	0,4890 sn	4,6E-03	0,8549 sn
ERROR	5	0,07		0,02		0,07		0,02		0,08		0,04		0,03	
CV %			5,38 %		2,50 %		5,74 %		3,20 %		6,56 %		5,01 %		4,31 %
TOTAL	11														

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

F.V: Fuente de variación **GL:** Grados de libertad **CM:** Cuadrados medios **CV (%):** Coeficiente de variación ****:** Altamente significativo *****: Significativo **ns:** No significativo **TDE:** Tipos de endulzante (azúcar, panela y stevia) **TDC:** Tipos de conservante (sorbato de potasio y benzoato de sodio)

En la tabla 24, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) aplicado al pH de la bebida de coronta de maíz negro revela tendencias significativas en relación con los factores evaluados a lo largo de siete semanas distintas. Respecto a los tipos de endulzantes (TDE), los valores de p-valor son generalmente elevados a 0,05 en la semana 1,2,3,4,5 y 6 por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa en estas semanas, a excepción de la semana 7 el p-valor es bajo 0,0395 a 0,05 existiendo diferencia significativa, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto sugiere que la elección de los endulzantes no influye de manera significativa en el pH de la bebida en ninguna de las semanas analizadas. Es así que se fundamenta la necesidad de aplicar una prueba de rangos a los valores significativos siendo la prueba de Tukey al 5%.

Los tipos de conservantes (TDC), correspondiente a los conservantes empleados, exhibe una variación considerable en los valores de p-valor. En las primeras dos semanas, los valores son significativamente bajos 0.0151 y 0.0086 en comparación a 0,05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa realizando una prueba de rango múltiple Tukey al 5% a los valores con significancia, lo que indica una posible influencia de los conservantes en el pH en esos períodos. Sin embargo, en las semanas siguientes, los valores de p-valor son considerablemente altos a 0,05 no tienen significancia, por lo tanto, acepto la hipótesis nula y rechazo la hipótesis alternativa, lo que sugiere una falta de impacto significativo de los conservantes en el pH de la bebida durante ese tiempo.

En la investigación de (Bravo, 2020) revela una interesante gama de valores de pH en la bebida de maíz morada. Las medias encontradas oscilan entre 4,06 y 4,11, con una consistencia notable en las mediciones valores similares a los de esta investigación. Esta consistencia sugiere una estabilidad en la composición del producto a lo largo del tiempo, lo cual es crucial para garantizar la calidad y la uniformidad en la experiencia del consumidor.

Tabla 25. Prueba Tukey semana 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 7				
TDE	Medias	n	E.E.	
a ₃	3,76	4	0,08	A
a ₂	3,84	4	0,08	A B
a ₁	4,17	4	0,08	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 25, en la prueba de Tukey para el análisis de pH, en los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 1, se observa una significancia encontrándose en el primer rango al factor a₁ (azúcar) en el primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia entre los demás endulzantes.

De esta manera el resultado con mejor valoración es con a₁ (azúcar), lo que nos permite definir al aplicar este endulzante en la bebida presenta una característica notable al reducir el pH.

Tabla 26. Prueba Tukey semana 1 del factor TDC (Tipos de conservantes)

Semana 1				
TDC	Medias	N	E.E.	
b ₂	4,71	6	0,11	A
b ₁	5,27	6	0,11	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

b₁: sorbato de potasio, **b₂:** benzoato de sodio, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 26, contiene los resultados de la prueba de Tukey en lo concerniente al pH de los tipos de conservantes (TDC) en la semana 1, se observa significancia relacionada con el primer rango al factor b₂ (benzoato de sodio) en el primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia entre los demás conservantes.

De esta manera el resultado con mejor valoración es con el b₂ (benzoato de sodio) lo que nos permite definir que en la bebida al aplicar este endulzante presenta una característica notable al reducir el pH.

Tabla 27. Prueba Tukey semana 2 del factor TDC (Tipos de conservantes)

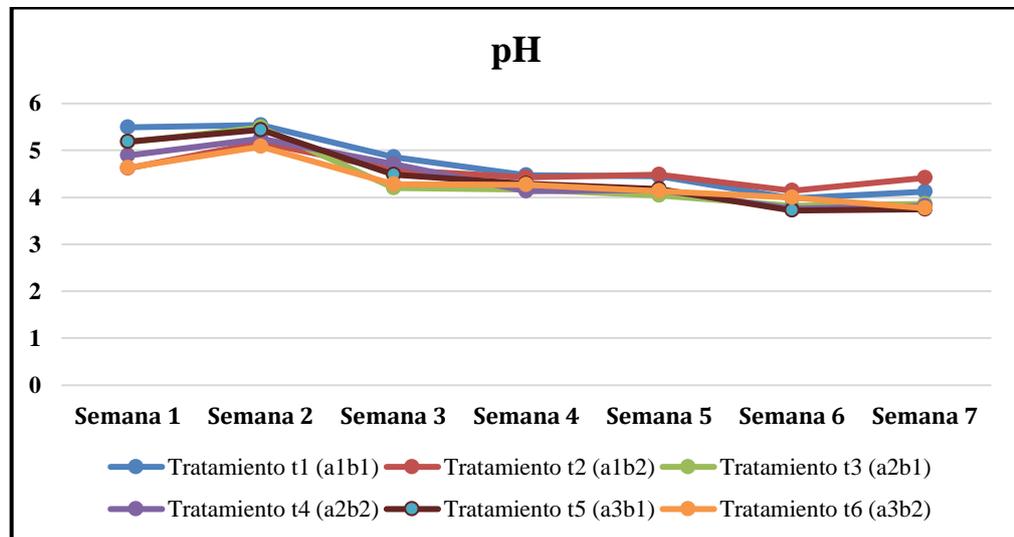
Semana 2				
TDC	Medias	N	E.E.	
b ₂	5,17	6	0,05	A
b ₁	5,49	6	0,05	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

b₁: sorbato de potasio, b₂: benzoato de sodio, TDC: Tipos de conservantes

Dentro de la tabla 27, en la prueba de Tukey para el análisis de pH, en los tipos de conservantes (TDC) en la semana 2, se observa una significancia encontrándose en el primer rango al factor b₂ (benzoato de sodio) en el primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia entre los demás conservantes.

De esta manera el resultado con mejor valoración es b₂ (benzoato de sodio) lo que nos permite definir que en la bebida es notable la disminución del pH.

Figura 18. Comportamiento de pH en las 7 semanas de análisis

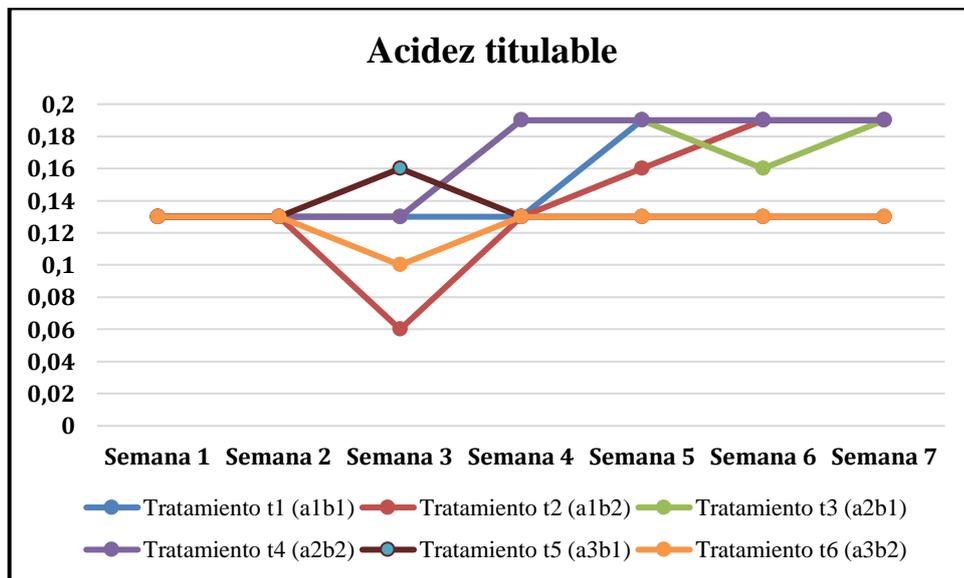
Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

En la figura 18, se muestra el descenso de pH, con valores que oscilan entre 5,54 a 3,72 durante las siete semanas de análisis. Dentro de la curva de pH se encuentra el t₄ (a₂b₂) de panela y benzoato de sodio, el cual presenta en la semana 7 un valor 3,81 un valor menor por lo tanto cumple con lo establecido por la normativa NTE INEN 2304, 2017, de refrescos y bebidas no carbonatadas, la cual indica que no debe sobrepasar de 4,75 pH.

10.1.3. Resultados del análisis de varianza para acidez titulable de la bebida.

En relación con la acidez titulable, en la figura 19, se observa una tendencia de variación, durante las primeras dos semanas, no se registraron cambios significativos, manteniéndose todos los tratamientos en un rango 0,13% de acidez titulable. Sin embargo, a medida que avanzaron las semanas, se observó un incremento gradual de la acidez titulable, pasando de 0,13% en la primera semana a 0,19% en la semana 7, en la cual se encuentran los tratamientos t_1 (a_1b_1), t_2 (a_1b_2), t_3 (a_2b_1), t_4 (a_2b_2). Se puede destacar que los tratamientos t_5 (a_3b_1) y t_6 (a_3b_2) tienen poca variación manteniéndose en un rango de 0,13% manteniéndose estable en casi todas sus semanas a excepción de la semana 3 de estudio.

