



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

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA  
CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE  
ZANAHORIA (*Daucus carota*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agroindustrial

**AutorD:**

Montoya Toaquiza Marjorie Abigail

**TutorD:**

Trávez Castellano Ana Maricela

**LATACUNGA-ECUADOR Julio 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Montoya Toaquiza Marjorie Abigail, con cédula de ciudadanía No. 0503858565, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)**”, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 22 de julio del 2025



Marjorie Abigail Montoya Toaquiza  
C.C: 0503858565  
**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 **MONTOYA TOAQUIZA MARJORIE ABIGAIL**, identificada con cédula de ciudadanía **0503858565** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA**; 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.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)**”, 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: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril 2025 – Agosto 2025

Tutor: Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

Tema: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)**”

**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, **LA 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 **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.



e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

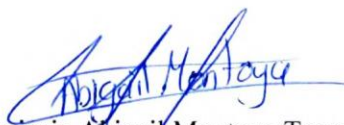
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**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 22 días del mes de julio del 2025.



Marjorie Abigail Montoya Toaquiza  
**LA 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 con el título:

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)”,** de Montoya Toaquiza Marjorie Abigail, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 22 de julio del 2025



Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

C.C: 0502270937

**DOCENTE TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Montoya Toaquiza Marjorie Abigail, con el título de Proyecto de Investigación: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) Y PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)**”, ha 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 julio del 2025



Ing. Franklin Antonio Molina Borja Mg.  
C.C: 0501821433  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



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



Ing. Mariana Zambrano Ochoa Mg.  
C.C: 0501773931  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

### **AGRADECIMIENTO**

*Primero que nada, quiero dar gracias a Dios por haberme guiado, protegido y permitiéndome cumplir con una meta más y por la oportunidad de regalarles esta felicidad a mis padres quienes con sacrificio y esfuerzo me dieron la oportunidad de completar esta meta.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme abierto las puertas a sus instalaciones, a la carrera de Ingeniería de agroindustrias y a mis docentes los cuales me han brindado sus conocimientos, experiencias y ser un ejemplo de profesionales.*

*Un agradecimiento muy especial a la Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg. Tutora de este presente trabajo de investigación por ser mi apoyo, en este trayecto académico y compartir sus conocimientos y al tribunal de lectores.*

*Marjorie Abigail Montoya Toaquiza*

### **DEDICATORIA**

*A mis padres “Gladys y Angel”, que con su amor incondicional y sacrificio constante me han dado la fuerza y el valor para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.*

*A mis hermanos “Naomy y Dorian”, quienes siempre han estado a mi lado en los momentos más difíciles.*

*A mi querido compañero de vida “Steeven” quien, con su apoyo, amor incondicional estuvo en una etapa de mi vida profesional y con la bendición de Dios sigamos luchando por muchas metas más.*

*A mi pequeña hija “Emily” quien fu mi pilar fundamental y mi razón para seguir en adelante.*

*A todos mis familiares que con cada consejo y apoyo siempre me apoyaron a seguir adelante y no caer.*

*A mis amigos que conocí en el transcurso de mi carrera los cuales han sido un pilar y apoyo, en cada práctica, en cada viaje y en el salón de clases, y con cada sonrisa compartida y con sinceridad me ofrecieron su amistad siempre ocuparan un lugar en mi corazón.*

*Marjorie Abigail Montoya Toaquiza*

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

**TÍTULO:** “ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE MÁCHICA ENRIQUECIDA CON ALFALFA GERMINADA (*Medicago sativa*) y PULPA DE ZANANHORIA (*Daucus carota*)”.

**Autora:**  
Montoya Toaquiza Marjorie Abigail

**RESUMEN**

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar una bebida funcional a base de máchica, alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*), aprovechando ingredientes tradicionales andinos con alto valor nutricional. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial A×B×C (3×2×2) con dos repeticiones evaluando distintos niveles de los ingredientes principales, concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria, endulzantes (panela y azúcar) y estabilizantes (goma xantana y goma arábica), el análisis sensorial se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Los resultados obtenidos de la caracterización de la alfalfa germinada presentan una humedad 88,17%, Proteína: 6,77%, Grasa: 0,25%, Ceniza: 1,12%, Fibra: 2,22%, y la pulpa de zanahoria Humedad: 90,18%, Materia seca: 9,82%, Grasa: 0%, Densidad: 1,03 g/mL, Viscosidad: 1731 cP. Luego de realizar el análisis estadístico se determinó el mejor tratamiento de la bebida que corresponde al tratamiento t<sub>9</sub> (32% máchica, 16% alfalfa germinada, 16% pulpa de zanahoria, 14% panela y 1% goma xantana) fue seleccionado como el mejor, al presentar resultados favorables en todos los análisis. En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, el tratamiento obtuvo un pH de 4,52, °Brix de 6,5, acidez de 4,63% y densidad de 1,029 g/mL. El análisis sensorial reveló una alta aceptación por parte de los catadores, destacándose especialmente en los atributos de sabor, olor, dulzor, y una textura adecuada, evidenciando un producto agradable al consumidor. Desde el punto de vista nutricional, el tratamiento t<sub>9</sub> presentó un valor energético de 24,14 kcal/100 g, proteína 1,47%, grasa 0,37%, fibra 1,20% y minerales como calcio (20,13 mg/100 g), zinc (1,01 mg/100 g) y hierro (0,98 mg/100 g), posicionándose como una bebida de bajo aporte calórico y buen perfil funcional. En el análisis microbiológico, se confirmó la ausencia de *Salmonella spp.* y la presencia de *Escherichia coli* <10 ufc/g, además de un recuento de mohos y levaduras de 1,1×10<sup>4</sup> ufc/g, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa NTE INEN 2337:2013 y NTE INEN 1529-10. Finalmente, el costo de producción por unidad de 250 ml fue de aproximadamente \$0,72, lo que evidencia su viabilidad económica. En conclusión, la bebida desarrollada representa una alternativa nutricionalmente funcional, sensorialmente aceptada, microbiológicamente segura y económicamente viable, con potencial para su aplicación en la industria agroalimentaria local.

**Palabras claves:** Máchica, Bebida funcional, Alfalfa germinada, Pulpa de zanahoria, Innovación agroindustrial, Análisis microbiológico.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: “PREPARATION OF A MÁCHICA BEVERAGE ENRICHED WITH SPROUTED ALFALFA (*Medicago sativa*) AND CARROT PULP (*Daucus carota*)”.**

**Author:**

Montoya Toaquiza Marjorie Abigail

**ABSTRACT**

The objective of this research was to develop a functional beverage based on máchica, sprouted alfalfa (*Medicago sativa*), and carrot pulp (*Daucus carota*), taking advantage of traditional Andean ingredients with high nutritional value. A completely randomized block design was applied in a factorial arrangement A×B×C (3×2×2) with two replicates, evaluating different levels of the main ingredients, concentration of máchica, sprouted alfalfa, and carrot pulp, sweeteners (panela and sugar), and stabilizers (xanthan gum and arabic gum). Sensory analysis was performed using a completely randomized block design. The results obtained from the characterization of the sprouted alfalfa show a moisture content of 88.17%, protein: 6.77%, fat: 0.25%, ash: 1.12%, fiber: 2.22%, and carrot pulp

Moisture: 90.18%, Dry matter: 9.82%, Fat: 0%, Density: 1.03 g/ml, Viscosity: 1731 cp. After performing the statistical analysis, the best treatment for the beverage was determined to be treatment t<sub>9</sub> (32% máchica, 16% sprouted alfalfa, 16% carrot pulp, 14% panela, and 1% xanthan gum), which was selected as the best because it presented favorable results in all analyses. In terms of its physicochemical properties, the treatment obtained a pH of 4.52, °Brix of 6.5, acidity of 4.63%, and density of 1.029 g/ml. Sensory analysis revealed high acceptance by tasters, with particular emphasis on the attributes of flavor, smell, sweetness, and adequate texture, demonstrating a product that is pleasing to the consumer. From a nutritional point of view, treatment t<sub>9</sub> had an energy value of 24.14 kcal/100 g, protein 1.47%, fat 0.37%, fiber 1.20%, and minerals such as calcium (20.13 mg/100 g), zinc (1.01 mg/100 g), and iron (0.98 mg/100 g), positioning it as a low-calorie beverage with a good functional profile. Microbiological analysis confirmed the absence of *Salmonella spp.* and the presence of *Escherichia coli* <10 cfu/g, in addition to a mold and yeast count of 1.1×10<sup>4</sup> cfu/g, complying with the parameters established in regulations NTE INEN 2337:2013 and NTE INEN 1529-10. Finally, the production cost per 250 ml unit was approximately \$0.72, demonstrating its economic viability. In conclusion, the developed beverage represents a nutritionally functional, sensorially acceptable, microbiologically safe, and economically viable alternative with potential for application in the local agri-food industry.

**Keywords:** Máchica, Functional beverage, Sprouted alfalfa, Carrot pulp, Agro-industrial innovation, Microbiological analysis.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INDICE DE CONTENIDO .....	xi
INDICE DE TABLAS .....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
1. DATOS GENERALES .....	2
2. DISEÑO DEL PROYECTO .....	3
Planteamiento del problema .....	3
Marco contextual .....	4
Formulación del problema .....	5
OBJETIVOS .....	5

2.4.1	Objetivo general .....	5
2.4.2	Objetivos específicos .....	5
<b>ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS</b>		
<b>PLANTEADOS .....</b>		
6		
Fundamentación Teórica o Marco Referencial .....		8
2.1.1.	Antecedentes .....	8
2.1.2.	Marco Teórico .....	9
2.1.2.1.	Definición de la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....	9
2.1.2.3.	Taxonomía de la cebada .....	9
2.1.2.4.	Usos y propiedades .....	10
2.6.3.	Máchica .....	11
3.	Usos y beneficios .....	12
2.6.3.1.	Harina de máchica .....	12
2.6.3.2.	Usos .....	12
2.6.3.3.	Beneficios nutricionales de la harina de máchica .....	12
2.6.4.	Definición de la alfalfa germinada ( <i>Medicago sativa</i> ) .....	13
2.6.4.1	Origen de la alfalfa germinada .....	13
2.6.4.1	Taxonomía de la alfalfa germinada .....	14
2.6.4.2.	Usos y beneficios .....	14
2.6.4.3	Propiedades nutricionales .....	14
2.10.1.1	2.7. Orígenes de la zanahoria.....	15
2.7.1.	Zanahoria .....	16
2.7.1	Taxonomía de la zanahoria .....	16
2.7.2.	Usos y beneficios .....	16
2.7.3	Propiedades nutricionales .....	17
2.8.1	Usos y beneficios .....	18
2.8.2	Propiedades nutricionales. ....	18
2.9	Bebida .....	19
2.9.1	Bebidas .....	19
		gaseosas
2.9.2	Bebidas .....	19
		de
		frutas

2.9.3	Néctares	19
2.9.4	Bebidas vegetales	19
2.10	Requisitos según la normativa INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)	
2.10.1.2	Clasificación de las bebidas	20
2.10.1.3	Propiedades fisicoquímicas	20
2.10.1.4	Propiedades nutricionales	20
2.10.1.5	Propiedades microbiológicas	21
2.10.1.6	Insumos	21
2.10.1.6.1	Canela	21
2.10.1.6.2	Clavo de olor	21
2.10.2	Estabilizantes	22
2.10.1.1	Goma xantana	22
2.10.1.2	Goma arábica	22
2.10.1.3	Endulzantes	22
2.10.1.3.1	Panela	22
2.10.1.3.2	Azúcar	23
2.11	Marco conceptual	23
2.12	Metodología del proceso de investigación	24
2.12.1	Tipos de investigación	24
2.12.1.1	Investigación bibliográfica	24
2.12.1.2	Investigación experimental	24
2.12.2	Métodos de investigación	24

2.12.2.1	Método deductivo .....	24
2.12.2.2	Método científico .....	25
2.12.2.3	Método estadístico .....	25
2.12.3	Técnicas de investigación .....	25
2.12.3.1	Observación .....	26
2.12.3.2	Encuesta .....	26
2.12.3.3	Instrumentos de investigación .....	26
2.12.3.4	Hoja de evaluación sensorial .....	26
2.12.4	Materiales y equipos .....	27
2.12.4.1	Materia prima .....	27
2.12.4.2	Insumos .....	27
2.12.4.3	Materiales .....	27
2.12.4.4	Equipos .....	28
2.12.5	Metodología para la obtención del germinado de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) ...	28
2.12.6	Metodología para la obtención de la pulpa de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> ) .....	30
2.12.7	Metodología de elaboración de la bebida .....	31
2.12.7.1	Descripción de la elaboración de la bebida .....	34
2.12.8	Metodología de análisis de la alfalfa germinada .....	36
2.12.8.1	Análisis fisicoquímico para la alfalfa germinada .....	36
2.12.8.2	Análisis fisicoquímico para la pulpa de zanahoria .....	37
2.12.8.3	Análisis fisicoquímico para el mejor tratamiento .....	39
2.12.9	Metodología del análisis de la bebida del mejor tratamiento .....	40
2.12.9.1	Análisis microbiológico .....	40
2.12.9.2	Análisis nutricional .....	41
2.13	Hipótesis o pregunta científica .....	42

2.13.1	Validación .....	43
2.14	Diseño Experimental .....	43
2.14.1	Factores de estudio .....	43
2.14.2	Tratamientos .....	44
2.14.3	Variables e Indicadores .....	45
2.10	. Análisis y discusión de resultados .....	46
2.10.1	Análisis fisicoquímico y nutricional de la alfalfa germinada (Medicago sativa) .....	46
2.10.2	Análisis fisicoquímico y nutricional de la pulpa de zanahoria (Daucus carota) .....	48
2.10.3	Evaluación de las características fisicoquímicas .....	50
2.14.3.1	pH .....	50
2.14.3.2	Acidez .....	53
2.14.3.3	° Brix .....	55
2.14.3.4	2.10.3.4. Densidad .....	60
2.14.4	Análisis de los resultados sensoriales de la bebida de máchica .....	62
2.14.4.1	Análisis de varianza para le evaluación del atributo textura .....	62
2.14.4.2	Análisis de varianza para la evaluación del atributo color .....	65
2.14.4.3	Análisis de varianza para la evaluación del atributo olor .....	68
2.14.4.4	Análisis de varianza para la evaluación del atributo sabor .....	71
2.14.4.5	Análisis de varianza para la evaluación del atributo dulzor .....	73
2.10.4.6	Selección del mejor tratamiento con relación a las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales .....	75
2.14.5	Informe nutricional del mejor tratamiento.....	76
2.14.6	Análisis de levaduras y mohos del mejor tratamiento .....	77
2.10.7	Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida de máchica enriquecida de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria .....	78

2.10.8. Costos y discusión de la producción de la bebida enriquecida.....	79
2.14.6.1 Costos de producción. ....	79
<b>3 IMPACTOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>81</b>
3.1 Técnicos .....	81
3.2 Sociales .....	81
3.3 Económicos .....	81
3.4 Ambientales .....	81
<b>4 RECURSOS Y PRESUPUESTOS .....</b>	<b>82</b>
<b>5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>6 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>85</b>

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados. ....	6
Tabla 2 Taxonomía de la cebada ( <i>Hordemum vulgare</i> L.) .....	9
Tabla 3 Diferentes composiciones químicas de la cebada ( <i>Hordemum vulgare</i> L.) .....	11
Tabla 4 Beneficio nutricional de máchica .....	13
Tabla 5 Taxonomía de alfalfa germinada ( <i>medicago sativa</i> ) .....	14
Tabla 6 Propiedades nutricionales de germinados de alfalfa .....	15
Tabla 7 De acuerdo con (Meza, 2020) la clasificación taxonómica de la zanahoria es la siguiente. ....	
16 Tabla 8 Propiedades nutricionales de la zanahoria .....	17
Tabla 9 Formulación de los tratamientos en porcentaje .....	32
Tabla 10 Formulación de los tratamientos en gramos .....	33
Tabla 11 Factores de estudio para la bebida .....	43
Tabla 12 Esquema ADEVA para la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria con dos tipos de endulzantes (panela, azúcar blanca) y dos tipos de estabilizantes (goma xantana y goma arábiga) .....	44
Tabla 13 Cuadro de análisis de varianza del análisis sensorial .....	44

Tabla 14 Tratamientos en estudio para la bebida .....	44
Tabla 15 Operacionalización de variables para la bebida .....	45
Tabla 16 Resultados del análisis fisicoquímico y nutricional .....	46
Tabla 17 Resultados del análisis fisicoquímico y nutricional .....	48
Tabla 18 Análisis de varianza de la variable pH .....	50
Tabla 19 Prueba de tukey .....	52
Tabla 20 Análisis de varianza de la variable acidez .....	53
Tabla 21 .....	56
Tabla 22 Prueba de tukey para los ° Brix .....	57
Tabla 23 Prueba de tukey .....	58
Tabla 24 Prueba de tukey .....	59
Tabla 25 Análisis de varianza .....	60
Tabla 26 .....	62
Tabla 27 Prueba de tukey .....	63
Tabla 28. ....	65
Tabla 29 prueba de tukey.....	66
Tabla 30 Análisis de varianza para el atributo olor .....	68
Tabla 31 Prueba de tukey .....	68
Tabla 32 Análisis de varianza para el atributo sabor .....	71
Tabla 33 Prueba tukey de tratamientos para el atributo de sabor .....	71
Tabla 34 Análisis de varianza para el atributo dulzor .....	73
Tabla 35 Prueba tukey de tratamientos para el atributo de dulzor .....	73
Tabla 36 Selección del mejor tratamiento basado en las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales. ....	75
Tabla 37 Análisis nutricional del mejor tratamiento .....	76
Tabla 38 Análisis de recuento de levaduras y mohos. ....	77
Tabla 39 Análisis de microorganismos del mejor tratamiento .....	78
Tabla 40 .....	79
Tabla 41 Resultados costo de producción y suministro. ....	80
Tabla 42. Suministros y costos del mejor tratamiento .....	80
Tabla 43. Costo unitario en una presentación de 250 ml .....	80

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo germinación de la alfalfa .....	29
Figura 2 Diagrama de flujo elaboración pulpa de zanahoria .....	31
Figura 3 Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida (t <sub>9</sub> ) .....	35
Figura 4 Promedio de la determinación de pH en la bebida .....	52
Figura 5 Promedio de la determinación de la acidez en la bebida .....	55
Figura 6 Promedio de la determinación de los °Brix en la bebida .....	59
Figura 7 Promedio de la determinación de la densidad en la bebida .....	62
Figura 6 Análisis sensorial de la textura .....	64
Figura 6 Análisis sensorial del color .....	67
Figura 10 Análisis sensorial del olor .....	70
Figura 11 Análisis sensorial del sabor .....	72
Figura 12 Análisis sensorial del dulzor. ....	74

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad el aprovechamiento de la máchica, alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria en la elaboración de una bebida enriquecida. La creciente demanda de alimentos funcionales que además de nutrir, brinden beneficios para la salud, ha cobrado relevancia en los últimos años impulsada por el interés de los consumidores en mantener estilos de vida saludables. En este contexto, el desarrollo de bebidas a base de cereales andinos, vegetales germinados y hortalizas representa una oportunidad para aprovechar ingredientes tradicionales con alto potencial nutricional, revalorizando productos locales y promoviendo la innovación agroindustrial.