Figura 19. Comportamiento de acidez titulable en las 7 semanas de análisis



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Tabla 28. *Análisis de Varianza acidez titulable*

F.V.	GL	SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7	
		CM	p- valor								
TDE	2	1,4E-03	0,2789 sn	1,4E-03	0,2789 sn	4,4E-03	0,0104*	4,4E-03	0,0104*	4,4E-03	0,0104*
TDC	1	0,01	0,0493*	0,01	0,0493*	3,4E-04	0,3632 sn	3,4E-04	0,3632 sn	3,4E-04	0,3632 sn
REPETICIONES	1	0,00	0,9999 sn	0,00	0,9999 sn	3,4E-04	0,3632 sn	3,4E-04	0,3632 sn	3,4E-04	0,3632 sn
TDE * TDC	2	1,4E-03	0,2789 sn	1,4E-03	0,2789 sn	3,4E-04	0,4312 sn	3,4E-04	0,4312 sn	3,4E-04	0,4312 sn
ERROR	5	8,2E-04		8,2E-04		3,4E-04		3,4E-04		3,4E-04	
CV %		24,39 %		24,39 %		11,17 %		11,17 %		11,17 %	
TOTAL	11										

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

F.V: Fuente de variación **GL:** Grados de libertad **CM:** Cuadrados medios **CV (%):** Coeficiente de variación ****:** Altamente significativo *****: Significativo **ns:** No significativo **TDE:** Tipos de endulzante (azúcar, panela y stevia) **TDC:** Tipos de conservante (sorbato de potasio y benzoato de sodio)

En la tabla 28, se presenta el ANOVA correspondiente a la acidez titulable, abarcando desde la semana 3 hasta la semana 7 del estudio. Los resultados revelan tendencias significativas en relación con los factores analizados.

Respecto a los tipos de endulzantes (TDE) utilizados, se observa una diferencia significativa en la acidez titulable a partir de la semana 5, con un p-valor de 0,0104, inferior a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que sugiere que los endulzantes pueden influir en este aspecto del producto. Es así que se fundamenta la necesidad de aplicar una prueba de rangos a los valores significativos siendo la prueba de Tukey al 5%.

En los tipos de conservantes (TDC) empleados, muestra variaciones en los p-valores a lo largo de las semanas, sin una tendencia clara de significancia. Específicamente, el p-valor para en los tipos de conservantes (TDC) en la semana 3 y 4, siendo a inferiores a 0,05 significativos rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa y luego aumentando siendo mayor a 0,05 en las semanas 5, 6 y 7 no significativos aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa en las semanas respectivas.

Los valores de p-valor para la interacción entre los factores A y B no exhiben una tendencia clara de significancia a lo largo de las semanas evaluadas, oscilando en torno a 0,2789 y 0,4312 valores superiores a 0,05 no significativos por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa.

Comparando con los resultados de Rodríguez-Salinas et al. (2021) tuvieron una acidez titulable menor con un valor de 0,03%. Esta desigualdad en los resultados puede deberse a una variedad de factores, incluyendo diferencias en las formulaciones utilizadas, métodos de análisis, condiciones ambientales, o características específicas de las muestras examinadas. En la investigación de Bravo (2021) por otro lado, reportaron valores de 0,07 a 0,1%, siendo el valor 0,1% similares a los valores de las 7 semanas evaluadas.

Tabla 29. Prueba Tukey semanas 5, 6 y 7 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semanas 5, 6 y 7				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₂	0,19	4	0,01	A
a ₁	0,18	4	0,01	A
a ₃	0,13	4	0,01	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Los resultados obtenidos en la tabla 29, en la prueba de Tukey al 5% para el análisis de acidez titulable en las semanas 5, 6 y 7 para los tipos de endulzantes (TDE), existen dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela), mientras que en el segundo rango al factor a₁ (azúcar). En las medias se determina que existe un ascenso significativo de la acidez titulable. Es así que los endulzantes empleados presentan características idóneas en lo concerniente a la acidez titulable.

Tabla 30. Prueba Tukey semanas 3 y 4 del factor TDC (Tipos de conservantes)

Semanas 3 y 4				
TDC	Medias	N	E.E.	
b ₁	0,14	6	0,01	A
b ₂	0,10	6	0,01	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

b₁: Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDC:** Tipos de conservantes

Los resultados de la tabla 30, para la prueba de Tukey en lo concerniente al análisis de acidez titulable en las semanas 3 y 4 para los tipos de conservantes (TDC), existen un rango de significancia, destacándose en el primer rango al factor b₁ (sorbato de potasio), a su vez, las medias determinan un ascenso significativo. Es así que los endulzantes empleados presentan características idóneas en lo concerniente a la acidez titulable.

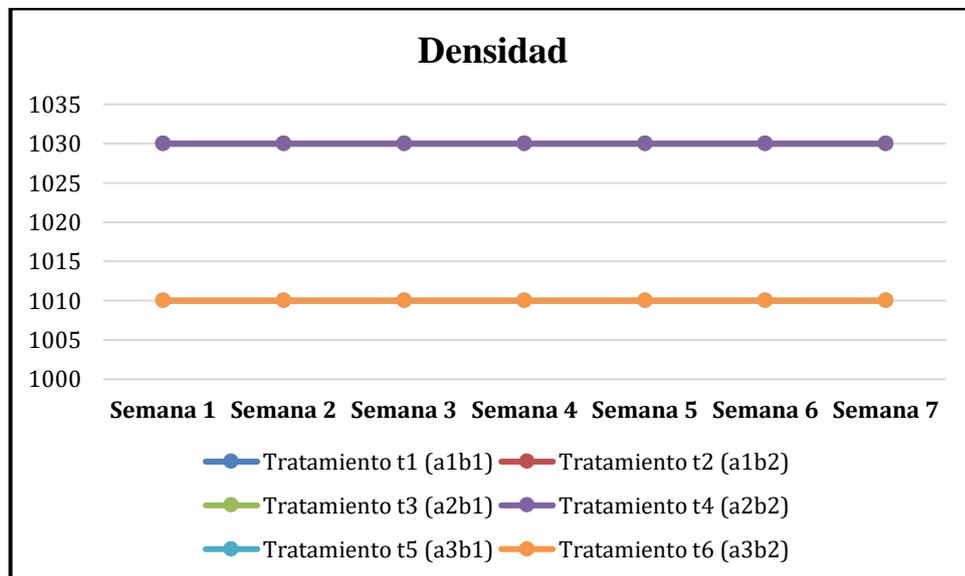
10.1.4. Resultados del análisis para densidad de la bebida.

Los datos presentados en la figura 20, muestran una consistencia notable en la densidad a lo largo de las siete semanas de estudio, manteniéndose constante en 1030 g/m³ de medida, en tratamientos t₁ (a₁b₁), t₂ (a₁b₂), t₃ (a₂b₁), t₄ (a₂b₂) y una medida constante 1010 g/m³ en los tratamientos t₅(a₃b₁) y t₆ (a₃b₂). Esta uniformidad en los valores de densidad sugiere una

estabilidad notable en la composición y las propiedades físicas de la bebida de coronta de maíz negro a lo largo del período analizado.

El resultado comparado con el de Bravo (2020), fue similar a las con un valor de densidad 1050 g/m^3 , la densidad es una medida importante que puede proporcionar información sobre la concentración de sólidos, la presión osmótica y la composición general del producto. En este caso, la estabilidad en la densidad podría indicar una consistencia en la formulación y el proceso de producción, lo que puede ser crucial para garantizar la calidad y uniformidad del producto final (Jiménez & Masaquiza, 2023).

Figura 20. Comportamiento de la densidad en las 7 semanas de análisis



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

10.1.5. Resultados del análisis de varianza para turbidez de la bebida.

Tabla 31. *Análisis de Varianza turbidez*

F.V.	GL	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7	
		CM	p- valor												
TDE	2	5629,02	0,0006**	4597,77	0,0002**	18023,47	0,0052**	83088,25	0,0001**	78128,83	0,0001**	81736,08	0,0006**	61338,58	0,1196 sn
TDC	1	136,01	0,3444 sn	363,00	0,0664 sn	4158,96	0,0973 sn	4602,08	0,0395*	3454,41	0,0463*	2730,08	0,2652 sn	35316,75	0,2238 sn
REPETICIONES	1	278,40	0,1955 sn	0,12	0,9677 sn	1323,00	0,3026 sn	420,08	0,4411 sn	669,01	0,2988 sn	90,75	0,8282 sn	3434,08	0,6832 sn
TDE * TDC	2	336,58	0,1605 sn	406,21	0,0452**	2231,55	0,2035 sn	2808,08	0,0717 sn	5463,36	0,0148**	7651,58	0,0788 sn	12444,25	0,5486 sn
ERROR	5	124,82		66,32		1002,49		600,68		497,97		1735,35		18334,88	
CV %		13,64 %		9,63 %		26,15 %		11,44 %		10,49 %		16,43 %		43,98 %	
TOTAL	11														

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

F.V: Fuente de variación **GL:** Grados de libertad **CM:** Cuadrados medios **CV (%):** Coeficiente de variación ****:** Altamente significativo *****: Significativo **ns:** No significativo **TDE:** Tipos de endulzante (azúcar, panela y stevia) **TDC:** Tipos de conservante (sorbato de potasio y benzoato de sodio)

En la tabla 31, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la turbidez a lo largo de las siete semanas revelan tendencias interesantes en relación con los factores evaluados. Respecto a los tipos de endulzantes (TDE) utilizados en la bebida, se observa una significativa de variación en la turbidez a lo largo del tiempo. Los valores de p-valor son consistentemente bajos e inferiores a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, con la excepción de la semana 7 (0,1196) valor superior a 0,05 donde se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alternativa, lo que indica una influencia significativa de las diferentes formulaciones en la turbidez del producto. Es así que se fundamenta la necesidad de aplicar una prueba de rangos a los valores significativos siendo la prueba de Tukey al 5%.

Específicamente en los tipos de endulzantes (TDE), se observan valores de p-valor más bajos en las semanas 4 y 5, donde los valores son 0,0001 siendo altamente significativos, donde se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que sugiere una diferencia notable en la turbidez según la formulación utilizada en estas semanas.

En los tipos de conservantes (TDC), utilizados en la bebida, muestra una variabilidad menos consistente en la turbidez, con valores de p-valor que varían, pero no alcanzan niveles significativos en todas las semanas. Siendo las semanas 3 y 4 donde presenta un p-valor 0,0395 a 0,0463 siendo valores bajos a 0,05 significativos por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa en estas semanas respectivamente, realizando una prueba de rango múltiple Tukey al 5% a estos valores con significancia.

Tabla 32. Prueba Tukey semana 1 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 1				
TDE	Medias	n	E.E.	
a ₂	123,75	4	5,59	A
a ₁	70,58	4	5,59	B
a ₃	51,33	4	5,59	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

Los resultados de la tabla 32, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 1, revelan un rango de significancia, encontrándose en el primer rango al factor a₂

(panela) en el primer grupo homogéneo “A”, por lo que esta se diferencia del resto de endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor existió un ascenso de la turbidez de la bebida con lo que es notorio una diferenciación entre ella, el mejor resultado fue el tipo de endulzante a₂ (panela), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 33. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.		
a ₂	b ₂	132,50	2	7,90	A	
a ₂	b ₁	115,00	2	7,90	A	B
a ₁	b ₁	77,80	2	7,90		B C
a ₁	b ₂	63,35	2	7,90		C
a ₃	b ₂	59,90	2	7,90		C
a ₃	b ₁	42,75	2	7,90		C

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 33, presenta los valores de la prueba de Tukey para la turbidez en la semana 1. Presentando la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que fueron utilizados en la bebida, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento t₄ (a₂b₂) denomina como el mejor tratamiento.

La turbidez puede ser indicativa de la claridad o la opacidad de la bebida, y estos hallazgos podrían tener implicaciones en la percepción sensorial y la calidad del producto final. Comparando con los resultados de (K. Centeno, 2016) obtuvo valores ascendentes de 460 y 670 NTU al evaluar una bebida fermentada a base de maíz morado.

Tabla 34. Prueba Tukey semana 2 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 2				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₂	123,00	4	4,07	A
a ₁	71,80	4	4,07	B
a ₃	58,90	4	4,07	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

Dentro de la tabla 34, en la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 2, se observa un solo rango de significancia encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela) en el primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia significativa con el resto de endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor existió un ascenso significativo en la turbidez de la bebida con lo que es notorio una diferenciación entre ella, se observa que el mejor resultado es con el tipo de endulzante a₂ (panela), deduciendo que se ubica en un rango idóneo.

Tabla 35. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₂	135,50	2	5,76	A
a ₂	b ₁	110,50	2	5,76	A B
a ₁	b ₁	77,85	2	5,76	B
a ₃	b ₂	68,95	2	5,76	C
a ₁	b ₂	65,75	2	5,76	C
a ₃	b ₁	46,85	2	5,76	C

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, b₁: Sorbato de potasio, b₂: Benzoato de sodio, TDE: Tipos de endulzante, TDC: Tipos de conservantes

La tabla 35, presenta los valores de la prueba de Tukey para la turbidez en la semana 2. Se observa la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que

fueron utilizados, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento t_4 (a_2b_2) por lo cual se lo denomina como el mejor tratamiento.

Tabla 36. Prueba Tukey semana 3 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 3					
TDE	Medias	N	E.E.		
a ₂	195,50	4	15,83	A	
a ₁	102,58	4	15,83	B	
a ₃	65,13	4	15,83	B	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Dentro de la tabla 36, los valores de la prueba Tukey de turbidez en los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 3, se observa un solo rango de significancia encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela) en el primer grupo homogéneo “A”, notándose una diferencia significativa con el resto de endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor existió un ascenso de la turbidez de la bebida con lo que es notorio una diferenciación entre ella, el mejor valor fue el endulzante a₂ (panela), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 37. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.		
a ₂	b ₁	231,00	2	22,39	A	
a ₂	b ₂	160,00	2	22,39	A	B
a ₁	b ₁	131,30	2	22,39	A	B
a ₁	b ₂	73,85	2	22,39	B	
a ₃	b ₂	73,50	2	22,39	B	
a ₃	b ₁	56,75	2	22,39	B	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 37, presenta los resultados de la Prueba de Tukey para la turbidez para la semana 3. Se observa la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que fueron utilizados en la bebida, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento $t_3(a_2b_1)$ por lo cual se lo denomina como el mejor tratamiento.

Tabla 38. Prueba Tukey semana 4 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 4				
TDE	Medias	N	E.E.	
a ₂	380,25	4	12,25	A
a ₁	141,50	4	12,25	B
a ₃	121,00	4	12,25	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

Dentro de la tabla 38, los valores de la prueba Tukey de turbidez para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 4, se observa un solo rango de significancia encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela) en el primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia significativa entre los demás endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor existió un ascenso en la turbidez de la bebida con lo que es notorio diferencias entre ellos, el mejor resultado es con el tipo de endulzante a₂ (panela), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 39. Prueba Tukey semana 4 del factor TDC (Tipos de conservantes)

Semana 4				
TDC	Medias	N	E.E.	
b ₁	233,83	6	10,01	A
b ₂	194,67	6	10,01	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

b₁: Sorbato de potasio, b₂: Benzoato de sodio, TDC: Tipos de conservantes

Los resultados de la tabla 39, en la prueba Tukey de turbidez en lo concerniente a la turbidez en la semana 4 los tipos de conservantes (TDC), develan un rango de significancia

encontrándose en el primer rango al factor b₁ (sorbato de potasio), existiendo diferencia significativa entre los demás conservantes utilizados.

A su vez, las medias indican una tendencia a ascender su valor por lo que es significativo presentando diferencias entre cada una de ellos, se observa que el mejor resultado se encuentra con el conservante b₁ (sorbato de potasio), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 40. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₁	429,00	2	17,33	A
a ₂	b ₂	331,50	2	17,33	A
a ₁	b ₁	154,50	2	17,33	B
a ₁	b ₂	128,50	2	17,33	B
a ₃	b ₂	124,00	2	17,33	B
a ₃	b ₁	118,00	2	17,33	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 40, presenta los resultados de la Prueba de Tukey para la turbidez para la semana 4. Se observa la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que fueron utilizados en la bebida, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento t₃(a₂b₁) por lo cual se lo denomina como el mejor tratamiento.

Tabla 41. Prueba Tukey semana 5 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 5				
TDE	Medias	n	E.E.	
a ₂	373,50	4	11,16	A
a ₁	145,25	4	11,16	B
a ₃	119,65	4	11,16	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **TDE:** Tipos de endulzante

Dentro de la tabla 41, los valores de la prueba Tukey los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 5, se observa un rango de significancia encontrándose el factor a₂ (panela) en el

primer grupo homogéneo “A”, existiendo diferencia significativa con el resto de endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor se determina que existe un ascenso significativo presentando una diferencia entre ellos, se observa que el mejor resultado es con el tipo de endulzante a₂ (panela), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 42. Prueba Tukey semana 5 del factor TDC (Tipos de conservantes)

Semana 5					
TDC	Medias	N	E.E.		
b ₁	229,77	6	9,11	A	
b ₂	195,83	6	9,11	B	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

b₁: Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDC:** Tipos de conservantes

Los resultados de la tabla 42, para la prueba de Tukey al 5% en lo concerniente al parámetro turbidez en la semana 5 para los tipos de conservantes (TDC), develan un rango significativo, estando en el primero el factor b₁ (sorbato de potasio), existiendo una diferenciación con el resto de conservantes.

A su vez, las medias indican una tendencia a ascender su valor por lo que es significativo con el tipo de conservante b₁ (sorbato de potasio). Es así que este conservante presenta características idóneas en lo concerniente turbidez.

Tabla 43. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.		
a ₂	b ₁	426,50	2	15,78	A	
a ₂	b ₂	320,50	2	15,78	B	
a ₁	b ₁	164,00	2	15,78	C	
a ₃	b ₂	140,50	2	15,78	C	
a ₁	b ₂	126,50	2	15,78	C	
a ₃	b ₁	98,80	2	15,78	C	

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, **a₂:** panela, **a₃:** stevia, **b₁:** Sorbato de potasio, **b₂:** Benzoato de sodio, **TDE:** Tipos de endulzante, **TDC:** Tipos de conservantes

La tabla 43, presenta los valores obtenidos en la prueba Tukey para la turbidez para la semana 5. Se observa la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que fueron utilizados en la bebida, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento $t_3(a_2b_1)$ por lo cual se lo denomina como el mejor tratamiento.

Tabla 44. Prueba Tukey semana 6 del factor TDE (Tipos de endulzantes)

Semana 6				
TDE	Medias	n	E.E.	
a ₂	418,00	4	20,83	A
a ₃	184,00	4	20,83	B
a ₁	158,75	4	20,83	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

a₁: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, TDE: Tipos de endulzante

En la tabla 44, presenta los valores de la prueba Tukey para los tipos de endulzantes (TDE) en la semana 6, se observa un solo rango de significancia encontrándose en el primer rango al factor a₂ (panela) en el primer grupo homogéneo “A”, presentando una diferencia significativa entre los demás endulzantes utilizados.

En las medias de cada factor existe un ascenso significativo en la turbidez de la bebida presentando diferencias entre cada una de ellos, el mejor resultado fue con el tipo de endulzante a₂ (panela), deduciendo que está en un rango idóneo.