La máchica, elaborada a partir de cebada tostada y molida, es una fuente importante de proteínas, fibra dietética, minerales (calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio, yodo) y vitaminas (A, C, D, E y complejo B), lo que la convierte en un alimento funcional de elevado valor. Por su parte, los germinados de alfalfa destacan por su riqueza nutricional, especialmente por su contenido proteico (21–24%) y la presencia de micronutrientes esenciales. La zanahoria se distingue por su alto contenido de betacarotenos (provitamina A), que la posiciona como una hortaliza clave para la salud visual y el mantenimiento de tejidos epiteliales.

Para la elaboración de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria se aplicará un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial A\*B\*C (3\*2\*2), con el cual se quiere comparar el efecto de la concentración de la alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria, con dos repeticiones.

El producto final presenta un perfil nutricional equilibrado, con bajo contenido calórico (24,14 kcal/100 g), adecuada presencia de proteína vegetal (1,47%), fibra (1,20%) y minerales como calcio, zinc e hierro, posicionándola como una alternativa funcional y saludable. Desde el punto de vista microbiológico, cumplió con los parámetros de inocuidad establecidos en la normativa ecuatoriana, evidenciando ausencia de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. En la evaluación sensorial, el tratamiento óptimo (t<sub>9</sub>) obtuvo alta aceptación por su sabor, textura y apariencia, lo que respalda su potencial para el desarrollo de un producto agroindustrial.

## **1. DATOS GENERALES**

### **Título del Proyecto**

Elaboración de una bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*)” **Fecha de inicio:** Abril 2025

**Fecha de finalización:** Agosto 2025

### **Lugar de ejecución**

**Barrio:** Salache Bajo

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Cantón:** Latacunga

**Provincia:** Cotopaxi

**Zona:** 3

### **Facultad que auspicia**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia**

Carrera de Agroindustria

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg.

**Investigador 1:** Montoya Toaquiza Marjorie Abigail

### **Línea de Investigación**

Procesos Tecnológicos, Bioactivos, Biomateriales, Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

### **Sub línea de investigación**

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales

## 2. DISEÑO DEL PROYECTO

### Planteamiento del problema

En Ecuador, la máchica, ha sido parte de la dieta tradicional durante generaciones, la alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y la pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) son cultivos no explotados con un profundo valor nutricional (Vera et al, 2022).

La máchica, derivada de la cebada tostada y molida, es un alimento tradicional en el Ecuador andino, valorado por su sabor, su alto contenido energético y su presencia en la dieta rural. A pesar de su relevancia cultural, su uso en productos innovadores es limitado y su consumo ha disminuido, especialmente entre los sectores urbanos y jóvenes, debido a la falta de propuestas actualizadas que respondan a las nuevas tendencias de alimentación funcional y saludable.

En la provincia de Cotopaxi, donde se cultivan materias primas como la cebada, la alfalfa germinada y la zanahoria, no se ha desarrollado industrialmente una bebida fermentada o funcional que aproveche estos insumos de forma integral (González et al., 2018, p. 45).

Sin embargo, su aprovechamiento en la industria de bebidas sigue siendo escaso, lo que constituye una oportunidad perdida para innovar en el mercado de bebidas nutritivas y saludables. Particularmente en la provincia de Cotopaxi, estos cultivos representan una base económica clave, pero la falta de innovación en su transformación limita el crecimiento económico local (Cuasapaz, G et al. 2021).

En el mercado existe carencia de bebidas nutritivas, de hecho, las bebidas con más aceptación son aquellas que no tienen ningún aporte nutritivo y que desbaratan los esfuerzos que se hace para comer sano y mantener un peso adecuado, especialmente en los niños. En caso de que no se implementen acciones para superar estos obstáculos, se desperdiciarán recursos de gran valor y la oportunidad de fortalecer la economía local como la industria alimentaria nacional (Tamayo, 2015).

La limitada investigación sobre las bebidas enriquecidas con germinados como la alfalfa y la pulpa de zanahoria, sumada a una ausencia de infraestructura y tecnología moderna en Latacunga, ha impedido el desarrollo de bebidas nutricionales innovadoras. Además, los productores locales carecen de conocimientos técnicos para realizar bebidas enriquecidas que sean eficaces, y la falta de proyectos que promuevan el uso creativo de estas materias primas frena el avance de la industria agrícola en la región (Torres, et al. 2022).

Cotopaxi enfrenta el desafío de la desnutrición crónica infantil, que actualmente alcanza el 27%, es decir, siete puntos porcentuales por encima del promedio nacional. Siendo los siguientes cantones con más desnutrición infantil son Poaló con el 68%, Toacaso, con el 67%; y Belisario Quevedo, con el 67%, también Pujili, Saquisilí, y Zumbahua siendo estos cantones con más desnutrición (Corape, 2024).

La ausencia de productos innovadores que incorporen la máchica con ingredientes funcionales como la alfalfa germinada (fuente de micronutrientes y compuestos bioactivos) y la pulpa de zanahoria (rica en fibra y carotenoides), no solo limita el desarrollo económico de pequeños productores, sino que también pone en riesgo la conservación de este patrimonio alimentario (Ortiz et al. 2020).

Si esta situación no se aborda, se corre el riesgo de que la máchica quede relegada frente a productos industriales importados, afectando tanto el valor cultural como el potencial económico de los cultivos andinos tradicionales (González et al., 2018, p. 45).

### **Marco contextual**

El efecto y causa principal del problema para la producción de bebidas enriquecidas es la falta de productos nutritivos como la alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria las cuales son limitadas en los mercados de las bebidas nutricionales. Los agricultores no pueden acceder a mercados mejores y están desaprovechando sus cultivos. La investigación inadecuada sobre los alimentos enriquecidos, la falta de tecnología y conocimiento entre los productores obstaculizan su desarrollo.

A esta problemática se suma el desaprovechamiento de la máchica, un alimento tradicional elaborado a partir de cebada tostada y molida, ampliamente valorado en la dieta andina por su aporte en proteínas, fibra dietética, minerales y vitaminas. A pesar de su potencial como ingrediente funcional, la máchica ha sido relegada en el mercado actual debido a la falta de innovación y estrategias de revalorización de productos ancestrales. Su limitada presencia en formulaciones modernas, como bebidas funcionales, representa una oportunidad desaprovechada para revitalizar su consumo, fortalecer el vínculo con la cultura alimentaria ecuatoriana y dinamizar la economía rural.

Consecuencias futuras no existiría una solución al problema, el cantón de Cotopaxi seguirá perdiendo oportunidades económicas y dependerá de productos importados, lo que podría llevar a una menor valoración de los cultivos tradicionales.

### **Formulación del problema**

¿Cómo influye la adición de alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*), en la caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida a base de máchica?

## **OBJETIVOS**

### ***2.4.1 Objetivo general***

□ Desarrollar una bebida funcional de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*)

### ***2.4.2 Objetivos específicos***

- Caracterizar la alfalfa germinada (*Medicago sativa*), y la pulpa de zanahoria (*Daucus carota*), mediante un análisis físico, químico y nutricional.
- Formular los tratamientos para la obtención de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria.
- Evaluar las características fisicoquímicas y sensorial de la bebida para determinar el mejor tratamiento.
- Realizar un análisis nutricional, microbiológico del mejor tratamiento.
- Realizar el costo de producción del mejor tratamiento.

## ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1** *Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.*

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
Caracterizar la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) y pulpa de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> )	Germinación de la alfalfa bajo condiciones controladas (NTE INEN 1557).	Método: Germinar las semillas mediante la germinada	Análisis físico y químico de laboratorio (NTE Resultados obtenidos en la INEN 2337 2008). tabla 14 y 15 del análisis mediante un análisis físico, Realizar un análisis físico químico de Humedad (AOAC 925.10). fisicoquímico y nutricional. químico y nutricional. las primas (proteína, humedad, cenizas, Análisis nutricional (NTE INEN 2 324). fibra, grasa y materia orgánica.)
Formular los tratamientos	Diseñar distintas formulaciones de la alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria, dos tipos de endulzantes de máchica, alfalfa germinada y pulpa de En la tabla 12 y 13 se enriquecida con alfalfa (panela y azúcar blanca), y el tipo de zanahoria, tipos de endulzantes (panela y muestran las formulaciones germina y pulpa de estabilizante (goma xantana y goma azúcar blanca) y tipos de estabilizantes realizadas para cada uno de zanahoria y determinar el arábica). (goma xantana y goma arábica). los tratamientos. mejor tratamiento.	Método: Obtención de los distintos para la	

Evaluar las características Efectuar las evaluaciones sensoriales **Método:** Diseño experimental DBCA (diseño Resultados obtenidos de la fisicoquímicas, proximal y como: textura, color, olor, sabor, dulzor. de bloques completamente al azar) utilizando selección del mejor sensorial de la bebida para Realizar el diseño experimental. un arreglo factorial de (A\*B\*C) para tratamiento en cuanto a las determinar el mejor Determinación del mejor tratamiento determinar el mejor tratamiento en las características fisicoquímicas tratamiento características fisicoquímicas y sensorial. y sensoriales se presentan en

la tabla 31.

Elaborar análisis nutricional (proteínas, Análisis de contenido nutricional mediante carbohidratos, calorías, grasa), (NTE INEN 1334-2:2011) y (NTE INEN Cumplimiento con los Análisis microbiológicos (Escherichia 2304). lineamientos nutricionales y Realizar un análisis coli, Salmonella spp, Anaerobios Análisis de contenido microbiológico microbiológicos establecidos nutricional, microbiológico mesófilos, Coliformes totales). mediante (NORMA TÉCNICA por la NTE INEN 2337:2008 del mejor tratamiento. Realizar recuento e identificación de COLOMBIANA NTC 3549). en las tablas 32, 33 y 34 se levaduras en la bebida Recuento de mohos y levaduras (NTE INEN ¿puede observar los resultados. Comparación con la normativa INEN 1529-10). Costo de producción del Realizar los costos de Calcular el costo fijo de producción del mejor tratamiento en la tabla producción del mejor mejor tratamiento de la bebida. 36 y 37

tratamiento Determinar el costo de venta.

Análisis económico Precio de venta de la bebida al público tabla 38.

---

**Elaborado por: Montoya M, (2025)**

## Fundamentación Teórica o Marco Referencial

### 2.1.1. Antecedentes

La investigación de Loma Moreno (2014), denominado elaboración de un helado cremoso de guayaba fortificado con máchica y soya, se centró en la elaboración de un helado cremoso de guayaba fortificado con máchica y soya. Se realizaron pruebas microbiológicas en laboratorios de la Escuela de Gastronomía en Chimborazo, Ecuador, cumpliendo con las normas INEN 706:2005. La aceptabilidad se evaluó mediante una prueba hedónica, destacando el tratamiento con 20% de máchica y soya, que obtuvo una puntuación de 8.32, presentando un color rosado oscuro, olor agradable y textura cremosa homogénea.

En una investigación realizada por Ventura (2020), denominada desarrollo tecnológico de extracto de zanahoria (*Daucus carota l.*) Pasteurizado y determinación de vida útil realizado en la Universidad Nacional Federico Villareal en Perú, donde se centró en la elaboración de un zumo pasteurizado para extender su vida útil, logrando un °Brix de 8,5 y un pH de 4,1, pasteurizado a 95 °C por 3,14 min. Aunque no se detectaron alteraciones microbianas durante el almacenamiento, la vitamina C disminuyó significativamente con el tiempo, mostrando una vida media a 8 °C de 242 días y una preferencia mayor por el zumo fresco frente al almacenado por 120 días.

El estudio realizado por Holguín *et al.* (2025), denominado elaboración en y análisis de néctar a base de achotillo (*Nepheleium lappaceum*), alfalfa (*Medicago sativa*) y manzana verde (*Malus domestica*), realizado en la universidad Agraria de Ecuador, los resultados mostraron un pH de 4,60 a 5,40 y un mejor tratamiento (2,5% alfalfa, 40% rambután, 57,5% manzana) que alcanzó 24,13 mg/ml de vitamina C y 2,70 mg/Kg de hierro. La pasteurización a 85 °C por 6 minutos cumplió con la norma NTE INEN 2337, logrando un néctar agradable y nutritivo, utilizando excedentes de cultivos poco comunes.

De acuerdo con Mata (2020) en su investigación tuvo como objetivo evaluar las características sensoriales y nutricionales de un helado de zanahoria y alfalfa en la Universidad Agraria de Ecuador. Los resultados obtenidos reportaron que con el mayor extracto de alfalfa al 10 % obtuvo el mejor resultado, el cual se observó el incremento de hierro a 8,14 mg/kg; de acuerdo con los análisis microbiológicos evidenciaron que las bacterias aerobias mesófilas, coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras. En conclusión, los helados obtuvieron una vida útil de 60 días.

### 2.1.2. Marco Teórico

#### 2.1.3. Definición de la cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada, un grano antiguo, nutritivo y beneficioso para la salud, no es ampliamente utilizado como alimento, pero resulta sencillo de preparar y ofrece una notable versatilidad. Aunque la cebada es reconocida por ser un componente clave en la producción de bebidas como la cerveza, el whisky y siropes endulzantes, también es un ingrediente común en la cocina de algunos países (Pinero, 2023).

Desde una perspectiva taxonómica, la cebada se clasifica como una planta monocotiledónea anual que pertenece a la familia de las Poaceae, conocidas como gramíneas, y más específicamente a la tribu Tritícea. El género *Hordeum* abarca un conjunto de especies que comparten los mismos centros de origen que el trigo, ubicados en Asia Central y el Próximo Oriente (Martínez, 2020).

##### 2.1.3.1. Origen de la cebada

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es uno de los cultivos fundadores de la agricultura del viejo mundo. Varios sitios con restos arqueológicos de granos de cebada fueron encontrados en la región del Creciente Fértil, Mesopotamia, indicando que el cultivo fue domesticado alrededor del año 8000 A.C. La cebada probablemente es el grano cultivado más antiguo, su larga historia de desarrollo combinado con su difusión de más de un centro de origen o de diversidad ha llevado al desarrollo de una gama ecológica de extraordinaria amplitud, creciendo tanto dentro del círculo polar ártico en Finlandia, en la India tropical a una altura de 500 m.s.n.m. y en los Andes ecuatorianos por encima de 3000 m.s.n.m. (Ponce et al.2023).