Tabla 45. Prueba Tukey para la interacción entre factores

TDE	TDC	Medias	N	E.E.	
a ₂	b ₁	470,50	2	29,46	A
a ₂	b ₂	365,50	2	29,46	A B
a ₃	b ₂	217,00	2	29,46	B
a ₁	b ₁	184,50	2	29,46	C
a ₃	b ₁	151,00	2	29,46	C
a ₁	b ₂	133,00	2	29,46	C

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

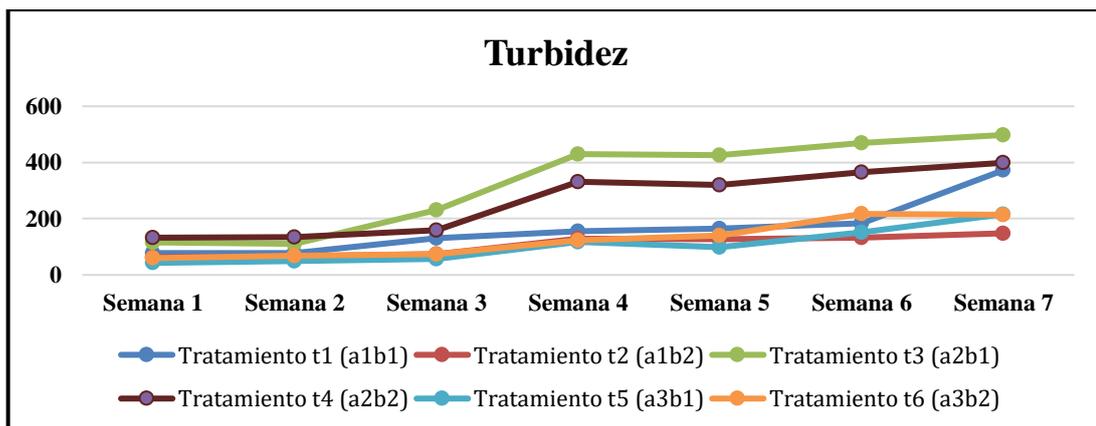
a: azúcar, a₂: panela, a₃: stevia, b₁: Sorbato de potasio, b₂: Benzoato de sodio, TDE: Tipos de endulzante, TDC: Tipos de conservantes

Dentro de la tabla 45, podemos observar los valores de la prueba de Tukey encontrados dentro de la semana 6. Se observa la interacción de los tipos de endulzantes (TDE) y tipos de conservantes (TDC) que fueron utilizados en la bebida, se determinó un rango de significancia homogénea “A” al tratamiento t_3 (a_2b_1) por lo cual se lo denomina como el mejor tratamiento

Si comparamos los resultados de la semana 6 con la normativa (UNE-EN ISO 7027-1, 2016) elaborada para el control de turbidez en aguas, pero que aplica también en bebidas de cualquier tipo, menciona que los resultados deben encontrarse en el rango comprendido entre $< 0,05$ NTU y 400 NTU, el tratamiento t_4 (a_2b_2) en cuanto a turbidez se encuentra dentro del rango establecido, lo que se lo considera el mejor tratamiento para la variable turbidez.

En el análisis de la bebida la turbidez puede ser indicativa de la claridad o la opacidad de la bebida, y estos hallazgos podrían tener implicaciones en la percepción sensorial y la calidad del producto final. Comparando con los resultados de (K. Centeno, 2016) obtuvo valores similares a los de la semana 7 resultados encontrados al evaluar una bebida fermentada a base de maíz morado obteniendo un valor de turbidez entre 460 y 670 NTU. Por otra parte, (Bravo, 2020) en una bebida de coronta de maíz endulzada con stevia encontró valor de 16,13 NTU, este valor es inferior tanto a los hallazgos de Centeno, como a los reportados en la presente investigación, sin embargo, se encuentran dentro de los rangos permitidos.

Figura 21. Comportamiento de la turbidez en las 7 semanas de análisis



Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Dentro de la figura 21, se observa un ascenso en la turbidez en el lapso de siete semanas de análisis, todos los tratamientos presentan valores variables de 59,9 a 498 NTU de primera semana a la semana 7. Dentro de la curva de turbidez se encuentra el t_4 (a_2b_2) de panela y

benzoato de sodio, el cual presenta valores de 132,5 a 399 NTU el cual cumple con lo establecido por la normativa UNE-EN ISO 7027-1, 2016, la cual indica que no debe sobrepasar de 400 NTU.

10.2. Comparación del mejor tratamiento en relación a las variables de estudio

Tabla 46. Comparación del mejor tratamiento en relación a las variables de estudio

Análisis	Semanas	Tratamientos					
		t ₁ (a ₁ b ₁)	t ₂ (a ₁ b ₂)	t ₃ (a ₂ b ₁)	t ₄ (a ₂ b ₂)	t ₅ (a ₃ b ₁)	t ₆ (a ₃ b ₂)
Solidos solubles	Semana 1	6,75	5,85	6,3	6,75	1,3	1,35
	Semana 2	6,55	6,15	5,95	6,45	1,3	1,4
	Semana 3	6,15	6,5	6,15	6,75	1,35	1,4
	Semana 4	6,7	5,9	5,75	6,35	1,3	1,2
	Semana 5	6,7	6,3	6,2	6,75	1,25	1,35
	Semana 6	5,7	5,7	5,3	6,15	1,05	1,15
	Semana 7	5,35	5,55	6,3	6,6	1,25	1,35
pH	Semana 1	5,49	4,62	5,18	4,89	5,19	4,63
	Semana 2	5,54	5,17	5,49	5,25	5,44	5,08
	Semana 3	4,86	4,59	4,2	4,71	4,48	4,28
	Semana 4	4,47	4,43	4,17	4,13	4,29	4,27
	Semana 5	4,45	4,48	4,04	4,15	4,18	4,13
	Semana 6	3,98	4,14	3,82	3,76	3,72	4
	Semana 7	4,12	4,42	3,86	3,81	3,75	3,77
Acidez titulable	Semana 1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Semana 2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Semana 3	0,13	0,06	0,13	0,13	0,16	0,1
	Semana 4	0,13	0,13	0,19	0,19	0,13	0,13
	Semana 5	0,19	0,16	0,19	0,19	0,13	0,13
	Semana 6	0,19	0,19	0,16	0,19	0,13	0,13
	Semana 7	0,19	0,19	0,19	0,19	0,13	0,13
Densidad	Semana 1	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 2	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 3	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 4	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 5	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 6	1030	1030	1030	1030	1010	1010
	Semana 7	1030	1030	1030	1030	1010	1010
Turbidez	Semana 1	77,8	63,35	115	132,5	42,75	59,9
	Semana 2	77,85	65,75	110,5	135,5	48,85	68,95
	Semana 3	131,3	73,85	231	160	56,75	73,5
	Semana 4	154,5	128,5	429	331,5	118	124
	Semana 5	164	126,5	426,5	320,5	98,8	140,5
	Semana 6	184,5	133	470,5	365,5	151	217
	Semana 7	372,5	148	498	399	216	214

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Dentro de la tabla 46, podemos observar los resultados de los diferentes tratamientos, según las medias analizadas mediante el programa estadístico Infostat con el análisis Tukey, indican como mejor el tratamiento $t_4 (a_2b_2)$, este tratamiento es el más recurrente en el transcurso de las siete semanas de estudio, mostrando una combinación favorable en términos de sólidos solubles, pH y acidez titulable.

Para establecerlo como un tratamiento idóneo en la investigación, comparamos los resultados con los requisitos fisicoquímicos de la normativa (NTE INEN 2304, 2017) (ver Anexo 13), de refrescos o bebidas no carbonatas, en el cual se menciona que el rango de sólidos solubles debe estar entre 0 hasta 15 ° Brix, el pH en un rango de 2 a 4,5 y la acidez titulable en un rango 0,1%. Por lo tanto, el tratamiento $t_4 (a_2b_2)$, con resultados variables en sólidos solubles de 6,75 a 6,15 ° Brix; pH de 4,73 a 3,76 y acidez titulable de 0,13 a 0,19% cumplen con los requisitos establecidos por la normativa.

Para la variable turbidez que comprende resultados variables en cada semana de 132,5 a 399 NTU, según la normativa (UNE-EN ISO 7027-1, 2016) elaborada para el control de turbidez en aguas, pero que aplica también en bebidas de cualquier tipo, menciona que los resultados deben encontrarse en el rango comprendido entre $< 0,05$ NTU y 400 NTU, el tratamiento $t_4 (a_2b_2)$ se encuentra dentro del rango establecido, lo que sugiere una claridad visual adecuada en el producto final.

Estos resultados sugieren que la combinación $t_4 (a_2b_2)$ podría ser la formulación más prometedora en términos de las características evaluadas, en sólidos solubles, pH y acidez titulable. En cuanto a turbidez más baja $t_4 (a_2b_2)$ podría indicar una mejor calidad visual del producto, lo que podría influir en la percepción del consumidor.

10.3. Análisis organoléptico de la bebida de coronta de maíz negro (*Zea mays L.*)

Los análisis organolépticos se realizaron en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la facultad de CAREN mediante cataciones utilizando una ficha de escala hedónica con una puntuación del 1-5 evaluando los siguientes parámetros: apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad se contó con un panel de catadores de 20 personas las cuales son estudiantes de la Carrera de Agroindustrias. Observándose de la siguiente manera los resultados:

Tabla 47. ANOVA resultados sensoriales

F.V.	Gl	Apariencia		Color		Olor		Sabor		Aceptabilidad	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	5	0,65	0,2421 sn	6,57	0,0001* *	0,45	0,1400 sn	2,64	0,0008**	0,87	0,0292*
Catadores	19	2,03	0,0001 **	1,82	0,0007* *	2,31	0,0001* *	3,03	0,0001**	4,05	0,0001* *
Error	95	0,47		0,67		0,26		0,57		0,33	
CV %		17,01%		20,63%		12,83%		22,60%		18,51%	
Total	119										

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

F.V: Fuente de variación **Gl:** Grados de libertad **CM:** Cuadrados medios **CV (%):** Coeficiente de variación ****:** Altamente significativo ***:** Significativo **ns:** No significativo

Los resultados del análisis sensorial tabla 47, revelan que, en general, no se observan diferencias significativas en parámetros de apariencia y olor, ya que el p-valor supera los 0,05 valores no significativos por el tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. En los parámetros, de color, sabor y aceptabilidad si son estadísticamente significativos con un p-valor de 0,0001, 0,008 y 0,0292, valores con significancia por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa respectivamente, por ello es necesario realizar una prueba de rango múltiple Tukey al 5% a los valores con significancia.

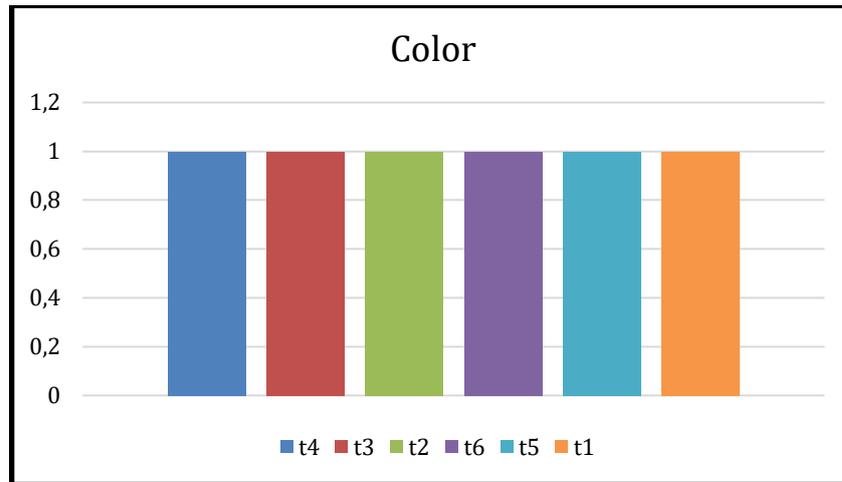
Sin embargo, al considerar la evaluación de los catadores, se evidencian diferencia significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa respectivamente en todas las variables sensoriales evaluadas.

Tabla 48. Prueba de Tukey color

Tratamientos	Medias	N	E.E.			
4	4,75	20	0,18	A		
3	4,45	20	0,18	A	B	
2	4,00	20	0,18	A	B	C
6	3,85	20	0,18			C
5	3,45	20	0,18			C
1	3,25	20	0,18			C

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

La tabla 48, presenta los resultados de la prueba de Tukey para la variable color, en la cual se concluye que el mejor tratamiento para la variable de acuerdo a la valoración en el análisis sensorial es el Tratamiento t_4 que corresponde a la combinación a_2b_2 (panela y benzoato de sodio) con una media de 4,75 ubicándose en el grupo homogéneo A, por tal motivo existe una alta significancia entre los tratamientos, lo que sugiere una mayor aceptación por parte de los catadores.

Figura 22. *Análisis sensorial Color*

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

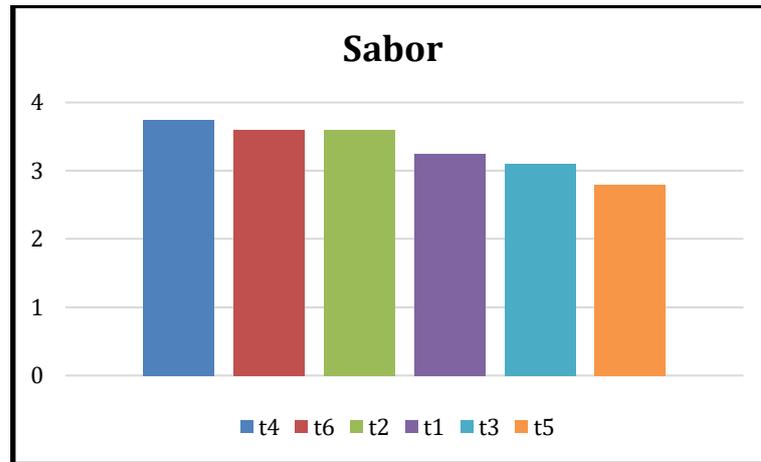
En la figura 22, en relación al parámetro de color, el t₄ con la combinación a₂b₂ fue altamente valorado, destacándose por su tonalidad por lo cual se lo considera como el mejor tratamiento destacándose entre los demás, lo que sugiere una preferencia mayor hacia esta característica específica en las muestras evaluadas.

Tabla 49. *Prueba de Tukey sabor*

Tratamientos	Medias	N	E.E.	
4	3,75	20	0,17	A
6	3,60	20	0,17	A
2	3,60	20	0,17	A
1	3,25	20	0,17	A B
3	3,10	20	0,17	A B
5	2,80	20	0,17	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

La tabla 49, presenta los resultados de la prueba de Tukey para la variable sabor, en la cual se concluye que el mejor tratamiento para esta variable de acuerdo a la valoración en el análisis sensorial es el tratamiento t₄ que corresponde a la combinación a₂b₂ (panela y benzoato de sodio) con una media de 3,75 ubicándose en el grupo homogéneo A, por tanto, existe significancia entre los tratamientos, lo que sugiere que el endulzante y conservante utilizado si influye otorgando un sabor muy bueno que el resto de tratamientos.

Figura 23. *Análisis sensorial Sabor*

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

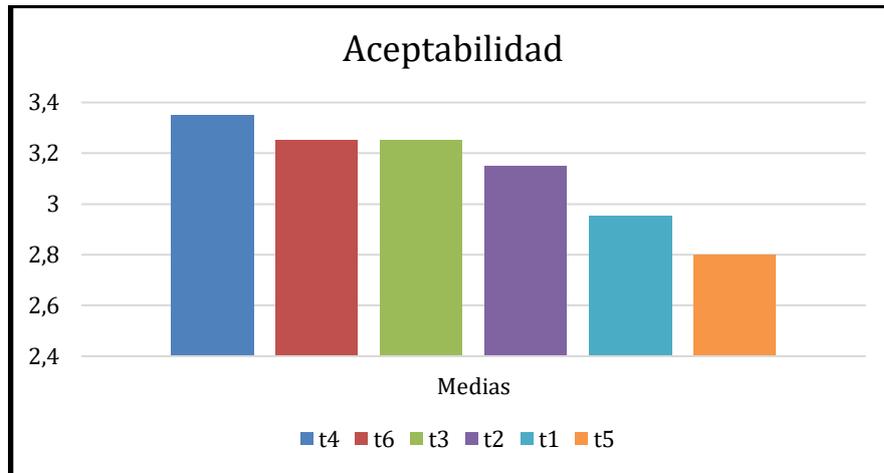
Dentro de la figura 23, en relación al parámetro de sabor, se observa que el tratamiento t_4 con la combinación a_2b_2 compuesta por panela y benzoato de sodio, fue calificada con el rango más alto por lo tanto se considera como el mejor tratamiento en términos de sabor, cabe resaltar que los tratamientos el t_6 y t_2 también se encuentran dentro de un rango similar al t_4 .

Tabla 50. *Prueba de Tukey aceptabilidad*

Tratamientos	Medias	N	E.E.	
4	3,35	20	0,13	A
6	3,25	20	0,13	A B
3	3,25	20	0,13	A B
2	3,15	20	0,13	A B
1	2,95	20	0,13	A B
5	2,80	20	0,13	B

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

La tabla 50, presenta los resultados de la prueba de Tukey para la variable aceptabilidad, en la cual se concluye que el mejor tratamiento de acuerdo a la valoración en el análisis sensorial es el tratamiento t_4 que corresponde a la combinación a_2b_2 (panela y benzoato de sodio) con una media de 3,35 la cual se ubica en el grupo homogéneo A, por tanto, existe significancia entre los tratamientos, lo que sugiere que el endulzante y conservante utilizado en la bebida si influye en su aceptabilidad.

Figura 24. *Análisis sensorial Aceptabilidad*

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

En cuanto a aceptabilidad, se observa que los tratamientos t_6 con la combinación a_3b_2 compuesta por stevia y benzoato de sodio y el t_3 con la combinación a_2b_1 se encuentran en el mismo rango, sin embargo la que se acercan a la respuesta aceptable y destacándose es el t_4 con la combinación a_2b_2 compuesta por panela y benzoato de sodio resultando el mejor tratamiento en parámetros de aceptabilidad.

10.4. Análisis nutricional del mejor tratamiento de la bebida de coronta maíz negro

Tabla 51. *Análisis nutricional del mejor tratamiento*

Parámetro	Resultado (TCO)%	Método/Norma
Proteína (%)	1.07	AOAC/kjeldhal
Grasa (%)	0.12	AOAC/Goldfish
Fibra (%)	0.33	AOAC/Gravimetrico
Ceniza (%)	0.1	AOAC/Gravimetrico
Carbohidratos (%)	1.70	Cálculo
Calorías (%)	12.16	Cálculo

Fuente: Laboratorio SETLAB, 2024

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba, presenta los resultados realizados al mejor tratamiento t_4 con la combinación (a_2b_2) de la bebida de coronta de maíz negro representados en la tabla 51 de proteína 1.07%, la grasa el 0.12%, la fibra dietética

constituye el 0.33% y la ceniza el 0.1%, los carbohidratos 1.70 y calorías 12.16% respectivamente (Ver Anexo 9).

En la investigación de (Terrones & Díaz, 2016), en la elaboración de una bebida saludable a base de la coronta de maíz morado en Perú, obtuvieron en relación a la proteína un valor de 2,8 %, grasa 1,5 g, fibra 7 g y carbohidratos 154.60g. En relación con la proteína es ligeramente mayor, sin embargo, cabe destacar que esta bebida fue extraída del colorante de la coronta para su preparación.

La bebida de coronta de maíz negro en relación panela y benzoato de sodio tiene un alto porcentaje de calorías con un 12.16 %, la cual es indispensable para el desarrollo del individuo, las actividades físicas o actividades que generan mucho estrés y en grasa en bajas cantidades esenciales para nuestro organismo de manera natural, a diferencia de otras bebidas como son las bebidas hidratantes, vinos, sodas y bebidas que contengan altos niveles de azúcar siendo muy perjudicial para la salud a mediano o largo plazo.

10.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida de coronta de maíz negro

Tabla 52. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Parámetro	Unidad	Resultado TCO	Método/Norma
Coliformes Totales	UFC/ml.	<10	Petrifilm AOAC991
Aerobios Mesófilos	UFC/ml.	<10	Petrifilm AOAC991
Mohos y Levaduras	UFC/ml.	Ausencia	Petrifilm AOAC997,02

Fuente: Laboratorio SETLAB, 2024

Los valores obtenidos en la tabla 52, muestran el análisis microbiológico del mejor tratamiento t₄ (a₂b₂), realizado en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba. La cual revela que se encuentra dentro de los estándares aceptables según la normativa NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3549 de refrescos en la cual en coliformes totales, aerobios mesófilos UFC/ml no debe de exceder de <29 UFC/ml y en mohos y levaduras de un nivel de aceptación de 100 UFC/ml, en relación a la norma la bebida tiene una baja presencia de coliformes totales y aerobios mesófilos, ambos por debajo de 10 UFC/ml, así como la ausencia de Mohos y Levaduras,

indicando condiciones higiénicas adecuadas durante su producción y almacenamiento, según los métodos de evaluación Petrifilm AOAC991 y Petrifilm AOAC997,02 (Ver Anexo 9). Esto confirma la calidad microbiológica del producto, asegurando su idoneidad para el consumo humano.