#### 2.1.4. Taxonomía de la cebada

Según (Stein et al.2023), la clasificación taxonómica de la cebada es la siguiente:

**Tabla 2** Taxonomía de la cebada (*Hordemun vulgare L.*)

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Spermatophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae

Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	Hordeum
Especie	vulgare .L
Nombre científico	<i>Hordeum vulgare L.</i>
Nombre común	Cebada

**Adaptado por: (Stein et al.2023)**

#### **2.1.4.1. Usos y propiedades**

De la planta de cebada se usan todas sus partes: la raíz, el tallo, las hojas, las espigas, la cáscara y el grano. Hay una variedad de cebada que se cultiva para el forraje, que es una combinación de partes secas y tallos gruesos y se usa como fuente de alimento para el ganado y los cerdos. También a la semilla, por su alto contenido de fibra, se le atribuyen propiedades medicinales y los granos germinados se pueden consumir como sustituto del café (Salvador, 2015). Se usa como ingrediente principal en diversos productos alimenticios como el pan y la pasta, ofreciendo alternativas nutritivas con mayor contenido de fibra y bajo índice glucémico Singh, et al., (2023). También se encuentra en barras de cereales, bocadillos, bebidas, y alimentos fermentados. Además, se usa en alimentos para mascotas, proporcionando nutrientes esenciales.

Entre sus propiedades al ser consumido está el reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y accidente cerebrovascular (Mio et al, 2022), ayuda a regular el metabolismo de lípidos y glucosa, mejoran la salud digestiva y la sensibilidad a la insulina, promueven un microbiota intestinal saludable y tienen propiedades antioxidantes y cardioprotectores (Kaur et al, 2023).

#### **2.1.4.2. Composición química**

Los granos de cebada entre su composición química se encuentran compuestos bioactivos, micronutrientes y macronutrientes (Kaur et al., 2024). La cebada está compuesta por cenizas (1,8–2,4 %),  $\beta$ -glucano (3,7–7,7 %), lípidos (4,7–6,8 %), proteínas (11,5–14,2 %) y carbohidratos complejos (80%). El almidón se destaca como el nutriente más abundante, representando el 70% del peso seco total del grano (Singh, et al., 2024)..

**Tabla 3***Diferentes composiciones químicas de la cebada (Hordemum vulgare L.)*

<b>Componente</b>	<b>Concentración</b>
Almidón	50,8–56,30 %
Grasa cruda	1,6–2,63 %
Proteína cruda	11,5–16,2 %
fibra cruda	11,7–16,5 %
Lípidos	2–3 %
Sodio	122–146 mg/kg
Calcio	312–368 mg/kg
Magnesio	527–616 mg/kg
Hierro	43–66 mg/kg
Zinc	22,5–26,6 mg/kg
Histidina	2,6–3,2 (g/100 g de proteína)
Treonina	3,2–3,7 (g/100 g de proteína)
fenilalanina	6,7–9,2 (g/100 g de proteína)
Metionina	1–1,4 (g/100 g de proteína)
Valina	3,4–4,1 (g/100 g de proteína)
Isoleucina	3,5–3,8 (g/100 g de proteína)
Leucina	6,7–7,2 (g/100 g de proteína)
Lisina	2,3–2,8 (g/100 g de proteína)
Aminoácidos esenciales totales	31,6–32,9 (g/100 g de proteína)
Valor biológico	85,5–92,7 (g/100 g de proteína)

La máchica es un tipo de harina muy utilizada por las comunidades rurales de Ecuador, elaborada a partir de granos de cebada que han sido tostados (Moreno et al., 2020).

Originalmente, la mashka era considerada la comida de los pobres por su fácil producción. La harina de cebada molida fue esencial en la región andina, pero perdió relevancia con la llegada de grandes compañías de cereales (Valencia, *et al.*, 2015).

### **2.7.1. Usos y beneficios**

La máchica es un ingrediente que se utiliza para incorporar en batidos tibios y coladas, consumida como suplemento alimenticio para quienes practican deportes (Valencia, *et al.*, (2015). Entre sus beneficios está que ayuda a mantener un peso corporal adecuado y protege las células de los órganos internos y de la piel, contribuyendo a prevenir el envejecimiento celular gracias a su riqueza en enzimas, vitaminas, minerales y proteínas (Aguirre, 2022). Además, facilita el equilibrio del agua en el cuerpo, evitando tanto la deshidratación como la retención de líquidos, gracias a su contenido mineral. Su bajo contenido de grasa y la presencia de ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y fibra la convierten en un aliado para la salud cardiovascular. También apoya el correcto funcionamiento del intestino y ayuda a regular los niveles de glucosa en sangre, lo cual es crucial para personas con diabetes y sobrepeso (Aguirre, 2022).

### **2.7.2. Harina de máchica**

Una vez cosechada la cebada, la harina de máchica se elabora a través de un proceso que implica moler la cebada en molinos de piedra hasta alcanzar la consistencia deseada. Luego, se tamiza y empaqueta para su posterior venta (Alpusig, 2020). Para elaborar harina la máchica, es necesario tostar las semillas de cebada. La cebada es un tipo de cereal que proviene de las espigas de la planta de cebada, las cuales contienen sus semillas, luego de tostarlas se procede a triturarlas en un molino, resultando en una harina que presenta aromas intensos y un sabor robusto (Omar, *et al.*, (2018).

### **2.7.3. Usos**

La máchica se usa para consumo en coladas dulces y coladas saladas que se combinan con sopas, como el locro de zambo, el pinol, chapo, nogadas y pan de máchica. En la producción de galletas nutritivas y saludables ha sido bien recibida, constituyendo un producto innovador que rescata la tradicional máchica, hecha de harina de cebada tostada y molida (Taipe, *et al.*, (2018).

#### 2.7.4. Beneficios nutricionales de la harina de máchica

En la Tabla 4 se presenta el beneficio nutricional de la máchica en una porción de 30 g. Se evidencia que aporta principalmente hidratos de carbono, además de incluir diversas vitaminas y minerales

**Tabla 4**

*Beneficio nutricional de máchica*

<b>Grasa Total</b>	<b>1g - 2%</b>	<b>Minerales y vitaminas</b>	
Grasa saturada	0g – 0 %	Vitamina A,C,D,E	< 2 %
Sodio	0g – 0 %	Calcio	2 %
Colesterol	0g – 0 %	Tiamina	4 %
Carb. Total	23g – 8 %	Riboflavina	1 %
Fibra dietética	2g – 8 %	Hierro	17,3 %
Proteína	4g - 2 %	Niacina	13 %

Fuente: (Choto Ramos, 2013).

#### 2.7.5. Definición de la alfalfa germinada (*Medicago sativa*)

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) germinada es una verdura fresca muy apreciada, que se consume frecuentemente en ensaladas, así como en forma de hojas secas o como suplemento dietético en polvo, cápsulas y comprimidos (Ghaderi et al., (2024).. Se destaca como una valiosa fuente de proteína, aunque tiempo de germinación afecta notablemente sus propiedades proteicas, incluyendo la variedad de aminoácidos libres. Este proceso también disminuye los factores antinutricionales importantes, lo que mejora su calidad nutricional (Bainto et al.,(2025). Para el consumo las alfalfas germinadas presentan mejores características sensoriales, como un color más claro y un sabor más suave, lo que los hace más atractivos para su uso en la alimentación (Sharma et al, 2021).

##### 2.7.5.1. Origen de la alfalfa germinada

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una planta leguminosa originaria del suroeste de Asia y el sudeste de Europa, donde ha sido cultivada desde hace más de 2,000 años. Se considera una de las forrajeras más antiguas utilizadas por el ser humano, especialmente en Persia, donde se valoraba por su resistencia y aporte nutricional. Su cultivo se expandió hacia el Mediterráneo y posteriormente a América con la colonización española (Rio et al, 2020)

La germinación de alfalfa para consumo humano se popularizó posteriormente debido a su elevado contenido de vitaminas (A, C, K y complejo B), minerales (como hierro, calcio y magnesio), y compuestos antioxidantes. Este proceso de germinación mejora la biodisponibilidad de nutrientes, reduce factores antinutricionales y convierte a la alfalfa germinada en un alimento funcional con propiedades beneficiosas para la salud digestiva, cardiovascular y metabólica.

#### 2.7.5.2. Taxonomía de la alfalfa germinada

Según (Moran 2023), la clasificación taxonómica de la alfalfa germinada es la siguiente:

**Tabla 5**

*Taxonomia de alfalfa germinada (medicago sativa)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Trifolieae
Género	Medicago
Especie	Medicago sativa
Nombre científico	Medicago sativa
Nombre común	Alfalfa

**Fuente:** (Moran 2023)

#### 2.7.5.3. Usos y beneficios

Ayuda a equilibrar la acidez de la sangre, lo que puede mitigar trastornos psicosomáticos. Es un diurético y laxante eficaz. También aporta calcio, esencial para la salud de dientes y huesos, contribuyendo a la prevención de la osteoporosis. Además, puede aliviar calambres crónicos, regular el ritmo cardíaco y mejorar la circulación sanguínea, al tiempo que remineraliza y combate la fatiga. Normaliza el pH de la sangre, reduce la inflamación, especialmente en la artritis, mejora condiciones como el asma, previene la aparición de arrugas y estimula el metabolismo (Chen, et al., (2025).

#### 2.7.5.4. Propiedades nutricionales

Cada porción de 100 g. las propiedades nutricionales de los brotes de alfalfa fresca después de su cosecha es lo siguiente:

**Tabla 6**

*Propiedades nutricionales de germinados de alfalfa*

<b>Descripción</b>	<b>Alfalfa</b>
Tasa de retención de materia seca (g 100 g <sup>-1</sup> )	100,00 ± 0,00
Materia seca (g 100 g <sup>-1</sup> FM)	95,59 ± 0,01
Ceniza (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	9,93 ± 0,06
Extracto etéreo (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	2,01 ± 0,01
Proteína cruda (g 100 g <sup>-1</sup> MS)	24,52 ± 0,07
Lignina (g 100 g <sup>-1</sup> MS)	4,49 ± 0,02
Fibra detergente ácida (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	21,48 ± 0,08
Fibra detergente neutra (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	25,19 ± 0,10
Calcio (g 100 g <sup>-1</sup> MS)	1,33 ± 0,01
Fósforo (g 100 g <sup>-1</sup> MS)	0,20 ± 0,01
potasio (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	2,00 ± 0,05
Magnesio (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	0,42 ± 0,02
Carbohidratos no fibrosos (g 100 g <sup>-1</sup> MS)	39,86 ± 0,04

*Fuente: (Chen, et al., 2025).*

### **2.7.6. Orígenes de la zanahoria**

Perteneciente a la familia de las umbelíferas, la zanahoria (*Daucus carota*) es una raíz vegetal de color naranja y textura leñosa. Se le considera uno de los vegetales que más salud aporta al organismo humano gracias a su alto contenido de vitaminas y minerales (Romero, 2021). La raíz perteneciente a la familia Apiaceae, originaria de Asia Central, específicamente de regiones que hoy comprenden Irán y Afganistán. Su domesticación se remonta a más de 1 000 años, inicialmente en variedades de color púrpura y amarillo. A través de procesos de selección agrícola, durante el siglo XVII en los Países Bajos, se obtuvieron las zanahorias de color naranja

que hoy predominan en el consumo mundial. Desde entonces, su cultivo se ha expandido ampliamente por Europa, América y otras regiones, convirtiéndose en una fuente importante de nutrientes, especialmente por su alto contenido de  $\beta$ -carotenos, precursor de la vitamina A (Romero, 2021).

### 2.7.1. Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es una planta herbácea bienal, reconocida por su versatilidad y riqueza nutricional. Su color vibrante y sabor característico, junto con sus numerosos beneficios para la salud, la hacen destacar. Es el cultivo más significativo del reino Plantae, dentro de la familia *Apiaceae*, género *Daucus* y especie *Daucus carota*. Las zanahorias tienen su origen en Europa, Asia, el norte de África y las regiones de América del Norte y del Sur (Chaitra, et al., (2020).

### 2.7.2. Taxonomía de la zanahoria

**Tabla 7**

*De acuerdo con (Meza, 2020) la clasificación taxonómica de la zanahoria es la siguiente.*

Reino	Vegetal
Subreino	Embriofitas
Phylum	Traqueofitas
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Familia	Umbelliferae
Género	Daucus
Especie	D. carota
Nombre científico	<i>Daucus carota</i>
Nombre común	Zanahoria

**Fuente:** (Meza, 2020)

### 2.7.3. Usos y beneficios

La zanahoria tiene diversos beneficios biológicos y nutricionales debido a que es rica en varios compuestos bioactivos, incluyendo carotenoides, flavonoides, compuestos fenólicos, así como vitaminas (B1, B2, B6) y minerales. Entre estos beneficios se incluyen la mejora de la digestión, la regulación de la circulación sanguínea y el apoyo a la salud visual. Además, es una excelente fuente de antioxidantes con propiedades anticancerígenas y que refuerzan el sistema inmunológico. También contribuye al control de la diabetes, el colesterol y las enfermedades

cardíacas, y tiene propiedades antihipertensivas, hepatoprotectoras y cicatrizantes (Sharma et al, 2021).

#### 2.7.4 Propiedades nutricionales

Las zanahorias entre sus propiedades tienen que es una excelente fuente de vitamina C y vitamina A, especialmente en forma de caroteno. Además, contienen proteínas, agua, grasas, azúcares, carbohidratos y fibra (Ikram, *et al.*, (2024)

**Tabla 8**

*Propiedades nutricionales de la zanahoria*

<b>Nutritivo</b>	<b>Cantidad por 100 g</b>	<b>% Valor diario*</b>
Calorías	41 kcal	–
Agua	88,29 g	–
Proteína	0.93 g	1,86 %
Carbohidratos	9,58 g	3,19 %
Fibra dietética	2,80 g	11,2 %
Azúcares	4,74 g	–
Grasa	0.24 g	0,37 %
Grasas saturadas	0.04 g	0,20 %
Grasas monoinsaturadas	0.01 g	–
Grasas poliinsaturadas	0.12 g	–
Colesterol	0 mg	0 %
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	835 µg (de betacaroteno)	92,78 %
Vitamina C	5,9 mg	6,56 %
Vitamina K	13,2 µg	11 %
Vitamina E	0,66 mg	4,40 %
Vitamina B6	0.14 mg	8,24 %

<b>Minerales</b>	<b>Minerales</b>	<b>Minerales</b>
Potasio	Potasio	Potasio
Calcio	Calcio	Calcio
Hierro	Hierro	Hierro
Magnesio	Magnesio	Magnesio
Fósforo	Fósforo	Fósforo
Sodio	Sodio	Sodio
Zinc	Zinc	Zinc
Manganeso	Manganeso	Manganeso

---

Fuente: (Ikram, *et al.*, (2024).

## **2.8 Pulpa de zanahoria**

La pulpa es el sobrante de la extracción del jugo de la zanahoria. En el proceso de extracción del jugo de zanahoria, se puede descartar hasta el 50 % de los materiales como residuos o destinarlos a la alimentación animal. Sin embargo, esta pulpa residual posee cantidades importantes de compuestos valiosos, incluyendo ácidos urónicos, fibra dietética, carotenoides y azúcares neutro (Sharma, (2021).

### **2.8.1 Usos y beneficios**

La pulpa de zanahoria tiene múltiples aplicaciones que no solo añaden valor, sino que también presentan beneficios ambientales. Se utiliza en la producción de pectina, donde el ácido cítrico juega un papel clave. Además, se puede crear pasta de alta calidad al incorporar pulpa de zanahoria, lo que añade fitoquímicos y permite su combinación con otros granos como el mijo (Ikram, *et al.*, (2024). También, la pulpa seca se puede ser una fuente de fibra dietética, integrándose en productos alimenticios como los extruidos de almidón de maíz. Además, los purés de zanahoria se utilizan como materia prima en la producción de bioetanol mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae*. Por último, este subproducto del jugo de zanahoria se emplea para generar fibra dietética soluble mediante un proceso enzimático con enzimas de caracol comestibles (Dekka, *et al.*, (2023).

### **2.8.2 Propiedades nutricionales.**

La pulpa de zanahoria presenta propiedades nutricionales significativas, con aproximadamente un 4 % a 5 % de proteínas, entre un 8 % y un 9 % de azúcares, un 5 % a 6 % de minerales, y entre un 37 % y un 48 % de fibra dietética total. Esto lo convierte en una fuente rica en fibra dietética (Ikram, *et al.*, (2024).

## **2.9 Bebida**

Estos productos proporcionan beneficios para la salud a través de su composición fisiológica, más allá de solo los nutrientes esenciales. Se caracterizan por ser consumidos con expectativas similares y, de manera más específica, pueden ayudar a mejorar la hidratación y otras condiciones fisiológicas. También se presentan como opciones listas para comer que contienen uno o más ingredientes funcionales no convencionales, los cuales han demostrado tener efectos positivos en la salud y pueden contribuir a disminuir el riesgo de enfermedades (Rezvani et al, 2024).