10.6. Análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento

Tabla 53. Análisis fisicoquímico de antocianinas del mejor tratamiento

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultados	Unidades	Método
DC-MU10206	Antocianinas totales	35,32	mg equivalente de Cianidina-3 glucósido/100 ml de muestra	Espectrofotometría UV-VIS – DECAB
		35,65		
		34,57		

Fuente: Laboratorio DECAB, 2024

De acuerdo al análisis de antocianinas otorgado por el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB) en el laboratorio de química de alimentos y nutrición de la Escuela Politécnica Nacional ubicado en Quito-Ecuador, mediante el método de espectrofotometría UV-VIS, la cual fue analizada por triplicado. Los resultados de la tabla 53, revelaron las siguientes concentraciones expresadas en miligramos de equivalente de Cianidina-3 glucósido por cada 100 mililitros de una muestra: Muestra 1: 35,32 mg; Muestra 2: 35,65 mg; Muestra 3: 34,57 mg (Ver Anexo 10).

10.7. Análisis fisicoquímico de colorimetría del mejor tratamiento

Tabla 54. Análisis fisicoquímico de colorimetría del mejor tratamiento

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultados				Promedio	Unidades	Método
DC-MU10222	COLOR MINOLTA	25,81	25,58	25,34	25,58	L* (Luminosidad)	Colorímetro (Espacio de color CIE L*a*b*)	
		+0,79	+0,75	+0,75	+0,76			a* (coordenadas rojo/verde)
		-3,35	-3,25	-2,94	-3,18			b* (coordenadas amarillo/azul)

Fuente: Laboratorio DECAB, 2024

De acuerdo al análisis de colorimetría otorgado por el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB) en el laboratorio de postcosecha en la Escuela Politécnica

Nacional ubicado en Quito-Ecuador, mediante el método colorímetro (Espacio de color CIE L^*a^*b), permitiendo una definición del color más precisa. Los valores de color obtenidos en la tabla 54, a través de un colorímetro Minolta, revelan una luminosidad (L^*) de 25,58, indicando una diferencia entre luz y oscuridad de un nivel de brillo intermedio. Las coordenadas rojo/verde (a^*) muestran una tendencia ligera aun tono rojizo con un valor alto de +0,76, mientras que las coordenadas amarillo/azul (b^*) reflejan una tendencia hacia el azul con un valor bajo de -3,18 (Ver Anexo 11). Estos parámetros son indicativos de la apariencia visual de la bebida, destacando la importancia del análisis del color para evaluar la calidad del producto.

10.8. Análisis de vida útil mediante prueba de estabilidad acelerada del mejor tratamiento

Tabla 55. Análisis de vida útil mediante prueba de estabilidad acelerada del mejor tratamiento

Ensayo	Tiempo en días de evolución	Control Microbiológico
1	Día 1	Dentro de los límites permisibles
2	Día 30	Dentro de los límites permisibles

Fuente: Laboratorio SETLAB, 2024

Tabla 56. Estudio de estabilidad en tiempo acelerado

Parámetro	Tiempo de seguimiento (días)	
	1	30
	Ensayo 1	Ensayo 2
Coliformes Totales, UFC/ml	<10	<10
Coliformes Fecales, UFC/ml	AUSENCIA	AUSENCIA
E. Coli, UFC/ml	AUSENCIA	AUSENCIA
Salmonella UFC/ml	AUSENCIA	AUSENCIA
Aerobios Mesófilos, UFC/ml	<10	<10
Mohos y levaduras, UFC/ml	AUSENCIA	AUSENCIA

Fuente: Laboratorio SETLAB, 2024

El análisis de la vida útil realizado en el laboratorio de Servicios de transferencias y laboratorios agropecuarios SETLAB ubicado en la ciudad de Riobamba. Los resultados se realizaron por prueba de estabilidad acelerada microbiológica al mejor tratamiento en una zona climática con temperatura y humedad relativa de $30^{\circ} C \pm 2^{\circ} C / 65 \% HR \pm 5 \% Hr$

En la tabla 55 y 56, se observa el resultado del análisis realizado al mejor tratamiento t4 (a2b2), indica que se llevó a cabo ensayos microbiológicos, siendo características que pueden cambiar durante el almacenamiento. Los resultados de estos análisis muestran que, durante el periodo de prueba el ensayo 1 (día 1) hasta el ensayo 2 (día 30) el producto se mantiene dentro

de los valores permisibles según la Resolución No. 1407 de 2022. En la cual se establecen los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano en donde los coliformes totales, escherichia coli, tiene un nivel de aceptación de <10 UFC/ml y los Aerobios mesófilos, mohos y levaduras con un nivel de aceptación de 10 UFC/ml

En relación a esta resolución la bebida de coronta de maíz negro no supera modificaciones que excedan el 5%. Por lo tanto, se concluye que la bebida de coronta de maíz negro se mantiene estable a lo largo de los 30 días de evaluación (Ver Anexo 12).

10.9. Análisis de costos de producción del mejor tratamiento de la bebida de coronta de maíz negro

Tabla 57. *Determinación del costo de producción del mejor tratamiento*

Materia prima	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Coronta de maíz negro	470,04	G	0,0011	\$ 0,52
Panela	570	G	0,00277	\$ 1,58
Ishpingo	1,68	G	0.0654	\$ 0,11
Clavo de olor	1,68	G	0.0179	\$ 0,03
Pimienta dulce	1,68	G	0,0119	\$ 0,02
Anís estrellado	1,68	G	0.0179	\$ 0,03
Canela	1,68	G	0,0238	\$ 0,04
Hoja de higo	12	G	0,0167	\$ 0,20
Ácido cítrico	6	G	0,0033	\$ 0,02
Benzoato de sodio	6	G	0,005	\$ 0,03
Agua	12000	G	0,00029	\$ 3,48
Total				\$ 6,06

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

El costo de producción de la bebida está basado en la relación de 12 litros, para obtener un total de 24 botellas plásticas de bebida en una presentación de 500 ml.

Tabla 58. *Costo del material de envasado del mejor tratamiento*

Recursos	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Envase plástico	24	U	\$ 0,10	\$ 2,40

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Tabla 59. *Total de costos de producción de la materia prima y envases*

Materia prima	\$ 6,06
Envase plástico	\$ 2,40
Total	\$ 8,46

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Tabla 60. *Mano de obra directa*

Mano de obra	\$ 3,74
--------------	---------

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

Tabla 61. *Costos indirectos de fabricación*

Gas	\$2.00
-----	--------

Costo de producción + adicionales

$$8,46+3,74+2 = \$ 14,20$$

$$\text{Utilidad } 30\% \quad \$ 4,26$$

Tabla 62. *Costo total de producción*

P.V.P.= Total de costo de producción + utilidad
P.V.P. = 14,20+ 4,26/ 24
P.V.P.= \$ 0,76

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

En las tablas 57 a 62, se observa el costo de producción de la materia prima utilizada para la realización del mejor tratamiento t_4 (a_2b_2), que corresponde a la combinación de panela y benzoato de sodio, dando un costo de producción por litro de \$ 6,06, mientras que el costo unitario de producción se alcanzó sumando diferentes valores (envases, mano de obra y costos indirectos de fabricación), con un precio de 14,20 \$, adicional con utilidad del 30% el cual ayuda a la rentabilidad del producto, obteniendo un precio de venta al público \$ 0,76 en el mercado. Entonces, el costo de la bebida refrescante de coronta de maíz negro es favorable debido a que en el mercado existen otras bebidas como la guayusa una bebida elaborada a partir de jugo de frutas y hojas naturales, y su costo es de \$1,12 en presentaciones de 300 ml , por lo

tanto al expender esta bebida de coronta de maíz negro en una presentación de 500 ml al mercado tendría mayor acogida debido a que posee propiedades nutritivas y sobre todo aporta una cantidad mayor de antioxidante natural indispensables para las personas que realizan alguna actividad física.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Impactos técnicos

La investigación de este proyecto determinó una idea innovadora la cual tiene como finalidad dar a conocer y mejorar una bebida a base de coronta de maíz negro, con la aplicación de tecnologías para medir sus características tanto fisicoquímicas como los sólidos solubles, pH, acidez titulable, densidad, turbidez y sensoriales, apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad. además de optimizar el proceso de elaboración, también se ayudó a mantener la estabilidad de la bebida por mucho más tiempo, para la incorporación eficiente de endulzantes y conservantes, asegurando su reproducibilidad además de su consistencia en resultados.

11.2. Impactos sociales

La implementación exitosa del proyecto promueve el uso de la coronta de maíz negro como materia prima principal en la elaboración de esta bebida, beneficiando a los productores agrícolas locales dedicados a la producción de maíz negro, así mismo la investigación contribuye al conocimiento científico en el campo de bebidas, promoviendo la difusión de información valiosa para la comunidad académica y la industria. A su vez generar nuevas fuentes de empleo ya que con la producción de la bebida a partir de panela y benzoato de sodio con el fin de obtener resultados favorables. Además, impulsa que el consumidor tenga una alternativa más al elegir un nuevo producto en el mercado.

11.3. Impactos ambientales

La utilización de la coronta de maíz negro en la elaboración de la bebida, no solo reduce desperdicios agrícolas debido a que la coronta ya no será desechada y se aprovechara este sub producto, de esta manera se produce un impacto ambiental positivo, esto disminuye la cantidad de residuos orgánicos que terminan en vertederos o que son quemados, lo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire.