### **2.9.1 Bebidas gaseosas**

Son bebidas que se caracterizan por contener dióxido de carbono y a la vez por su alto contenido de azúcar, también en su composición contiene cafeína y teobromina que tienen propiedades estimulantes. También muy conocidas por sus propiedades refrescantes (Lemus, 2024)

### **2.9.2 Bebidas de frutas**

Son bebidas que tienen sabor a frutas, y que en su contenido deben poseer un 12% de zumo, contribuyen con vitaminas y minerales (Consortium, 2021)

### **2.9.3 Néctares**

Son bebidas que contienen un porcentaje del 25% de fruta a los que se agrega agua pudiendo incluir azúcares, miel, jarabes o edulcorantes. Estos productos deben conservar el color, aroma y sabor característicos de la fruta de origen y estar sometidos a tratamiento térmico para asegurar su vida útil.

### **2.9.4 Bebidas vegetales**

El consumo de bebidas elaboradas a base de distintos ingredientes de origen vegetal tales como frutos secos, cereales y leguminosas son actualmente apreciados como nuevos productos naturales y nutritivos que a través de su transformación industrial favorece al sabor y aceptabilidad. Las bebidas vegetales son alimentos que presentan características particulares,

es decir que en su composición contienen un gran porcentaje de agua y nutrientes como hidratos de carbono, grasas saturadas, proteínas, vitaminas y minerales, además carece de lactosa y caseína (García, 2017).

## **2.10. Requisitos según la normativa INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)**

Los requisitos generales para bebidas, según la normativa INEN 2337, incluyen especificaciones sobre la composición, que deben cumplir con ingredientes como agua potable y límites de sólidos solubles. Los procesos de elaboración establecen parámetros para métodos como pasteurización y esterilización, especialmente para bebidas de frutas y vegetales. En cuanto al envasado, se definen requisitos para el tipo de envase y su rotulado, asegurando la protección del producto durante el transporte. Además, las etiquetas deben contener información clara y legible sobre el producto, incluyendo nombre, contenido, fecha de consumo, fabricante, país de origen e ingredientes. Cada tipo de bebida tiene requisitos específicos adicionales establecidos en normas particulares (Pacheco, 2014).

### **2.10.1. Clasificación de las bebidas**

Según la normativa INEN las bebidas las clasifica en varias categorías. Las bebidas lácteas incluyen aquellas con suero de leche y compuestas, organizadas por su composición y proceso de elaboración. En el caso de las bebidas alcohólicas, que corresponden a cócteles, aperitivos y licores de frutas, rara los refrescos y bebidas no carbonatadas, se requiere el cumplimiento de normativas sobre agua potable y límites de aditivos. Las bebidas de malta son definidas como no alcohólicas y deben ser elaboradas principalmente con agua, cebada malteada y endulzantes. Los vinos de frutas incluyen clasificaciones y requisitos físicos y químicos, así como pautas de etiquetado. Finalmente, el ron debe ser una bebida alcohólica proveniente exclusivamente de caña de azúcar y con un añejamiento mínimo de un año (Pacheco, 2014).

### **2.10.2. Propiedades fisicoquímicas**

Las propiedades fisicoquímicas de las bebidas, de acuerdo con las normas del INEN 2337, son los parámetros que determinan las características de las bebidas, tanto néctares, bebidas de frutas, como no alcohólicas, y que deben ser monitoreados para garantizar la calidad y seguridad del producto. En la normativa se establecen métodos de ensayo y requisitos específicos para diversos aspectos, como el contenido de alcohol, pH, densidad, acidez, azúcares, entre otros (Orceño, 2023).

### **2.10.3. Propiedades nutricionales**

En la normativa INEN, Si bien no especifica propiedades nutricionales de forma general para todas las bebidas, la normativa establece límites para elementos como azúcares, aditivos y alcohol, y también requiere que la información nutricional sea obligatoria en las etiquetas. La norma NTE INEN 2304-1 se refiere a refrescos y bebidas no carbonatadas, y establece requisitos en cuanto a producción, composición, envasado, etiquetado y muestreo, incluyendo límites para sólidos solubles, aditivos y estaño (Chicaiza, 2013).

Por otro lado, la NTE INEN 2802 se centra en cócteles y bebidas alcohólicas, definiendo requisitos para la elaboración de cócteles, bebidas alcohólicas mixtas y aperitivos, con límites establecidos para el contenido de alcohol, congéneres y microorganismos. Finalmente, la NTE INEN 374-3 establece los requisitos para la producción de vino de frutas, definiéndolo como una bebida obtenida a partir de la fermentación de frutas o sus jugos (Orceño, 2023).

#### **2.10.4. Propiedades microbiológicas**

Las propiedades microbiológicas de las bebidas, según las regulaciones del INEN se enfocan en los límites permitidos de microorganismos para asegurar la calidad y la seguridad del producto. Estas regulaciones definen criterios microbiológicos que determinan si un producto es aceptable en función de la presencia o ausencia de microorganismos y sus toxinas. La norma INEN 1334 establece los requisitos microbiológicos para las bebidas no alcohólicas, incluyendo límites para microorganismos como bacterias, hongos y levaduras (Chicaiza, 2013)límites para microorganismos como bacterias, hongos y levaduras (Chicaiza, 2013).

#### **2.10.5. Insumos**

##### **2.10.1.1.1 Canela**

La canela *Cinnamomum zeylanicum* se obtiene principalmente del árbol de la canela, canelero de Ceilán o canelo, el cual dispone de una corteza papirácea marrón claro, pertenece a la familia de las lauráceas. En condiciones silvestres esta especie puede alcanzar los 10 m de altura; es un árbol de hoja perenne, casi opuestas, largas y aromáticas. La especia de la canela se extrae de la corteza interna que se pela y se frota las ramas más pequeñas, hasta conformar barras de 1 m aproximadamente de largo. En la actualidad la canela se utiliza en rama y molida; su aroma es agradable y dulce, aporta un sabor cálido y es muy empleada para la preparación de platos dulces y salados (Reyes-Chavez, L et al., 2024).

##### **2.10.1.1.2 Clavo de olor**

El nombre científico del clavo de olor es *Syzygium aromaticum* y pertenece a la familia *Myrtaceae*, nativo de Indonesia, es cultivado en Brasil, China, Guinea, Haití, La India, Jamaica, Kenia, Madagascar, Malasia y México. Se desarrolla en suelos con alto contenido de arcilla, de regiones cálida. Es una planta siempre verde, que alcanza de 3 a 6 m de altura en condiciones controladas, su corteza de tronco y ramas es grisácea y lisa, sus hojas en forma de lanza, sus flores son amarillentas, con fuerte olor fenólico y sabor acre. Los botones florales primeramente tienen un tono pálido y gradualmente van tornando de color verde, se recolectan dos veces por año (Agustín y White, 2020).

#### **2.10.6. Estabilizantes**

#### **2.10.7. Goma xantana**

Es un heteropolisacárido de potasio, sodio o calcio la cual produce un carbohidrato mediante fermentación aeróbica por la bacteria gram negativa *Xanthomonas campestris*. Se presenta como un polvo de color crema, soluble en agua fría o caliente y es estable en un rango amplio de pH y temperaturas. Tiene propiedades pseudoplásticas y provee una gran viscosidad incluso en concentraciones bajas. Resiste bien la degradación enzimática como también posee un efecto sinérgico en el aumento de la viscosidad cuando interacciona con otras gomas (Hernández, 2015).

#### **2.10.8. Goma arábica**

Es una goma natural exudada de árboles de acacia. En bebidas funciona principalmente como: Estabilizante de emulsiones: Ayuda a mezclar y mantener unidos componentes que normalmente no se mezclan, como aceites esenciales o vitaminas liposolubles (ej. carotenoides de la zanahoria) en agua. Estabilizante de espumas: Puede ayudar a mantener espuma en algunas bebidas. Agente de cuerpo: Aporta una sensación en boca suave y ligeramente aterciopelada, sin aumentar mucho la viscosidad. Protector de coloides: Ayuda a prevenir la agregación de partículas proteicas o de almidón (Williams & Phillips, 2009).

#### **2.10.9. Endulzantes**

##### **2.10.1.1.3 Panela**

La panela se considera como un producto sólido que se obtiene por un proceso de evaporación de los jugos de la caña de azúcar, ya que es considerada un azúcar integral representando un edulcorante natural que no pasa por procedimiento de refinamiento, no pasa por procesos químicos. También se conoce como papelón, piloncillo, chancaca, rapadura, etc. Es

considerada una fuente importante de nutrientes y es comercializada de forma sólida en diversas presentaciones como bloques, tablas, conos y granulada. La ingesta de la panela contribuye al 50 % de los minerales como el magnesio, manganeso y cobre en los niños, es muy relevante en la alimentación de adultos; Calcio y Hierro para todas las edades, de igual forma aporta Fósforo y Zinc en un 18 % y el Potasio en un promedio de 7,5 % (Cruz, 2020-1).

#### **2.10.10. Azúcar**

La azúcar es un carbohidrato simple que se encuentra de forma natural en muchos alimentos, especialmente en frutas, verduras y productos lácteos. Es una fuente rápida de energía para el cuerpo, ya que se digiere fácilmente y se transforma en glucosa, que es utilizada por nuestras células (Su estructura química permite una absorción rápida, lo que la convierte en una de las formas más accesibles de energía para el metabolismo humano (Gurr et al, 2022).

### **2.11 Marco conceptual**

**2.11.1. Antioxidantes:** Compuestos que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres, que pueden contribuir al envejecimiento y diversas enfermedades (Natalie Olsen et al, 2021)

**2.11.2. Alfalfa germinada:** La alfalfa es una planta de la familia de las leguminosas originaria de Asia Central. El consumo de germinados de alfalfa en nuestra dieta nos aportará un beneficio nutricional muy completo, que incluye proteínas, minerales, vitaminas, hasta fibra, enzimas digestivas e isoflavonas (Tugas.2024).

**2.11.3. Estabilizante:** Sustancia o aditivo que se maneja en la industria alimentaria y otros sectores para conservar la estabilidad, textura, consistencia, apariencia y la calidad de los alimentos procesados (Indualimentario , 2024).

**2.11.4. Fibra detergente acida:** El valor de la FDA hace referencia a las porciones de pared celular del forraje que están compuestas de celulosa y lignina (Moller J. 2014).

**2.11.5. Fibra detergente neutra:** Es la pared celular total que está compuesta por la fracción de la FDA más la hemicelulosa (Moller J. 2014).

**2.11.6. Germinación:** Se llama germinación al conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla (Zhao et al, 2024).

**2.11.7. Goma Xantana:** Es un aditivo natural, concretamente un polisacárido derivado de la bacteria “*Xanthomonas Campestris*”, responsable del color oscuro que aparece en las verduras de hoja verde cuando las dejamos demasiado tiempo en la estantería (Ferrón 2024).

**2.11.8. Imbibición:** La imbibición se define como la fase durante la cual el agua penetra en la semilla, lo que lleva a su absorción por los tejidos seminales. Se caracteriza por tasas de absorción de agua dependientes de la temperatura, mayor respiración y fotosensibilidad en algunas especies. Esta fase concluye cuando la semilla alcanza un nivel de hidratación influenciado por las condiciones ambientales y sus características (Pompelli et al, 2023).

**2.11.9. Plántula:** Planta en sus primeras etapas de desarrollo, desde la germinación hasta que alcanza cierto tamaño y características (AGRIPLANT, 2023).

**2.11.10. Viscosidad:** La viscosidad se utiliza como un indicador cuantitativo de calidad en la industria de los aceites, la petroquímica, de los alimentos, la farmacéutica, la textil, de las pinturas, entre otras (Domínguez, 2022).

## **2.12 Metodología del proceso de investigación**

### **2.12.1 Tipos de investigación**

#### **2.10.11. Investigación bibliográfica**

Esta metodología de investigación implica el control de diversas variables en condiciones específicas, recreando un fenómeno particular y evaluando cómo las variables involucradas producen un efecto específico. En este proyecto, se utilizó este enfoque para desarrollar la fórmula de la bebida energizante (Ramos, 2021).

La presente investigación recopila información bibliográfica con el objetivo de realizar una comparación detallada con los resultados que se obtendrán en el futuro. Además, busca cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337, que regula los jugos, pulpas, concentrados, néctares y bebidas de frutas y vegetales.

#### **2.10.12. Investigación experimental**

En este tipo de investigación permitirá inspeccionar el entorno, en la cual se controlan las variables para identificar la relación de causa-efecto, basado en la metodología aplicada a la investigación. Además de ello permitirá la corroboración de la hipótesis y así determinar el mejor tratamiento (Grajales, 2000).

Mediante esta investigación se planea realizar un experimento y la manipulación de las variables para el proceso de enriquecimiento de la bebida de máchica y posteriormente obtener el mejor tratamiento con mayor fiabilidad.

### **2.12.2 Métodos de investigación**

#### **2.10.13. Método deductivo**

Este método nos consiente en la transformación de afirmaciones generales a hechos específicos y reales, son requeridos para verificar su posición en función de material práctico obtenido a través de la experiencia científica, se aplica en la obtención de productos, y al realizar análisis sensoriales de los mismos (Narvaez, 2023).

Este método aportó al proyecto de investigación información eficaz y fiable sobre la formulación y evaluación de una bebida a base de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*). Se realizó un análisis integral del mejor tratamiento en cuanto a sus características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales, contrastando los resultados obtenidos con investigaciones previas de autores nacionales e internacionales, artículos científicos recientes, y conforme a los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337 para bebidas de frutas y vegetales.

#### **2.10.14. Método científico**

El método científico es un proceso sistemático para construir la ciencia y desarrollar el conocimiento científico que incluye dos actividades básicas: el razonamiento lógico (racionalismo) para deducir consecuencias contrastables de una teoría en la realidad, y la observación de los hechos empíricos (el empirismo) para corroborar o modificar lo predicho por la teoría (Bisquerra et al.,2020).

Este método aportó al proyecto de investigación una información eficaz y fiable sobre la elaboración de la bebida de máchica fortificada con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) en el cual se evaluó las características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales del mejor tratamiento, mediante una discusión con otros autores de tesis, artículos y en función a las normas INEN 2337.

#### **2.10.15. Método estadístico**

El método estadístico se utilizó para el análisis de datos y obtener conclusiones significativas sobre las variables de estudio como: formulaciones con los porcentajes de sustitución de la

alfalfa germinada con dos tipos de endulzantes y estabilizantes, para lo cual se utilizó el programa estadístico de InfoStat.

### **2.12.3 Técnicas de investigación**

Las técnicas de investigación tienen como propósito recolectar, clasificar, medir y analizar información, estos mecanismos permiten recolectar datos ayudando al investigador a acercarse a la realidad, con el fin de cumplir con un objetivo (UNEMI, 2019). En la presente investigación se aplicó dos técnicas de investigación las cuales fueron observación y encuesta.

Se utilizó esta técnica con la finalidad de registrar aspectos específicos durante las pruebas sensoriales como la textura, color, olor, sabor y el dulzor como por siguiente se logró seleccionar el mejor tratamiento en cuanto a las diferentes formulaciones de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*).

#### **2.10.16. Observación**

Este tipo de técnica es un instrumento importante en diversas investigaciones porque permite al investigador recopilar información de primera mano, de tal manera se obtiene una comprensión amplia sobre los comportamientos, actitudes y patrones que se desean analizar (Medina et al., 2023).

Se manejó esta técnica con la finalidad de registrar aspectos específicos durante las pruebas sensoriales como textura, color, olor, sabor, y dulzor, por consiguiente, se logró seleccionar el mejor tratamiento en cuanto a las diferentes formulaciones de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) con dos tipos de endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábiga).

#### **2.10.17. Encuesta**

La información escrita se obtuvo a través de un análisis sensorial llevado a cabo con los catadores elegidos (Torres et al., 2019).

La encuesta es un instrumento que se aplicó para obtener el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial a través de una ficha de catación, fue muy importante aplicar esta encuesta a varios estudiantes y profesores de la unidad educativa Kawsaypa yachay, quienes aportaron con sus opiniones sobre la bebida elaborada a través de la ficha de catación.

#### **2.10.18. Instrumentos de investigación**

Es una herramienta específicamente utilizada para recopilar y analizar datos durante el proceso de investigación ayudando a los investigadores a conseguir información precisa y confiable de acuerdo de estudio para obtener resultados válidos (Medina, et al., 2023).

#### **2.10.19. Hoja de evaluación sensorial**

Según Gutiérrez (2021), la hoja de catación “Es una de las herramientas de investigación bibliográfica más utilizadas. Estas permiten evaluar las características de calidad y aceptabilidad de varias muestras”.

Esto ayudó para la evaluación del color, olor, sabor, textura y dulzor de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*).

#### **2.12.4 Materiales y equipos**

##### **2.10.20. Materia prima**

- Máchica
- Alfalfa germinada
- Pulpa de zanahoria

##### **2.10.21. Insumos**

- Panela
- Azúcar blanca
- Canela
- Clavo de olor
- Pimienta dulce
- Goma xantana
- Goma arábica

##### **2.10.22. Materiales**

- Botella plástica de 1L
- Ollas de acero inoxidable
- Fósforos
- Cucharas

- Embudó
- Jaras de 1L
- Bowl
- Cucharon
- Colador de acero inoxidable
- Utensilios de limpieza y desinfección
- Uniformes de trabajo (mandil, cofia, mascarilla, guantes)

#### **2.10.23. Equipos**

- Refractómetro: Grados Brix 0 a 32 % gravedad específica 1.000 a 1.120
- pH-metro o potenciómetro: pH de 0.00 a 14.00
- Balanza digital: Metter Toledo XS105/Capacidad 110 g y resolución 0,01mg -  
Cocina industrial: Silver Mabbe-EM7657CSIS1/Capacidad 126.6L.

#### **2.12.5 Metodología para la obtención del germinado de alfalfa (*Medicago sativa*)**

Descripción de los diferentes procesos para la obtención del germinado de alfalfa:

**Recepción de la alfalfa:** Durante esta etapa se verificó que las semillas se encuentren en condiciones óptimas, libres de humedad excesiva, daño físico o signos de infestación, con el fin de asegurar la calidad del producto final.

**Limpieza:** Posteriormente, las semillas fueron sometidas a un proceso de limpieza manual, que consistió en la remoción de impurezas como restos de tierra, polvo, fragmentos vegetales y semillas dañadas o malformadas. Esta etapa es fundamental para garantizar condiciones higiénicas adecuadas antes del remojo y germinación.

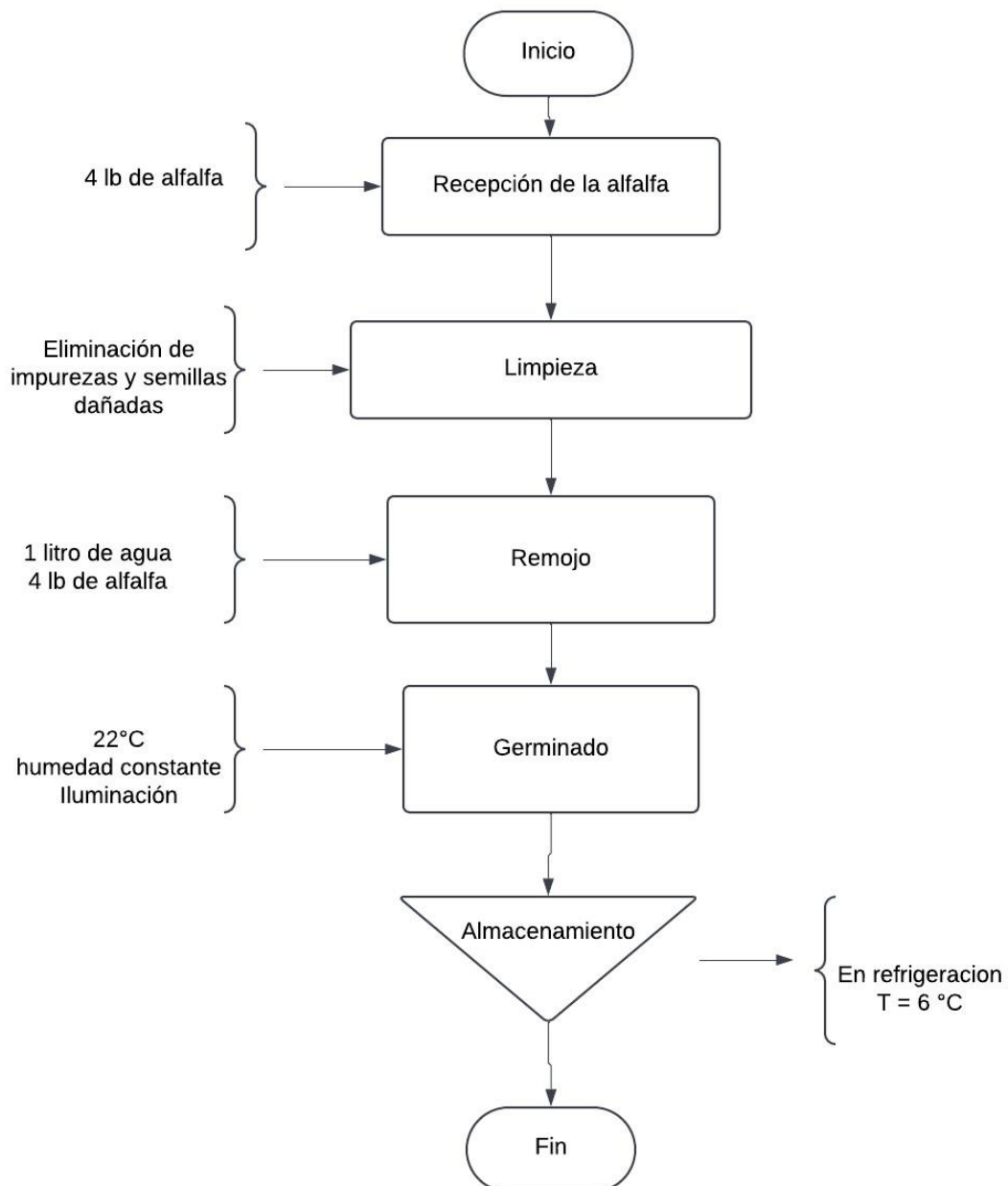
**Remojo:** Una vez limpias, se procedió al remojo de las semillas. Para ello, se colocaron 4 libras de alfalfa en un recipiente con 1 litro de agua potable, manteniéndolas sumergidas durante un período de 20 minutos a temperatura ambiente. Este paso tiene como finalidad activar el metabolismo de la semilla, facilitando el inicio del proceso germinativo. Finalizado el remojo, las semillas fueron escurridas y lavadas nuevamente con agua limpia.

**Germinado:** Las semillas remojadas fueron distribuidas uniformemente sobre bandejas plásticas, previamente desinfectadas. Las bandejas se colocaron en una cámara oscura o en un espacio controlado con iluminación mínima, a una temperatura constante de 22 °C y con alta

humedad relativa. Durante este período, que se extendió por varios días, se procuró mantener condiciones ambientales estables y se realizaron riegos diarios con atomizador, utilizando agua potable, para conservar la humedad adecuada y favorecer el crecimiento uniforme de los brotes.

**Almacenamiento:** Una vez obtenidos los germinados con un desarrollo adecuado (aproximadamente de 5 a 7 cm de longitud), estos fueron cosechados manualmente, escurridos y almacenados en bandejas plásticas limpias. Finalmente, los germinados se conservaron bajo refrigeración a una temperatura de 6 °C hasta su uso en el proceso de elaboración de la bebida, garantizando así su frescura, inocuidad y valor nutricional.

**Figura 1** Diagrama de flujo germinación de la alfalfa



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

### ***2.12.6 Metodología para la obtención de la pulpa de zanahoria (*Daucus carota*)***

A continuación, se describe las etapas para la obtención de la pulpa de zanahoria, la cual se utilizó para la bebida.

**Recepción de la zanahoria:** La zanahoria fue recepcionada en condiciones adecuadas, verificando su frescura, integridad, color y ausencia de daños físicos, pudriciones o signos de deterioro. Esta evaluación inicial permitió asegurar la calidad e inocuidad del insumo vegetal.

**Limpieza y selección:** En esta etapa se procedió al descarte de zanahorias en mal estado, con presencia de moho, daños mecánicos o signos de fermentación. Solo se conservaron raíces firmes, sanas y homogéneas en tamaño, color y forma.

**Lavado:** Las zanahorias seleccionadas fueron lavadas con abundante agua potable, utilizando cepillos suaves para remover tierra adherida, residuos de pesticidas y otras impurezas. Esta etapa fue esencial para reducir la carga microbiana inicial.

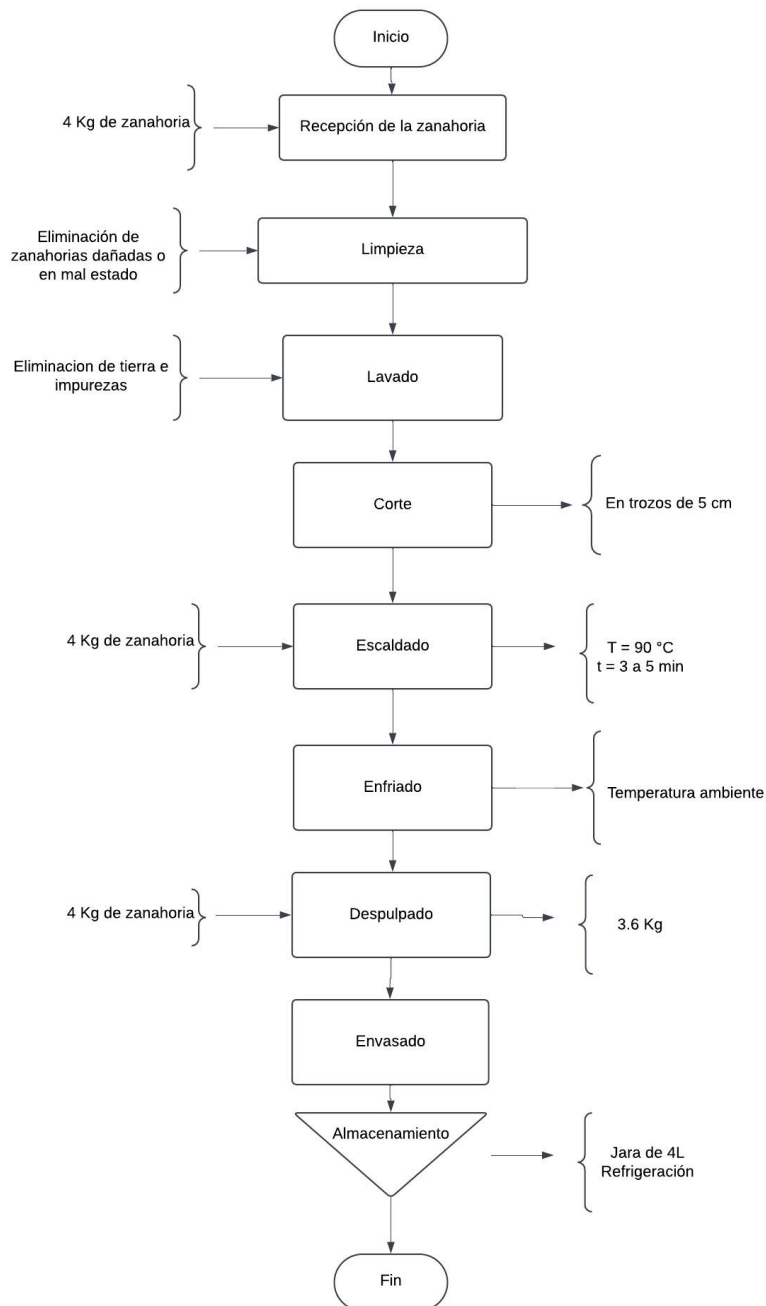
**Corte:** Posteriormente, las zanahorias limpias fueron cortadas en trozos de aproximadamente 5 cm de longitud utilizando cuchillos de acero inoxidable previamente desinfectados. Esto facilitó la manipulación y el escaldado uniforme de la materia prima.

**Escaldado:** Los trozos de zanahoria fueron sometidos a un tratamiento térmico (escaldado) durante 3 a 5 minutos en agua caliente a 90 °C. Este proceso tuvo como finalidad la inactivación enzimática (principalmente polifenoloxidasas), la reducción de la carga microbiana superficial y el ablandamiento del tejido vegetal, lo cual facilita la extracción de la pulpa.

**Despulpado:** Luego del escaldado, se introdujeron aproximadamente 4 kg de zanahoria en una despulpadora mecánica. A través de este proceso se separó la fracción líquida con partículas finas (pulpa) de las fibras más gruesas, obteniendo un rendimiento promedio de 3,6 kg de pulpa de zanahoria.

**Almacenado:** La pulpa obtenida fue envasada en jarras plásticas sanitarias con capacidad de 4 litros, debidamente rotuladas. Finalmente, fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4–6 °C hasta su incorporación en la elaboración de la bebida.

**Figura 2** Diagrama de flujo elaboración pulpa de zanahoria



Elaborado por: Montoya M (2025)

### ***2.12.7 Metodología de elaboración de la bebida***

Descripción del proceso de elaboración de la bebida de máchica fortificada con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*). Para este proceso se empleó 12 formulaciones, presentadas en la tabla.

**Tabla 9***Formulación de los tratamientos en porcentaje*

<b>Formulación</b>	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
Agua	65.85	65.85	65.85	65.85	64.89	64.89	64.89	64.89	65.64	65.64	65.85	65.64
Máchica	3,20	3,20	3.20	3,20	2.78	2.78	2.78	2.78	3.00	3,00	3,00	3.00
Alfalfa germinada	14.59	14.59	14.59	14.59	8.34	8.34	8.34	8.34	12.20	12.20	12.20	12.20
Pulpa de zanahoria	9.41	9.41	9.41	9.41	17.15	17.15	17.15	17.15	12.20	12.20	12.20	12.20
Panela	6.59	6.59	-	-	6.49	6.49	-	-	6.57	6.57	-	-
Azúcar blanca	-	-	6.59	6.59			6.49	6.49	-	-	6.57	6.57
Canela	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
Clavo de olor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Pimienta dulce	0,1	0,05	0,05	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Goma xantana	0.1		0.1	-	0.09	-	0.09		0.09		0.09	
Goma arábica	-	0.1		0.1	.	.0.09	.	0.09.		0.09		0.09

Total                    **100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 % 100 %**

---

*Elaborado por: Montoya M (2025)*

**Tabla 10**

*Formulación de los tratamientos en gramos*

<b>Formulación</b>	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
Agua	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Máchica	34	34	34	34	30	30	30	30	32	32	32	32
Alfalfa germinada	155	155	155	155	90	90	90	90	130	130	130	130
Pulpa de zanahoria	100	100	100	100	185	185	185	185	130	130	130	130
Panela	70	70	-	-	70	70	-	-	70	70	-	-
Azúcar blanca	-	-	70	70	.		70	70.	-	-	70	70
Canela	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Clavo de olor	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	2,00	1

Pimienta dulce	1	2,00	2,00	2,00	1	1,00	1	1	1	1	2,00	1	
Goma xantana	1	.	1	-	1	.	1		1		1		
Goma arábica	-	1		1	.	.1	.	1		1		1	
<b>Total</b>		<b>1.062,8</b>	<b>1.062,8</b>	<b>1.062,8</b>	<b>1.062,8</b>	<b>1078.80</b>	<b>1078.80</b>	<b>1078.80</b>	<b>1078.80</b>	<b>1065.80</b>	<b>1065.80</b>	<b>1065.80</b>	<b>1065.80</b>

---

*Elaborado por: Montoya M (2025)*

#### **2.10.24. Descripción de la elaboración de la bebida**

A continuación, se describe las etapas implementadas para la elaboración de la bebida funcional, detallando las condiciones y procesos aplicados.

**Recepción de la materia prima:** Se realizó la recepción de los ingredientes principales: harina de máchica, germinado de alfalfa, pulpa de zanahoria, endulzantes (azúcar blanca y panela granulada), estabilizantes (goma xantana y goma arábica) y especias (canela, clavo de olor y pimienta dulce). Cada insumo fue inspeccionado visualmente para comprobar que se encontraba en condiciones adecuadas de frescura, integridad y ausencia de contaminantes físicos, biológicos o químicos.

**Preselección de materia prima:** Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de selección y clasificación de los ingredientes vegetales, con el fin de retirar residuos extraños, impurezas, fragmentos de otras semillas, cuerpos inertes y materia prima en mal estado, como señales de daño por insectos, hongos o deterioro por temperatura.

**Pesado:** Todos los ingredientes fueron pesados con una balanza digital de precisión, de acuerdo con las proporciones definidas en el diseño experimental. En esta etapa se consideraron los factores del tratamiento: materia prima (máchica, alfalfa germinada y zanahoria), tipo de endulzante (azúcar o panela), tipo de estabilizante (goma xantana o goma arábica) y mezcla de especias seleccionadas.

**Licuada:** Las fracciones correspondientes de alfalfa germinada y zanahoria fueron trituradas en una licuadora industrial utilizando una proporción adecuada de agua potable, con el objetivo de extraer la pulpa y jugo funcionales requeridos para el tratamiento.

**Cocción:** Los ingredientes principales (máchica, jugo de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria) fueron incorporados en ollas de acero inoxidable y sometidos a cocción por un periodo de 60 minutos a una temperatura de 85°C. Durante el proceso, se alcanzó el punto de ebullición, manteniendo la mezcla en agitación suave para evitar sedimentación y favorecer una integración homogénea.

**Mezclado:** Una vez estabilizada la cocción, se añadieron los endulzantes asignados según cada tratamiento (azúcar o panela) y las especias previamente molidas (canela, clavo de olor y pimienta dulce), procurando una mezcla uniforme mediante agitación constante.