11.4. Impactos económicos

El éxito en la determinación de propiedades y vida útil puede abrir oportunidades para el desarrollo de productos innovadores ya que los desechos del maíz negro se utilizarán para la elaboración de la bebida, generando ingresos económicos, considerando que para la aplicación de este proceso se debe tener una producción a gran escala para economizar su impacto, también tendría mayor acogida en los mercados de Ecuador debido a su precio bajo de \$ 0,76 posee propiedades nutritivas y sobre todo aporta una cantidad mayor de antioxidantes natural indispensables para las personas que realizan alguna actividad física.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 63. *Presupuesto del proyecto*

PRESOPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE CORONTA DE MAIZ NEGRO				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
INSUMOS PRIMARIOS				
Coronta de maíz negro	470,04	g	\$ 0,0011	\$ 0,52
Azúcar	168	g	\$ 0,0011	\$ 0,19
Panela	190	g	\$ 0,0028	\$ 0,53
Stevia	20	g	\$ 0,1115	\$ 2,23
Ishpingo	1,68	g	\$ 0,0654	\$ 0,11
Clavo de olor	1,68	g	\$ 0,0179	\$ 0,03
Pimienta dulce	1,68	g	\$ 0,0119	\$ 0,02
Anís estrellado	1,68	g	\$ 0,0179	\$ 0,03
Canela	1,68	g	\$ 0,0238	\$ 0,04
Hoja de higo	12	g	\$ 0,0167	\$ 0,20
Ácido cítrico	6	g	\$ 0,0033	\$ 0,02
Benzoato de sodio	3	g	\$ 0,003	\$ 0,01
Sorbato de Potasio	3	g	\$ 0,006	\$ 0,02
Agua	12000	g	\$ 0,00029	\$ 3,48
SUBTOTAL				\$ 6,71
EQUIPOS E INSTRUMENTOS				
Refractómetro	1	U	\$ 200,00	\$ 20,00
Termómetro	1	U	\$ 25,00	\$ 13,00
Potenciómetro	1	U	\$ 644,00	\$ 64,00
Balanza digital	1	U	\$ 260,00	\$ 26,00

SUBTOTAL				\$ 123
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Ollas de acero inoxidable	3	U	\$ 1,90	\$ 5,70
Cucharas de acero inoxidable	3	U	\$ 0,95	\$ 2,85
Colador	2	U	\$ 2,00	\$ 4,00
Etiquetas	1	U	\$ 0,85	\$ 0,85
Botellas de plástico	12	U	\$ 0,10	\$ 2,40
Tanque de gas	1	U	\$ 2,00	\$ 2,00
SUBTOTAL				\$ 17,80
REACTIVO				
Hidróxido de Sodio	1	L	\$ 7,50	\$ 7,50
Agua destilada	4	L	\$ 0,46	\$ 1,85
SUBTOTAL				\$ 9,35
ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Antocianinas	1	U	\$ 37,00	\$ 37,00
Colorimetría	1	U	\$ 5,00	\$ 5,00
Vida útil	1	U	\$ 90,00	\$ 90,00
Análisis nutricionales	1	U	\$ 81,00	\$ 81,00
Análisis microbiológico	1	U	\$ 50,40	\$ 50,40
SUBTOTAL				\$ 263,40
TOTAL DE GASTOS				\$ 420,26

Elaborado por: Albarracín, J. y Vaca, W. (2024)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Al evaluar los endulzantes y conservantes mediante análisis fisicoquímicos, revelan que estos ejercen un impacto significativo en la bebida, la cual nos permitió determinar el mejor tratamiento t₄ que corresponde a la combinación de panela y benzoato de sodio, esta determinación se logra mediante los resultados obtenidos en parámetros de sólidos solubles con 6,60 °Brix; pH 3,81; acidez titulable 0,19%; densidad constante en 1030 g/m³, y turbidez 399 NTU correspondientes a la última de estudio (semana 7). Es importante destacar que el tratamiento t₄ se encuentra de los requisitos establecidos en

la normativa NTE INEN 2304, 2017 y UNE-EN ISO 7027-1, 2016 lo que sugiere que esta combinación es óptima en las características de la bebida. Por otro lado, el azúcar y la stevia no se encuentran dentro de los requisitos de la normativa utilizada, en el caso del azúcar superando el pH máximo de 4,5 y en el caso de la stevia no alcanzando el porcentaje mínimo de 5 °Brix requerido en sólidos solubles. Los resultados presentados en el análisis sensorial, destacaron al t₄ en parámetros de color, sabor y aceptabilidad fue calificado con una mayor aprobación por parte de los catadores en comparación a otros tratamientos.

- La propiedad microbiológica del mejor tratamiento t₄ que corresponde a la combinación de panela y benzoato de sodio de reveló que el producto se encuentra dentro de los requisitos microbiológicos en términos de presencia de microorganismos estos valores se encuentran dentro de lo establecido en la normativa NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3549 de refrescos. Los resultados nutricionales mostraron un contenido de proteína de 1.07%, grasa 0.12%, fibra, ceniza 0.1%, carbohidratos 1.70% y calorías de 12.16% en la bebida de coronta de maíz negro.
- El estudio sobre el tiempo de vida útil por la prueba de estabilidad acelerada al mejor tratamiento t₄ de panela y benzoato de sodio, realizado en el laboratorio SETLAB de la ciudad de Riobamba, demostró que el producto se mantiene estable durante 30 días, con resultados microbiológicos permisibles según la Resolución No. 1407 de 2022. En la cual se establecen los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano.
- Al realizar un análisis de costo de producción del mejor tratamiento t₄ (a₂b₂) de panela y benzoato de sodio, de la bebida de coronta de maíz negro se obtuvo un valor de costo unitario de \$ 0,76 en una presentación de 500 ml, por lo tanto el producto si es viable y puede ser integrado en los mercados del país, además la bebida de coronta de maíz negro al ser un producto novedoso con un buen contenido de antocianinas que pueden mostrar actividad antioxidante, y que brindan beneficios en la salud del consumidor, previniendo el desarrollo de enfermedades.

13.2. Recomendaciones

- Considerando que la combinación de panela y benzoato de potasio mostró resultados positivos en sólidos solubles de 6,60 °Brix y turbidez de 399 NTU, se recomienda explorar diferentes proporciones de estos ingredientes para mejorar aún más las características sensoriales y fisicoquímicas de la bebida. Experimentar con distintas concentraciones podría ayudar a encontrar la combinación óptima que maximice la aceptabilidad del producto.
- Dado el bajo contenido de proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos y calorías en la bebida de coronta de maíz negro, se sugiere investigar la posibilidad de enriquecerla con ingredientes naturales que aporten valor nutricional sin comprometer su calidad sensorial.
- Aunque el estudio indica que el producto se mantiene estable durante 30 días, sería beneficioso explorar métodos de procesamiento o envasado que puedan prolongar aún más su vida útil sin comprometer su calidad ni seguridad alimentaria. Investigar tecnologías de conservación como el uso de atmósferas modificadas, tratamientos térmicos o envasado aséptico podría ayudar a extender la vida útil del producto, lo que beneficiaría su comercialización y distribución a largo plazo.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, H. Y. A. (2020). *Comportamiento agronómico de cuatro variedades de maíz (Zea mays L.) en el municipio de Arauca*. Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona.
- Aguilar, A., & López-Malo, A. (2013). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 1-7.
- Almerco, E. K., & Almerco, W. (2022). *Análisis del sistema de comercialización y su relación con el intercambio comercial, costos y canales de distribución del maíz morado en la Provincia de Huánuco, 2018 – 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7834>
- Ares, G., Bove, I., Díaz, R., Moratorio, X., Benia, W., & Gomes, F. (2020). Argumentos de la industria alimentaria en contra del etiquetado frontal de advertencias nutricionales en Uruguay. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e20..
- Arriola, G. C. P., Luna, J. P., & Medina, J. L. F. (2021). Elaboración de una bebida de maíz morado con máxima retención de antocianinas. *Alpha Centauri*, 2(1), 52-61.
- Auhing Arcos, J. A. (2018). Biodiversidad de ecotipos y rangos de agresividad de *Moniliophthora perniciosa*, en *Theobroma cacao* L., y el efecto antagonista de Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPRs').
- Barbaro, L. A., & Karlanián, M. A. (2020). Efecto de las propiedades físicas del sustrato sobre el desarrollo de plantines florales en maceta. *Ciencia del suelo*, 38(1), 01-11.
- Barisoni, G., Ghione, A., Rigalli, A., & Lupo, M. (2022). Determinación de turbidez en agua de consumo y estabilidad de una solución control de calidad en el tiempo.
- Bolivar Choque, J., & Ramos Parillo, J. L. (2020). Cinética de las antocianinas en el proceso de elaboración de una bebida fermentada a base de maíz morado (*zea mays* L.) variedad kculli, Arequipa.

- Borja, M. J., & Caviedes, M. (2013). Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en Tumbaco-Pichincha. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Bravo Pinargote, H. L. (2021). Evaluación del contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica tipo vino tinto a base de maíz (*Zea Mays* L.), morado y rojo.
- Bravo Castro, J. J. (2020). Bebida con base de maíz morado (*Zea mays* L.) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni).
- Bueno Bobadilla, A. C. (2022). Formulación y caracterización de una bebida alta en proteína con pulpa de higos (*Ficus Carica* L) y Uchuva (*Physalis Peruviana*).
- Bustios Ahumada, M. J., & Bustamante Diaz, C. M. (2021). Determinación de la variabilidad genética en rendimiento y componentes en la variedad de maíz morado PMV-581 en el distrito de Monsefu 2019.
- Calderón Alvarado, M. L. (2018). *Caracterización del proceso de elaboración artesanal y en planta de una bebida fermentada tradicional a base de maíz (Zea mays L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Carrera, R., Tayupanta, A., & Vela, G. Rescate del maíz negro como producto ancestral andino aplicado en un macerado basado en una bebida tradicional ecuatoriana.
- Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Mora-Frank, C., & Bravo-Montero, L. (2021). La investigación científica en el Ecuador: un análisis bibliométrico. *Publicaciones* , 9 (4), 55.
- Castillo Hurtado, M. T. (2015). *Elaboración de una Bebida a partir del Maíz Morado (Zea mays L.) como alternativa para el consumo diario* (Bachelor's thesis).
- Castillo Altamirano, R. (2020). Selección por intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) Variedad INIA 601 en el distrito de Monsefú–Lambayeque-2019.
- Centeno Ordoño, K. (2016). Efecto de la hidrólisis enzimática y la pasteurización sobre la calidad de una bebida fermentada a base de maíz morado, *zea mays*, variedad kulli.