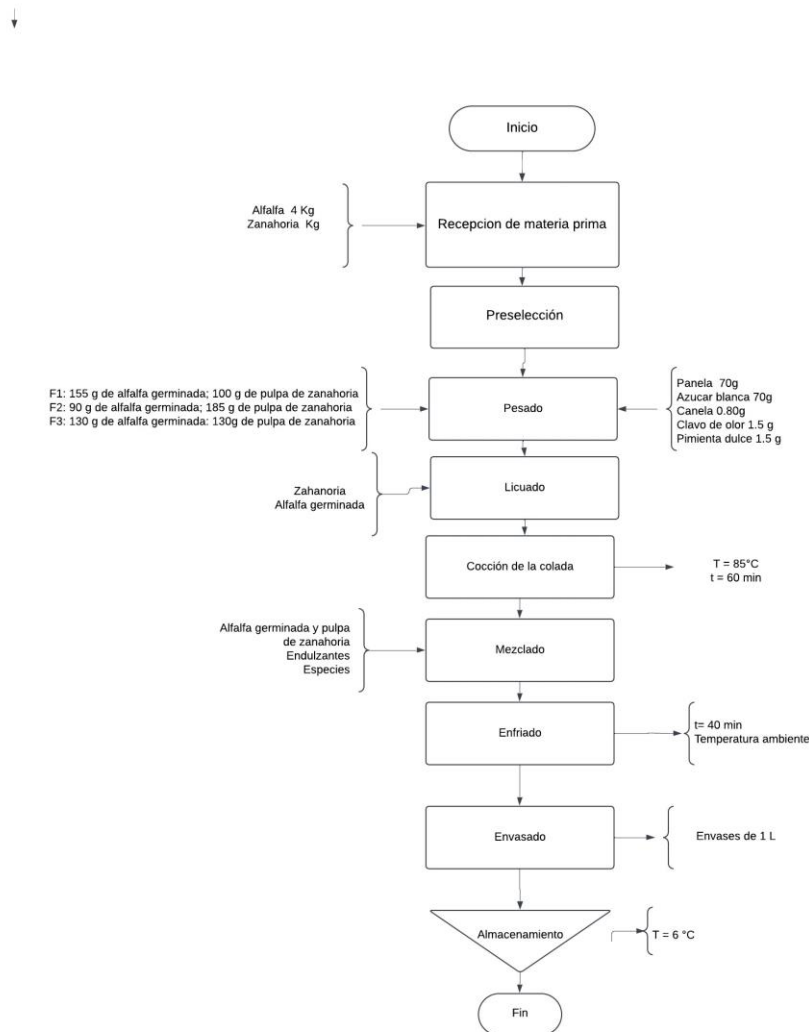
**Enfriado:** La bebida cocida fue vertida en bandejas sanitarias para enfriarse a temperatura ambiente ( $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante aproximadamente 30 minutos. Este paso permitió reducir la temperatura antes del envasado, garantizando la seguridad microbiológica del producto.

**Envasado y etiquetado:** Las botellas de 1 litro de capacidad fueron previamente higienizadas mediante inmersión en agua caliente a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 2 minutos. Posteriormente, se procedió al envasado de la bebida utilizando utensilios sanitizados. Cada botella fue sellada herméticamente y rotulada con la información del producto correspondiente a cada tratamiento.

### Almacenamiento

Finalmente, las bebidas envasadas se conservaron bajo refrigeración a una temperatura de  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se estableció un periodo máximo de almacenamiento de 3 días antes de ser utilizadas para los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

**Figura 3** Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida ( $t_9$ )



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

### ***2.12.8 Metodología de análisis de la alfalfa germinada***

#### **2.10.25. Análisis fisicoquímico para la alfalfa germinada**

Para la caracterización de la alfalfa germinada, se llevó a cabo mediante un análisis físico químico realizado en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

##### **- Humedad**

La humedad es la cantidad de agua presente en un alimento, ya sea libre o ligada. Se mide secando la muestra a una temperatura específica hasta peso constante.

Método:

Se seca la muestra en una estufa a 105 °C hasta alcanzar peso constante.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_m} * 100$$

*Ecuación 1*

##### **- Proteína – AOAC 2001.11 / Método Kjeldahl definición:**

El contenido de proteína se estima midiendo el nitrógeno total presente en la muestra, ya que las proteínas están compuestas por aminoácidos que contienen nitrógeno.

Método:

Consiste en tres etapas: digestión con ácido sulfúrico, neutralización, y destilación con titulación.

Fórmula:

$$\% \text{ de Proteina} = \text{nitrógeno total}(\%) \times F$$

*Ecuación 2* Donde F es el factor de conversión de nitrógeno a proteína. Generalmente:

- F = 6.25 (alimentos en general)
- Puede variar según el tipo de alimento.

##### **- Grasa – AOAC 920.39 / Método Soxhlet Definición:**

Es el contenido de lípidos extraíbles con solventes orgánicos. Representa las grasas totales (triglicéridos principalmente).

Método:

Se extrae la grasa de la muestra usando un solvente (éter etílico o petróleo), y luego se evapora el solvente para pesar el residuo graso.

Fórmula:

$$\% \text{ de grasa} = \left( \frac{\text{Peso del extracto graso}}{\text{Peso de la muestra}} \right) * 100$$

*Ecuación 3*

**- Ceniza – AOAC 923.03 / Método Gravimétrico**

Definición:

Las cenizas representan el contenido total de minerales (residuo inorgánico) presente en una muestra tras su incineración.

Método:

Se quema la muestra en una mufla a 550–600 °C hasta obtener un residuo blanco o gris claro.

Fórmula:

$$\% \text{ de Ceniza} = \left( \frac{\text{Peso del residuo(ceniza)}}{\text{peso de la muestra}} \right) * 100$$

*Ecuación 4* **2.10.26. Análisis fisicoquímico para la pulpa de zanahoria**

Para la caracterización de la pulpa de zanahoria, se llevó a cabo mediante un análisis físico químico realizados en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**- Humedad**

La determinación de humedad se realizó a la pulpa de zanahoria mediante el método gravimétrico. El método consiste en evaporar, mediante secado, el agua contenida en la muestra, bajo condiciones normalizadas. El objetivo es determinar el contenido de agua disponible, presente en la materia prima (Rivera, 2020).

*Ecuación 5*

$$\% \text{ de Humedad} \left( \frac{\text{g agua}}{100\text{g}} \right) = \frac{(P_1 - P_2)}{m} * 100$$

Donde:

P1 = Peso de la placa más la muestra húmeda (g).

P2 = Peso de la placa más la muestra seca (g).

m = Peso de la muestra húmeda (g).

*Ecuación 6*

$$\% \text{ Agua} = 100\% - \% \text{ SS}$$

$$\% \text{ SS} = 100\% - \% \text{ SS}$$

Donde:

SS: Contenido de sustancia seca en la muestra (%)

Agua: Contenido de agua en la muestra (%)

#### - **Proteínas**

El contenido de proteína se realizó a las muestras de pulpa de zanahoria, se usó el método de Kjeldahl. Este método mide el contenido de nitrógeno de una muestra. El contenido de proteína puede ser calculado seguidamente asumiendo una relación específica entre la proteína y el nitrógeno analizado (García y Fernández, 2012).

#### - **Grasa**

El análisis de grasa se realizó a las muestras de pulpa de zanahoria, se usó el método Gravimétrico. Esta metodología consiste en someter a una hidrólisis ácida o alcalina, siendo fundamental en la liberación de ácidos grasos ligados a glicéridos, ésteres de esteroles, glicerol y fosfolípidos. Este proceso rompe las paredes celulares, desintegra emulsiones de grasa y los enlaces entre proteína y lípido. Existen diversos métodos establecidos por la AOAC emplean hidrólisis ácida o alcalina para liberar completamente la grasa en diferentes matrices, seguida de la extracción con éteres mezclados (Jácome, 2016).

#### - **Cenizas**

El análisis de cenizas se realizó a las muestras de pulpa de zanahoria, se usó la metodología INEN 14. Consiste en la calcinación de la muestra al aire y posteriormente en una mufla, con el objetivo de eliminar todo el material orgánico. El residuo inorgánico resultante corresponde a la ceniza, cuya medición es importante para el análisis de alimentos, ya que permite determinar el contenido de diversos minerales presentes en la muestra. Este procedimiento puede presentar algunos errores y dificultades, como la pérdida de ceniza debido a la intensidad de la combustión inicial, la transformación de sales minerales por el efecto del calor y la adhesión de muestras con alto contenido de azúcares, lo que puede provocar pérdidas o fusión del carbón en partes no oxidadas atrapadas en la muestra (Arriaga et al., 2022).

La ecuación para determinar el porcentaje de ceniza es:

$$\text{Contenido de cenizas \%} = \frac{\text{peso de cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

*Ecuación 7*

### **2.10.27. Análisis fisicoquímico para el mejor tratamiento**

#### - **Determinación del pH**

La determinación de pH se realizó para tener un rango que asegure su calidad, 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. Este procedimiento se realizó por duplicado
3. Se colocó 15 ml de muestra en un vaso de precipitación.
4. Se sumergió el potenciómetro directamente en la muestra y se dejó reposar hasta que se estabilice el indicador de pH.
5. Se registró la lectura de pH de la muestra.

- **Determinación de acidez titulable**

La determinación de acidez titulable se realizó para que la bebida entre en los estándares normativos, se colocó 25cm<sup>3</sup> el líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup> y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución, además del procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 318).

**Procedimiento:**

1. Esto se hizo por duplicado
2. Se sacó 25 ml de muestra.
3. Se colocó los 25 ml de muestra en 225 ml de agua destilada
4. Se procedió a sacar 25 ml de solución
5. Añadir rápidamente de 10 a 50 ml de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6.
6. Continuamos añadiendo lentamente la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener un pH 8,3 aproximadamente.

Cálculos

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V_1 N_1 M)}{V_2} 10$$

*Ecuación 8.*

Siendo:

A = g de ácido en 1000 cm<sup>3</sup> de producto.

V<sub>1</sub> = cm<sup>3</sup> de NaOH usando para la titulación de la alícuota.

N<sub>1</sub> = normalidad de la solución de NaOH

M = peso molecular de ácido considerando como referencia (ácido anhídrido 0,064).

- **Determinación de sólidos solubles (° Brix).**

En la determinación de sólidos solubles se utilizó el procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380).

**Procedimiento**

1. Se utilizó el Refractómetro.
2. Antes de iniciar con la medición, el refractómetro debe ser calibrado utilizando agua destilada como patrón.
3. Se colocan unas dos o tres gotas sobre el prisma del refractómetro 4. Por último, se toma lectura.

**2.12.9 Metodología del análisis de la bebida del mejor tratamiento**

**2.10.28. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico del mejor tratamiento se llevó a cabo por el laboratorio ANDESLAB.

**Recuento de Mohos y Levaduras**

Para la determinación de mohos y levaduras se estableció la INEN 1529-10 / Recuento en placa. La cual consiste en preparar diluciones seriadas de la muestra, inocular alícuotas en medios de cultivo específicos, distribuir uniformemente el inóculo (por vertido o extensión), posterior a ello incubar las placas a una temperatura y tiempo determinados según el tipo de muestra, y se prosigue a contar las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (NTE INEN 1529-10, 1994).

$$N = \frac{\text{número total de colonias calculadas o contadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{C}{V(n_2 + 0,1n_2^2)}$$

Donde:

C= suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas.

n1= número de placas contadas de la primera dilución seleccionada. n2= número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada. d=dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo  $10^2$ .

V= volumen del inóculo sembrado en cada placa.

#### - **Detección de *Salmonella spp***

Según (INEN ISO 6579) para la detección *Salmonella spp* establece un método estándar para la detección de Salmonella en alimentos, piensos y muestras ambientales relacionadas. El procedimiento incluye una etapa inicial de pre-enriquecimiento en un medio no selectivo para recuperar bacterias dañadas, seguida de un enriquecimiento selectivo en caldos que favorecen el crecimiento de Salmonella. Después, se realiza el aislamiento en medios sólidos selectivos, donde las colonias sospechosas se identifican por su morfología. Finalmente, se confirma la presencia de Salmonella mediante pruebas bioquímicas y serológicas. Este método permite determinar la presencia o ausencia del patógeno en la muestra analizada, garantizando la seguridad alimentaria.

### **2.10.29. Análisis nutricional**

#### - **Grasa**

Para la determinación de grasa se estableció mediante el método de gravimetría de acuerdo con la Normativa INEN ISO 11085. Según (Jácome, 2016), la metodología consiste en preparar la muestra la cual debe ser triturada en partículas muy finas, homogeneizando mediante agitación antes de proceder a pesar. Para la hidrólisis pesar 1 y 5 g de muestra en un matraz Erlenmeyer, añadir 70 ml de agua desmineralizada y 60 ml de ácido clorhídrico concentrado grado técnico y someter a la hidrólisis mediante calentamiento, después hervir por 30 minutos. Retirar, esperar y filtrar la muestra sobre papel filtro previamente humedecido. Lavar el matraz Erlenmeyer con agua caliente, evitando pérdidas de muestra. Colocar en una cápsula identificando cada una de ellas con el número correspondiente a la muestra, luego colocar en la estufa por 20 minutos a 130 °C. Cuando el papel esté seco y frío, introducir cuidadosamente en los capuchones de celulosa, limpiar la cápsula contenedora cuidadosamente con algodón empapado en hexano para evitar pérdida de grasa adherida a la cápsula. Tomar el peso de un vaso de extracción de grasa, previamente lavado, secado a 130°C por al menos una hora. Encender el extractor de

grasa y abrir el flujo de agua del condensador. Colocar las columnas de extracción en la posición de inmersión, asegurándose que los dedales se encuentren sumergidos en el solvente y se hirvió por 20 min. Remover los vasos de extracción del extractor de grasa y colocar en la sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura cuando sea necesario. Colocar los vasos con la grasa al desecador, enfriar hasta temperatura ambiente y tomar el peso del vaso más la grasa

- **Fibra**

La determinación de fibra se realizará mediante la metodología de gravimetría de acuerdo con la normativa INEN 522. El método gravimétrico consiste en pasar el resto que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra. Este método es el más sencillo y rápido ya que se limitan al cálculo de las fibras totales o fibras solubles e insolubles (NTE INEN 522, 2013).

- **Proteína**

La determinación de proteína para en análisis nutricional se realizará mediante el método Kjeldahl de acuerdo con la normativa INEN ISO 20483, dicha metodología ya se explicó anteriormente.

### **2.13 Hipótesis o pregunta científica**

#### **Hipótesis nula ( $H_0$ )**

**$H_0$ :** La concentración de máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria, los tipos de endulzantes (panela y azúcar) y los tipos de estabilizantes (goma xantana y goma arábica) no influye en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida.

#### **Hipótesis alterna ( $H_i$ )**

**$H_i$ :** La concentración de máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria, los tipos de endulzantes (panela y azúcar) y los estabilizantes (goma xantana y goma arábica) si influye en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida.

#### **2.13.1 Validación**

El diseño experimental en el proyecto de investigación es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial A\*B\*C (3\*2\*2) con dos repeticiones, concluye que las características fisicoquímicas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir que si influye la concentración de máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria, los

tipos de endulzantes (panela y azúcar) y los estabilizantes (goma xantana y goma arábica); y las propiedades sensoriales se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna es decir que si influye concentración de máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria, los tipos de endulzantes (panela y azúcar) y los estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

## 2.14 Diseño Experimental

Para la obtención de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial A\*B\*C (3x2x2), planteando 12 tratamientos con dos repeticiones con el cual se quiere comparar el efecto de la concentración de la alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria. El factor A con tres niveles (concentración de máchica, alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*)), el factor B con dos niveles (tipos de endulzantes) y factor C con dos niveles (tipos de estabilizantes) dando un total de 24 tratamientos.

### 2.14.1 Factores de estudio

**Tabla 11**

*Factores de estudio para la bebida*

Factor	Descripción	Nivel
Factor a	Concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria.	<b>a1:</b> 34% máchica 31% alfalfa germinada 20% pulpa de zanahoria <b>a2:</b> 30% máchica 18% de alfalfa germinada 37% pulpa de zanahoria <b>a3:</b> 32% máchica 16% de alfalfa germinada 16% pulpa de zanahoria
Factor b	Tipos de endulzantes	<b>b1:</b> Panela <b>b2:</b> Azúcar blanca
Factor c	Tipos de estabilizante	<b>c1:</b> Goma arábica <b>c2:</b> Goma xantana

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

**Tabla 12**

Esquema ADEVA para la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria con dos tipos de endulzantes (panela, azúcar blanca) y dos tipos de estabilizantes (goma xantana y goma arábica)

---

**Fuente de variación    Grados de libertad (GL)    Fórmula**

Repeticiones	2	$r - 1$
Factor A (formulación)	3	$a - 1$
Factor B (endulzante)	2	$b - 1$
Factor C (estabilizante)	2	$c - 1$
A × B	6	$(a - 1)(b - 1)$
A × C	6	$(a - 1)(c - 1)$
B × C	4	$(b - 1)(c - 1)$
A × B × C	12	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$
Error experimental	11	$abc(r - 1)$
Total	23	$abcr - 1$

*Elaborado por: Montoya M (2025)*

**Tabla 13**

*Cuadro de análisis de varianza del análisis sensorial*

Fuente de variación	Grados de Libertad	Formula
Tratamientos	11	$abc - 1$
Degustadores	29	$b - 1$
Error	348	$(abc)(r - 1)$
Total	359	$(abcr) - 1$

*Elaborado por: Montoya M (2025)*

### 2.14.2 Tratamientos

**Tabla 14**

*Tratamientos en estudio para la bebida*

Repeticiones	Tratamientos	Codificaciones	Descripción
	t1	a1b1c1	34% máchica 31% alfalfa germinada 20% pulpa de zanahoria 14% panela 1% goma xantana
I	t2	a1b1c2	34% máchica 30% alfalfa germinada 20% pulpa de zanahoria 14% panela 1% goma arábica
	t3	a1b2c1	34% máchica 30% alfalfa germinada 20% pulpa de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma xantana
	t4	a1b2c2	34% máchica 30% alfalfa germinada 20% pulpa

		de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma arábica
t5	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	30% máchica 18% alfalfa germinada 37% pulpa de zanahoria 14% panela 1% goma xantana
t6	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	30% máchica 18% alfalfa germinada 37% pulpa de zanahoria 14% panela 1% goma arábica
t7	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	30% máchica 18% alfalfa germinada 37% pulpa de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma xantana
t8	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	30% máchica 18% alfalfa germinada 37% pulpa de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma arábica
t9	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	32% máchica 16% alfalfa germinada 16% pulpa de zanahoria 14% panela 1% goma xantana
t10	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	32% máchica 16% alfalfa germinada 14% pulpa de zanahoria 14% + panela 1% goma arábica
t11	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	32% máchica 16% alfalfa germinada 16% pulpa de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma xantana
t12	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	32% máchica 16% alfalfa germinada 16% pulpa de zanahoria 14% azúcar blanca 1% goma arábica

---

*Elaborado por: Montoya. M, (2025)*

### **2.14.3 Variables e Indicadores**

**Tabla 15**

*Operacionalización de variables para la bebida*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Mediciones</b>
-----------------------------	-------------------------------	--------------------	-------------------

Bebida	Factor A Concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria	Análisis fisicoquímico	pH °Brix Densidad Acidez titulable
	Factor B Tipos de endulzantes: Panela. Azúcar blanca	Análisis sensorial	Textura Color Olor Sabor Dulzor
	Factor C Tipos de estabilizantes: Goma xantana Goma arábica		
<b>Análisis del mejor tratamiento de la bebida</b>			
Bebida	Mejor tratamiento (t <sub>9</sub> )	Análisis nutricional  Análisis microbiológico	ne nutricional (grasa, fibra, roteína, carbohidratos y alorías) ncia de <i>Salmonella</i> <i>sp</i> 25g <i>Escherichia coli</i> . Anaerobios mesófilos Coliformes totales Mohos y levaduras
		Costo	PVP

Elaborado por: Montoya M (2025)

## 2.10. Análisis y discusión de resultados

### 2.10.1 Análisis fisicoquímico y nutricional de la alfalfa germinada (*Medicago sativa*)

El análisis fisicoquímico y nutricional es elemental para evaluar las características de la alfalfa germinada, en la tabla 14 se informa los resultados del análisis fisicoquímico ejecutado en la alfalfa germinada.

**Tabla 16**

*Resultados del análisis fisicoquímico y nutricional*

Descripción de la muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)	pH	Calcio (%)
---------------------------	-------------	--------------	-----------	------------	-----------	----	------------

Alfalfa germinada	88,17	6,77	0,25	1,12	2,22	6,55	37,3
-------------------	-------	------	------	------	------	------	------

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la tabla 14 se puede observar los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y nutricional de la alfalfa germinada en el parámetro de humedad se observa que posee 88,17%. De acuerdo con (Martínez et al. 2021), quienes documentaron entre 85% y 90% de humedad en brotes de leguminosas, lo que sugiere que es un alimento perecedero y requiere refrigeración o procesamiento para su conservación. Según la NTE INEN 1134:2012 (Hortalizas frescas), este nivel es adecuado y típico de productos vegetales listos para consumo fresco.

El contenido de proteína es de 6,77%. Según (Zambrano et al. (2020) y Vásquez y Herrera 2022), quienes encontraron entre 6–8% de proteína en alfalfa germinada, indicando que es una fuente natural de proteínas vegetales, especialmente relevante para dietas vegetarianas o veganas. En comparación, el valor supera a muchas hojas verdes comunes como la lechuga y la acelga. El contenido de grasa es de 0,25% lo cual es muy bajo en este tipo de vegetales frescos, lo cual es positivo desde el punto de vista nutricional. De acuerdo con (Morales et al. 2019) (valores entre 0,2–0,3%), indicando que la alfalfa germinada es adecuada para dietas hipocalóricas o de control de lípidos.

Según (Camacho, 2007) el contenido de cenizas en los alimentos indica el contenido total de minerales presentes en los alimentos, por ende, el resultado obtenido de ceniza que fue de 1,12% que hace referencia a la cantidad de minerales presentes en la alfalfa germinada. Según (Cantillo G, 2020) la cual tuvo valores entre 0,2–0,3%, indicando que la alfalfa germinada es adecuada para dietas hipocalóricas o de control de lípidos. Aunque el contenido de minerales es bajo, podría aportar nutrientes. La norma INEN 1334:2008 (Requisitos para alimentos vegetales), no se establece un mínimo exacto, pero este valor es representativo de un alimento con alto valor mineral

Por el lado de la fibra 2,22 según López et al. (2022) su trabajo de evolución de algunos componentes en la germinación de la alfalfa destinada a la alimentación humana reporta valores similares (entre 2–3%) en germinados de alfalfa. La incorporación de la alfalfa germinada, la fibra puede tener un alto impacto en las propiedades de la bebida preparada.

El pH 6,55 de la bebida ligeramente ácida, esto se debe a que los vegetales frescos tienden a hacer ácidos, pero se encuentra dentro del rango aceptable para su consumo directo o procesado. Según (Ortega 2021) en su estudio de Rendimiento productivo y valor nutricional de cuatro

variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en la Viña – Magdalena – Cajamarca” el pH de la alfalfa es de 6,7 los cuales se encuentran dentro de la NTE INEN 2337 la que permite formulaciones con un pH de 3,5 a 7 dependiendo el tipo de producto.

El contenido de calcio es de 37,3 lo que indica que la alfalfa germinada es una fuente importante de calcio vegetal, contribuyendo al fortalecimiento óseo y prevención de enfermedades como la osteoporosis. Estos valores son respaldados por USDA (2023) reporta que los brotes de alfalfa fresca contienen aproximadamente 32 mg de calcio por cada 100g de producto y (Gutiérrez et al.2020) que estos brotes tienen un rango de 30 a 40 mg de calcio por cada 100g, lo que refleja una consistencia entre los datos obtenidos y los citados.

Según la NTE INEN 1334:20008 dice que el contenido de calcio es significativo y puede aportar beneficios funcionales en las formulaciones dirigidas a los grupos con necesidades especiales como los niños, adultos mayores y mujeres embarazadas.

### 2.10.2 Análisis fisicoquímico y nutricional de la pulpa de zanahoria (*Daucus carota*)

**Tabla 17**

*Resultados del análisis fisicoquímico y nutricional*

Descripción de muestra (%)	Humedad seca (%)	Materia la Grasa (%)	Grasa (%)	°Brix (%)	Densidad (%)	Viscosidad	pH
Pulpa de zanahoria	90,18	9,82	0	6,7	1,03	1731	5,9

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la tabla 15 se puede observar los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y nutricional de la pulpa de zanahoria indicando que tiene una humedad de 90,18%. De acuerdo con Según Jara (2006), un alto contenido de agua puede alterar las propiedades fisicoquímicas de una matriz alimentaria, ya que el exceso de humedad influye en la viscosidad y estabilidad del sistema. En el caso de las bebidas, la incorporación de pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) incrementa no solo el contenido de agua libre, sino también de fibra soluble e insoluble, lo cual repercute directamente en parámetros como la viscosidad, turbidez y sedimentación. De acuerdo con el estudio de López et al. (2020) sobre el desarrollo de una bebida funcional a base de zanahoria y avena, se observó que el aumento en la proporción de pulpa elevó significativamente la viscosidad y el contenido de sólidos totales (°Brix), afectando la fluidez y la aceptabilidad sensorial del producto si no se controlaban adecuadamente los estabilizantes.

Asimismo, investigaciones como las de Rodríguez y Chávez (2021) evidencian que una elevada proporción de pulpa de zanahoria puede interferir en la homogenización de la bebida, generando fase acuosa separada o decantación si no se usan estabilizantes adecuados como goma xantana o carragenina. Por lo tanto, en formulaciones de bebidas funcionales, es fundamental mantener un equilibrio entre el contenido de pulpa y los ingredientes estabilizantes, para lograr una textura aceptable, buena estabilidad coloidal y adecuada vida útil sin afectar negativamente las propiedades organolépticas del producto.

La materia seca es de 9,82% de la pulpa de zanahoria representa los sólidos totales disponibles (fibra, almidones, minerales y pigmentos), fundamentales para el valor nutricional y el cuerpo de la bebida. Según la NTE INEN 1334:2008, los alimentos vegetales con alto contenido de humedad deben complementarse con ingredientes secos o estabilizantes para asegurar consistencia y conservación adecuada.

La grasa de la pulpa es de 0% La zanahoria es naturalmente baja en grasa, como indican estudios de López et al. (2020) y el USDA (2023), que reportan niveles inferiores al 0,2%. En bebidas, este parámetro es ventajoso porque contribuye a una formulación baja en calorías, ideal para consumidores que buscan opciones saludables. Además, según INEN 2337:2008, no se requiere contenido graso mínimo para bebidas no alcohólicas, por lo que este valor es aceptable.

El contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) indica principalmente la presencia de azúcares naturales como glucosa, fructosa y sacarosa, así como ciertos ácidos y minerales. En zanahorias, este valor puede variar entre 5,5 y 8,0 $^{\circ}$  Brix, dependiendo de la variedad y madurez, como lo detallan Ramírez et al. (2021) y Gutiérrez et al. (2019). Un valor de 6,7 $^{\circ}$  en la pulpa de zanahoria es adecuado para aportar dulzor natural a la bebida, lo cual permite reducir o incluso eliminar el uso de edulcorantes artificiales.

Según la NTE INEN 2337:2008, no hay un mínimo obligatorio de  $^{\circ}$ Brix para bebidas vegetales, pero niveles superiores a 6 $^{\circ}$  suelen considerarse aceptables desde el punto de vista sensorial y nutricional, lo cual es característico de jugos o pulpas con contenido moderado de fibra y azúcares. En bebidas con base de zanahoria, este valor indica una buena concentración de sólidos disueltos y suspendidos, como lo señalan Chávez y Ramírez, (2020) en el desarrollo de bebidas fermentadas con zanahoria.

La densidad de la pulpa de zanahoria registrada es ligeramente superior al del agua (1,00 g/mL), lo cual es característico de jugos o pulpas con contenido moderado de fibra y azúcares. En bebidas con base de zanahoria, este valor indica una buena concentración de sólidos disueltos

y suspendidos, como lo señalan (Chávez y Ramírez. 2020) en el desarrollo de bebidas fermentadas con zanahoria.

La densidad también influye en la sensación en boca del producto. Si la densidad es muy baja, la bebida puede parecer aguada; si es muy alta, puede resultar demasiado espesa. Este valor de 1,03 g/mL se encuentra dentro del rango ideal para bebidas vegetales funcionales.

La viscosidad de la pulpa de zanahoria en estado natural es alta debido al contenido de fibra soluble, pectinas y almidones. Según Sánchez et al. (2022), valores entre 1500 y 2000 cP son comunes en purés y concentrados de zanahoria sin dilución. En bebidas, una viscosidad alta puede ser positiva para mejorar la percepción de cuerpo y consistencia, pero también puede requerir el uso de estabilizantes como goma xantana para evitar sedimentación y asegurar homogeneidad. Estudios como el de Morales et al. (2020) en bebidas vegetales con zanahoria y linaza recomiendan viscosidades entre 800 y 1800 cP para lograr aceptación sensorial sin afectar la fluidez.

El pH registrado es ligeramente ácido, lo cual es adecuado para bebidas funcionales. Este valor se relaciona con la presencia natural de ácidos orgánicos como ácido ascórbico y málico en la zanahoria. Según INEN 2337:2008, el rango de pH permitido para bebidas no alcohólicas es amplio (3,5 a 7), siendo ideal un valor entre 4,0 y 6,0 para garantizar estabilidad microbiológica sin necesidad de acidulantes adicionales.

Estudios de Ortega y Villacís, (2021) en bebidas de zanahoria fermentada y de Vásquez et al. (2022) en jugos con pulpa cruda coinciden en valores de pH de 5,7 a 6,1.

### **2.10.3 Evaluación de las características fisicoquímicas**

#### **2.10.3.1 pH**

En la tabla 16 se muestra el análisis de varianza de la determinación de pH en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) con dos endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

**Tabla 18**

*Análisis de varianza de la variable pH*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. calculado</b>	<b>p-valor</b>	
Repeticiones	0,0155	1	0,0155	0,1147	0,7413	ns
M, AG y PZ	1,4055	2	0,7014	5,1879	0,0259	*
En	0,0028	1	0,0287	0,2123	0,6539	ns

Es	0,1335	1	0,1335	0,9874	0,3417	ns
M, AG y PZ* En	0,3888	2	0,1944	1,4380	0,2787	ns
M, AG y PZ* Es	0,7999	2	0,4000	2,9581	0,0938	ns
En*Es	0,5612	1	0,5612	4,1508	0,0664	ns
M, AG y PZ* En*Es	0,7905	2	0,3953	2,9234	0,0959	ns
Error	1,4872	11	0,1352			
Total	5,6083	23				
C.V	5,6083					

### Elaborado por: Montoya M (2025)

M, AG, Y, PZ: Concentración de máchica, porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria. T.

En: Tipos de endulzantes

T. Es: Tipos de estabilizantes

M.AG, Y, PZ\*T. En: Concentración de machica, de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de endulzantes

M.AG, Y, PZ\* T.ES: Concentración de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de estabilizantes C.V:

Coefficiente de Variación ns: No tiene significancia

\*: significativo

#### Interpretación y discusión

De acuerdo con la Tabla 16, el análisis de varianza de la variable pH evidencia que, a un nivel de confianza del 95%, si existen diferencias significativas en el factor A (concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria) y no existen diferencias significativas para las repeticiones, el factor B (tipos de endulzantes), el factor C (tipo de estabilizante), ni para las interacciones A\*A, A\*C, B\*C y A\*B\*C. Esto indica que estas variables, por sí solas o combinadas en estos niveles, no influyeron significativamente en el pH de la bebida. El factor A que corresponde a la combinación "M, AG y PZ" (mezcla de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria) presentó un efecto estadísticamente significativo ( $p = 0,0259 < 0,05$ ) sobre la variable evaluada, con un F calculado de 5,1879. Esto indica que las diferentes proporciones de estos ingredientes influyen significativamente en el pH de la bebida.

Los factores "En" (endulzante), "Es" (estabilizante) y sus interacciones no mostraron efectos significativos ( $p > 0,05$ ), lo que sugiere que, en este análisis, ni el tipo de endulzante ni el tipo de estabilizante por sí solos o en combinación tuvieron un impacto estadísticamente significativo en la variable. Las interacciones dobles y triples entre los factores tampoco fueron significativas ( $p > 0,05$ ), aunque la interacción "M, AG y PZ \* Es" y "M, AG y PZ \* En \* Es" mostraron valores cercanos al nivel de significancia, lo que podría considerarse una tendencia que merecería explorarse en futuros estudios. El coeficiente de variación (C.V.) obtenido fue de 5,61%, lo que indica una buena precisión experimental.

En cuanto a la normativa, la NTE INEN 2337:2008, que regula las bebidas no alcohólicas, establece que el pH debe ser inferior a 4,5 para garantizar su seguridad microbiológica. Finalmente, el coeficiente de variación de 5,6083% indica que los datos son consistentes y confiables, respaldando la validez del diseño experimental y el análisis estadístico para evaluar

la precisión y confiabilidad, con los datos son relativamente consistentes y tienen poca variabilidad en relación con la media.

El análisis de varianza muestra que tanto la concentración de máchica, la alfalfa germinada y la pulpa de zanahoria con los endulzantes (panela y la azúcar) y los estabilizantes (goma xantana y goma arábica), si existe diferencia significativa en la variable de pH, por lo que se acepta la Hipótesis Alterna ( $H_1$ ) y permite rechazar la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

- **Prueba de tukey**

**Tabla 19**

Prueba de tukey

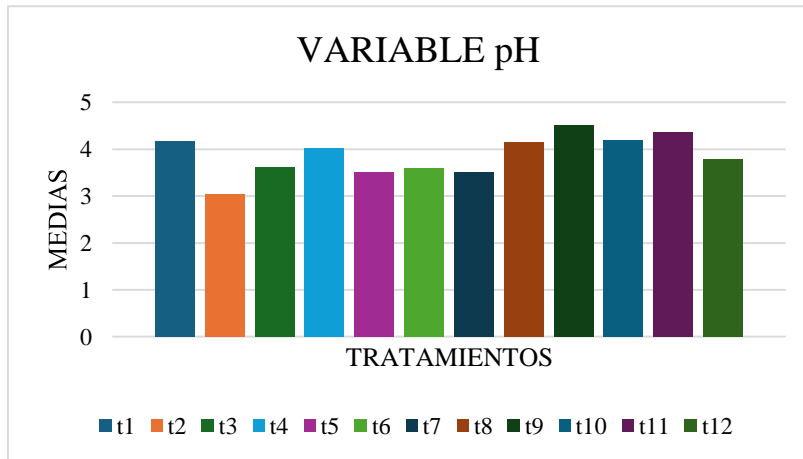
<b>Concentración</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rangos de M, AL y PZ</b>
3	4,21	8	0,1300	A
1	3,71	8	0,1300	B
2	3,69	8	0,1300	B

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

La prueba de Tukey Tabla 17, permitió identificar diferencias estadísticas significativas entre las distintas concentraciones de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria en cuanto a su efecto sobre el pH de la bebida. El tratamiento con concentración 3 presentó la mayor media de pH (4,21), agrupándose en el grupo estadístico "A", mientras que los tratamientos con concentraciones 1 (3,71) y concentración 2 (3,69) fueron ubicados en el grupo "B".

Esto indica que la combinación de ingredientes correspondiente a la primera fila del tratamiento 3 fue estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) respecto a los otros tratamientos. La diferencia sugiere que ciertos niveles de ingredientes funcionales pueden tener un impacto directo en la acidez de la bebida, posiblemente debido a la capacidad tampón de la máchica y los compuestos bioactivos presentes en la alfalfa germinada y la zanahoria.

**Figura 4** Promedio de la determinación de pH en la bebida



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la Figura 4 correspondiente a la variable pH, se observa que los valores fluctúan entre aproximadamente 3,1 y 4,6, dependiendo del tratamiento. El tratamiento t<sub>2</sub> presenta el valor de pH más bajo (3,1), lo que sugiere una mayor acidez, mientras que el tratamiento t<sub>9</sub> alcanza el pH más alto (4,6), indicando una menor acidez relativa. Estos valores se mantienen dentro del rango aceptable para bebidas no lácteas, según la Norma INEN 2337:2013, que establece un rango típico de pH entre 3,0 y 5,0 para este tipo de productos.

La variabilidad observada puede atribuirse a las diferentes proporciones de ingredientes ácidos como la zanahoria o componentes con efecto amortiguador, como la máchica. La presencia de azúcares y estabilizantes también puede influir ligeramente en la acidez final de la bebida. Similar comportamiento fue reportado por López & Morales (2020) en una bebida funcional a base de cereales y raíces, donde los valores de pH variaron según la formulación, afectando su estabilidad y aceptabilidad sensorial.

### 2.10.3.2 Acidez

En la tabla 17 se observa el análisis de varianza de la determinación de acidez en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) con dos endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

**Tabla 20**

*Análisis de varianza de la variable acidez*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	pvalor
Repeticiones	2.7E-07	1	2.7E-07	0,6725	0.8002 ns
M, AG y PZ	3.2E-06	2	1.6E-06	0.3946	0.6831 ns
En	1.7E-06	1	1.7E-06	0.4296	0.5256 ns

Es	2.7E-07	1	2.7E-07	0,0672	0.8002	ns
M, AG y PZ* En	0.00002	2	0.00001	2.2341	0.1534	ns
M, AG y PZ* Es	6.4E-07	2	3.2E-07	0.0800	0.9236	ns
En* Es	6.1E-07	1	6.1E-07	0.1521	0.7040	ns
M, AG y PZ*En*Es	4.4E-06	2	2.2E-06	0.5484	0.5484	ns
Error	2.9783	11	4.0E-06			
Total	0.00007	23				
C.V	0.67108					

### Elaborado por: Montoya M (2025)

M, AG, Y, PZ: Concentración de máchica, porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria.

T. En: Tipos de endulzantes

T. Es: Tipos de estabilizantes

M, AG, Y, PZ\*T. En: Concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de endulzantes

M, AG, Y, PZ\* T.ES: Concentración de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de estabilizantes

C.V: Coeficiente de Variación ns: No tiene significancia

#### Interpretación y discusión

En la Tabla 17 se presenta el análisis de varianza de la variable acidez en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*), utilizando dos tipos de endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos tipos de estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en ninguno de los factores evaluados ni en sus interacciones. Específicamente, el factor % de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria presentó un p-valor de 0,6831, indicando una tendencia de variación en la acidez, alcanzando una significancia estadística. De igual manera, los tipos de endulzantes y tipos de estabilizante presentaron valores de  $p = 0,7040$ , lo que evidencia que estos ingredientes no influyeron de manera significativa en la acidez titulable de la bebida, al menos en las proporciones utilizadas. Las interacciones dobles entre los factores (M, AG y PZ  $\times$  En, M, AG y PZ  $\times$  Es, En  $\times$  Es) tampoco generaron cambios significativos en la variable de estudio.

Además, el coeficiente de variación (C.V.) fue de 0,67108%, lo que indica una alta dispersión de los datos y sugiere la presencia de factores experimentales o metodológicos que afectaron la precisión del análisis, como variaciones en la medición, técnicas de titulación poco homogéneas o condiciones inestables durante el procesamiento. Se recomienda reforzar los protocolos de control en futuras investigaciones para disminuir este margen de error.

Desde una perspectiva técnica, estos resultados concuerdan con lo descrito por Romero et al. (2024), quienes evaluaron bebidas vegetales con sustitución parcial de harinas y observaron que la acidez no siempre se modifica significativamente, a menos que se incluyan ingredientes más ácidos como frutas cítricas o cultivos iniciadores. Asimismo, Manjarres et al. (2023) señalan

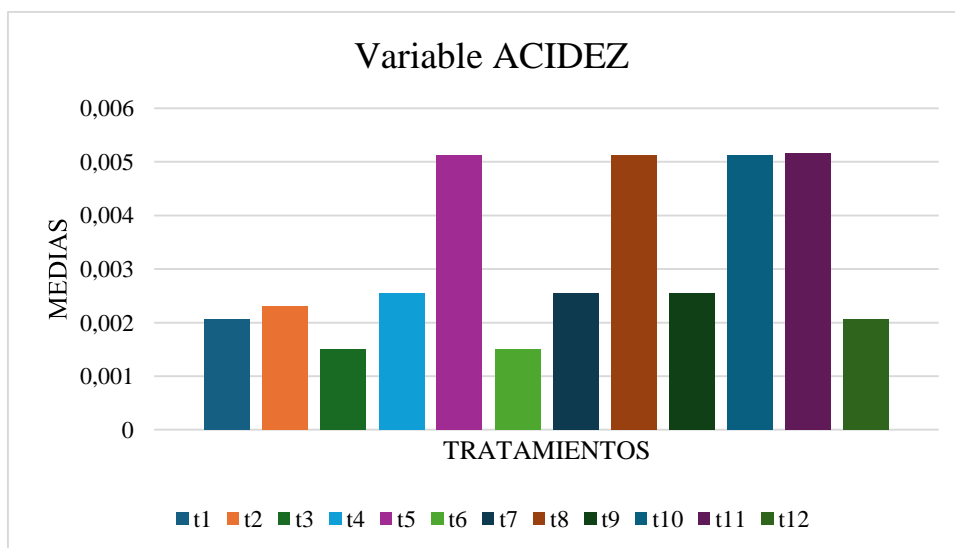
que la adición de componentes vegetales de bajo contenido ácido, como cereales y tubérculos, no altera sustancialmente la acidez de las formulaciones.

Con respecto a la normativa ecuatoriana, la NTE INEN 2337:2008 para bebidas no alcohólicas no especifica un valor obligatorio de acidez titulable, pero establece que el producto debe tener un pH inferior a 4,5 para garantizar su seguridad microbiológica y estabilidad durante el almacenamiento. En este sentido, la estabilidad observada en la acidez es favorable para el cumplimiento de la norma, ya que sugiere un comportamiento estable en la matriz del producto, lo cual es deseable tanto desde el punto de vista tecnológico como sanitario.

En conjunto, la ausencia de efectos significativos permite deducir que la formulación base de la bebida posee una estabilidad química aceptable frente a cambios moderados en sus ingredientes funcionales, lo que representa una ventaja en términos de diseño de producto. No obstante, debido a la alta variabilidad observada, se recomienda replicar el análisis bajo condiciones más controladas para confirmar estos resultados.

Estos resultados permiten aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), que establece que no existen diferencias estadísticas en la variable acidez entre los tratamientos evaluados.

**Figura 5** Promedio de la determinación de la acidez en la bebida



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la figura 5 correspondiente a la variable acidez, se observa una variación notable entre los tratamientos, con valores que oscilan entre aproximadamente 0,0015 y 0,0052. Los tratamientos t5, t8, t10 y t11 presentan los niveles más altos de acidez ( $\geq 0.005$ ), mientras que t3, t6 y t12 exhiben los valores más bajos ( $\sim 0.0015-0.0020$ ). Esta tendencia es coherente con los resultados obtenidos en la variable pH, donde se evidenció que, a mayor acidez, menor pH, y viceversa.

La mayor acidez en ciertos tratamientos podría deberse a una mayor proporción de pulpa de zanahoria o a la presencia de alfalfa germinada en condiciones que favorecieron la liberación de compuestos orgánicos ácidos durante la elaboración. La combinación con azúcar blanca o panela también puede incidir en la percepción y medición de la acidez.

Estos valores son adecuados para bebidas funcionales o refrescantes, ya que, según la INEN 2337:2013, una acidez titulable inferior al 0.6% es característica en este tipo de productos, lo que respalda la inocuidad y aceptabilidad de las formulaciones. Comparativamente, trabajos como el de Paredes (2019) en bebidas fermentadas de cereales y vegetales, registraron valores similares de acidez, reafirmando que las formulaciones evaluadas en este estudio presentan parámetros aceptables para consumo humano y estabilidad del producto.

### 2.10.3.3 ° Brix

En la tabla 18 se observa el análisis de varianza de la determinación de los °Brix en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) con dos endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

**Tabla 21**

*Análisis de varianza de la variable ° Brix*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	p-valor
Repeticiones	0.2017	1	0.2017	0.7448	0.4065ns
M, AG y PZ	0.3558	2	0.1779	0.6571	0.5376ns
En	3.5267	1	3.5267	13.0251	0.0041**
Es	0.0067	1	0.0067	0.0246	0.8782ns
AG y PZ*En	8.0258	2	4.0129	14.8211	0.0008**
AG y PZ* Es	1.4058	2	0.7029	2.5961	0.1193ns
En*Es	1.6017	1	1.6017	5.9155	0.0333*
M, AG y PZ* En*Es	1.3758	2	0.6879	2.5407	0.1238ns
Error	2.9783	11	0.2708		
Total	19.4783	23			
C.V	6.8093				

#### Elaborado por: Montoya M (2025)

M, AG, Y, PZ: Concentración de máchica, porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria.

T, En: Tipos de endulzantes

T, Es: Tipos de estabilizantes

AG, Y, PZ\*T, En: Porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de endulzantes

AG, Y, PZ\* T,ES: Porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de estabilizantes

C.V: Coeficiente de Variación ns:

No tiene significancia

\*: significativo

\*\*: Altamente significativo

Interpretación y discusión

La Tabla 18 muestra el análisis de varianza para la variable °Brix, que representa el contenido de sólidos solubles totales, especialmente azúcares, en la bebida elaborada con diferentes proporciones de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria, utilizando dos tipos de endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

Los resultados evidencian que el porcentaje de endulzante (% En) tiene un efecto altamente significativo sobre el contenido de °Brix ( $F = 13,0251$ ,  $p = 0,0041$ ), lo que indica que la selección del tipo de endulzante influye directamente en los sólidos solubles totales. Esto se explica por las características químicas de la panela, que, al ser menos refinada, aporta no solo sacarosa sino también azúcares reductores, minerales y compuestos fenólicos que aumentan el contenido total de sólidos.

Además, la interacción entre el porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria (% AG y PZ) con el porcentaje de endulzante (% En) resultó también altamente significativa ( $p = 0,0008$ ), sugiriendo que el efecto del endulzante sobre °Brix depende de las proporciones de estos ingredientes vegetales. Esta interacción se puede atribuir a la presencia de carbohidratos solubles, como glucosa y fructosa en la zanahoria, que modifican el perfil de dulzor y el contenido total de sólidos en combinación con el endulzante.

La interacción entre el porcentaje de endulzante y el porcentaje de estabilizante (% En  $\times$  % Es) también fue significativa ( $p = 0,0333$ ), indicando que la relación entre el tipo de endulzante y la viscosidad o retención de agua que aportan los estabilizantes puede alterar la distribución y percepción de los sólidos solubles en la bebida.

Los demás factores y sus interacciones no mostraron efectos estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ), y el coeficiente de variación (C.V.) fue de 6,81%, lo que confirma la consistencia y fiabilidad del experimento.

Estos hallazgos coinciden con los reportados por Romero et al. (2024) y Manjarres et al. (2023), quienes encontraron que la incorporación de ingredientes naturales ricos en azúcares solubles, como zanahoria, camote y panela, incrementa significativamente el contenido de °Brix en bebidas funcionales. Asimismo, Gastélum et al. (2023) observaron aumentos en °Brix al incluir zanahorias estresadas por heridas, lo que eleva la concentración de compuestos solubles.

Desde la perspectiva normativa, la NTE INEN 2337:2008 sobre bebidas no alcohólicas no establece un valor mínimo específico de °Brix, pero generalmente se espera que productos de base vegetal presenten entre 8 y 12° Brix, dependiendo de la formulación. La presencia significativa de azúcares naturales provenientes de la zanahoria, la panela y los almidones de la

máchica contribuye favorablemente a alcanzar estos valores, mejorando la percepción sensorial y la aceptabilidad comercial del producto.

En conclusión, el tipo de endulzante y su interacción con los ingredientes vegetales son determinantes clave en el contenido de °Brix de la bebida, lo que permite ajustar la formulación para optimizar tanto las propiedades nutricionales como sensoriales del producto.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis Alternativa ( $H_1$ ) y se rechaza la hipótesis Nula ( $H_0$ ).

- **Prueba de tukey**

**Tabla 22**

*Prueba de tukey para los ° Brix*

Factor A	Medias	N	E.E.	Rangos
2	8.025	12	0.15021	A
1	7.258	12	0.15021	B

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

La prueba de comparación múltiple de Tukey aplicada al factor A mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los niveles evaluados. El nivel 2 del factor A presentó la mayor media de sólidos solubles totales con 8,025 °Brix, siendo agrupado en el grupo "A", mientras que el nivel 1, con una media de 7,258 °Brix, se ubicó en el grupo "B". Estos resultados indican que el nivel 2 del factor A (posiblemente relacionado con una mayor proporción de ingredientes como máchica, alfalfa germinada o zanahoria) contribuyó a un incremento significativo en la concentración de azúcares solubles en la bebida. Este aumento puede deberse a la liberación de azúcares simples presentes en la zanahoria y/o a la hidrólisis parcial de compuestos complejos durante el procesamiento térmico.

**Tabla 23**

*Prueba de tukey*

Factor A	Factor B	Medias	N	E.E.	Rangos
3	2	8.675	4	0.26017	A
1	2	7.775	4	0.26017	A
2	1	7.750	4	0.26017	A
1	1	7.750	4	0.26017	A
2	2	7.625	4	0.26017	A

3	1	6.275	4	0.26017	B
---	---	-------	---	---------	---

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

Según los resultados de la prueba de Tukey en la Tabla 21, se evidencian diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos combinados de los factores A y B. Las combinaciones (2,2), (1,2), (2,1), (1,1), (2,2) y (1,2) presentaron medias entre 7,625 y 8,675, ubicándose dentro del grupo estadístico "A", lo cual indica que no existen diferencias significativas entre ellas.

En cambio, la combinación (3,1) con una media de 6,275 se ubicó en el grupo "B", siendo significativamente inferior al resto. Esto sugiere que la combinación del nivel 3 del Factor A con el nivel 1 del Factor B influye negativamente en el parámetro evaluado (posiblemente sólidos solubles °Brix o aceptación sensorial), reduciendo su valor de forma estadísticamente comprobada.

Estos resultados refuerzan la importancia de una formulación equilibrada entre los niveles de los factores A y B, ya que ciertas combinaciones favorecen significativamente las características deseadas de la bebida.

**Tabla 24**

*Prueba de tukey*

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	Rangos
2	2	8.300	6	0.21243	A
2	1	7.750	6	0.21243	A B
1	1	7.500	6	0.21243	A B
1	2	7.016	6	0.21243	B