- Centeno Satán, M. J. (2018). *Obtención de alcohol etílico mediante el proceso de fermentación y destilación del jugo de caña de maíz (Zea mays) para el empleo como base de relleno en bombonería* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Contreras Rodríguez, D. (2022). Evaluación productiva del maíz negro (zea mays l) variedad capio en el trópico bajo de la costa norte colombiana.
- De La Portilla Cazares, E. F. (2018). *Diseño de un snack a base de granos de maíz negro/morado Zea mays L. y evaluación de sus propiedades funcionales* (Bachelor's thesis).
- Deras Flores, H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz.
- Díaz Gaspar, V. Á. (2016). Optimización del proceso de extracción de antocianinas aplicado a la elaboración de una bebida de maíz morado (Zea mays L.).
- Eggleston, G., Legendre, B. y Godshall, MA (2017). Azúcar y otros edulcorantes. *Manual de química industrial y biotecnología*, 933-978.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria*, 21, 61-72.
- Ferreira, MM y Loureiro, V. (2022). *Dominar el arte de disfrutar del vino: de la enología a la enosofía* . Publicaciones de académicos de Cambridge.
- García, L. A. M., Thébout, V., Domínguez, C. D., Grayeb, R. P., Hernández, Á. G., Muñoz, M. R., & Rivera, N. A. (2018). *Veracruz, tierra de cañaverales. Grupos sociales, conflictos y dinámicas de expansión: Grupos sociales, conflictos y dinámicas de expansión*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Gaspar Lao, J. M. (2018). LA MIXOLOGÍA CONCEPTUAL Y SU RELACION CON EL DESARROLLO DEL TURISMO DE ENTRETENIMIENTO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO-2018.
- Gavilán Cori, S. D. (2019). Optimización de parámetros en la obtención de sólidos solubles en la tuna morada (Opuntia ficus-indica) por lixiviación, para su aplicación en alimentos y bebidas.

- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158-163.
- Gordo, D. A. M. (2018). Los compuestos fenólicos, un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 9(1), 81-104.
- Lilia Erica, G. Y. (2020). “*Obtención y caracterización funcional de harina y almidón de maíz negro (zea mays l.)*” (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2020).
- Huamaní Tinco, Y. C. (2020). El aguamiel de Agave americana en la alimentación artificial de *Apis mellifera*, Wayllapampa-Ayacucho 2475 msnm.
- Huanuqueño Coca, E. H. (2023). Desarrollo de híbridos simples de maíz popcorn morado mediante métodos convencionales.
- INEN. (1985). NTE INEN 0381 “*Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia*”
- INEN. (2008). NTE INEN 1101 - “*Bebidas Gaseosas. Requisitos*”
- INEN. (2008). NTE INEN 2337 “*Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*”.
- INEN. (2013). NTE INEN-ISO 1842 “*Productos vegetales y de frutas – determinación de ph*”
- INEN. (2013). NTE INEN-ISO 2173 “*Productos vegetales y de frutas – determinación de sólidos solubles – método refractométrico*”.
- INEN. (2016). NTE INEN 1101 “*Bebidas gaseosas. Requisitos*”.
- INEN. (2017). NTE INEN 2304 “*Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos*”.
- Intriago Sánchez, T. C., & Valencia Burgos, Y. (2014). *Determinación de antocianinas y valor nutricional de los tenebrios (tenebrio molitor) alimentados con dietas enriquecidas con maíz morado (Zea Mays L.)* (Bachelor's thesis).

- Inungaray, M. L. C., & Munguía, A. R. (2013). Vida útil de los alimentos/Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32-56.
- Jamanca Gonzales, N. C., & Alfaro Cruz, S. C. (2017). Antioxidantes en los alimentos.
- Jiménez Ronquillo, J. J., & Masaquiza Masaquiza, E. M. (2023). *Efecto de la combinación de sales (calcio, fósforo, hierro) en la osmolalidad de una bebida energizante a base de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus)* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Lucas Fernández, M. D. (2019). Extracción de pigmentos antociánicos de la coronta de maíz morado (*Zea Mays L.*) y uso como colorantes en la elaboración de yogurt.
- Koop, BL, da Silva, MN, da Silva, FD, dos Santos Lima, KT, Soares, LS, de Andrade, CJ, ... & Monteiro, AR (2022). Flavonoides, antocianinas, betalainas, curcumina y carotenoides: fuentes, clasificación y estabilización mejorada por encapsulación y adsorción. *Investigación de Alimentos Internacional*, 153, 110929.
- Malvais Delgado, R. E. Estudio de vida de anaquel de bebidas saborizadas.
- Carrasco Rodríguez, B. D. (2019). *Evaluación técnica del proceso discontinuo y semicontinuo de destilación por arrastre con vapor para la obtención de aceites esenciales de Ocotea quixos* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).
- Mayorga Gavilanes, V. B. (2010). *Estudio de las propiedades reológicas y funcionales del maíz nativo "racimo de uva" Zea mays L* (Bachelor's thesis).
- Mendoza, B. E. C., Palacios, M. P. C., Vizuete, S. N. M., & Larreta, F. S. G. (2022). Actividad Antioxidante, Polifenoles Totales y Tamizaje Fitoquímico de Chilangua (*Eryngium Foetidum*). *RECIAMUC*, 6(3), 480-489.
- Monereo, C. (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender*, 5-50.
- Resolución No. 1407. (2022). Ministerio de salud y protección social *criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano*.

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.

Niño Buitrago, C. D., Espinel Silva, D., & Ballesteros Franco, O. S. (2021). Propuesta de pastelería moderna a partir de la implementación de la chicha santandereana para la salvaguarda del patrimonio cultural inmaterial gastronómico.

Victor, N., & Niño, R. (2011). Metodología de la investigación: diseño y ejecución. *Bogotá: EDITORIAL LA U.*

NTC. (1999). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3549 - "Refrescos de frutas".

Palacios Pariaton, D. V. (2022). Optimización de parámetros óptimos en la elaboración de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) y su periodo de vida útil por microbiología predictiva.

Palacios Pola, G., Rodriguez Garcia, T., Molina Lopez, M. G., Santiago Ramos, D., Calderon Sanchez, D. E., Galdamez Gutierrez, K., ... & Álvarez Rateike, L. (2019). El Maíz: conocimiento de su patrimonio gastronómico y cultural.

Pizard, M. (2022). *Conservas: Fermentados, escabeches, salsas, confituras, licores y más*. GR. ILUSTRADOS.

Rabanal-Atalaya, M., & Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoamericana*, 39.

Raviolo, A. (2023). Densidad: un concepto para razonar.

Remache Sarabia, L. X., & Vargas Peralvo, E. A. (2020). *Elaboración de una bebida a base de soya (*Glycine max*) y morocho blanco (*Zea mays* variedad morochon), como una alternativa para consumo de proteína vegetal* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Rios Gonzales, B. A. (2021). Variabilidad del perfil polifenólico y nutricional de *Zea mays* L.(Maíz Morado) proveniente de dos zonas geográficas de la región Arequipa.

Rivada Nuñez, J. (2008). Planta industrial de producción de ácido cítrico a partir de melazas de remolacha.

- Rodríguez-Salinas, P. A., Urías-Orona, V., Muy-Rangel, D., Basilio-Heredia, J., Suarez-Jacobo, A., Báez-González, J. G., ... & Niño-Medina, G. (2021). Efecto de termosonicación y pasteurización sobre propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y nutraceuticas en bebidas de maíz. *Biotecnia*, 23(1), 92-101.
- Rojas Mejia, Y. (2019). Influencia del índice de cosecha en las variedades de maíz morado (*Zea Mays Amilacea Cv Morado*) Pmv 582 y Canteño en el distrito de Motupe.
- Rojas-Polanco, A., Aguilar-Castillo, J. A., Valdivia-Bernal, R., Vidal-Martínez, V. A., Juárez-Rosete, C. R., & Ruelas-Hernández, P. G. (2022). Poblaciones de maíz seleccionadas para calidad de elote a partir de un compuesto de maíz de la raza jala. *Revista Bio Ciencias*, 9.
- Sánchez Sarmiento, ADR (2022). Documentación del proceso de elaboración artesanal, de una bebida Zoque denominada Curadito.
- Tapia Molina, E. P. (2021). *Diagnóstico de la salud y seguridad del trabajo en la Asociación de emprendedores agropecuarios "Virgen del tránsito de Pilacoto" de la parroquia Guaytacama, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2021* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Tena, G. D. I. (2018). *La Vida Útil de los Alimentos y sus Principales Reacciones:¿ Qué pasa en los alimentos con el tiempo?*. Innovación Editorial Lagares de México, SA, de CV.
- Terrones Gómez, J. L., & Díaz Santillan, L. F. (2016). Métodos de extracción del colorante de *Zea Maiz L.(maiz morado)* para la elaboración de una bebida saludable.
- Tovar Laura, W. A. (2017). Efecto de la interacción del ácido triiodo benzoico con citoquininas en el rendimiento de Maíz (*zea mays L.*).
- UNE. (2016). UNE-EN ISO 7027-1 "Calidad del agua. Determinación de la turbidez. Parte 1: Métodos cuantitativos".
- Vásquez, V., Blas, R., Collantes, L., Echevarría, M., Gordillo, C., Guerrero, N., ... & Vásquez, J. (2012). Grado de aceptabilidad de Stevia (*Stevia rebaudiana B.*) en infusión en una

- bebida de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.). *Agroindustrial Science*, 2(2), 161-172.
- Villacrés, E., Tanquina, I., Yáñez, C., Quelal, M., Alvarez, J., & Ramos, M. (2019). Impacto del procesamiento sobre los compuestos con propiedades antioxidantes de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, (1).
- Yanangómez, L., & Reinoso Acaro, M. (2018). Evaluación del requerimiento hídrico del cultivo de maíz morado (*Zea mays* l.) en la parroquia Malacatos sector “San José”. *Universidad Nacional de Loja*, 56-57.
- Zambrano, R., & Meiners, C. (2018). Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista peruana de biología*, 25(1), 55-66.
- Zambrano Mendoza, J. L., Velásquez Carrera, J. S., Peñaherrera Mafla, D. F., Sangoquiza Caiza, C. A., Cartagena Ayala, Y. E., Villacrés Poveda, C. E., ... & Racines Jaramillo, M. R. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana.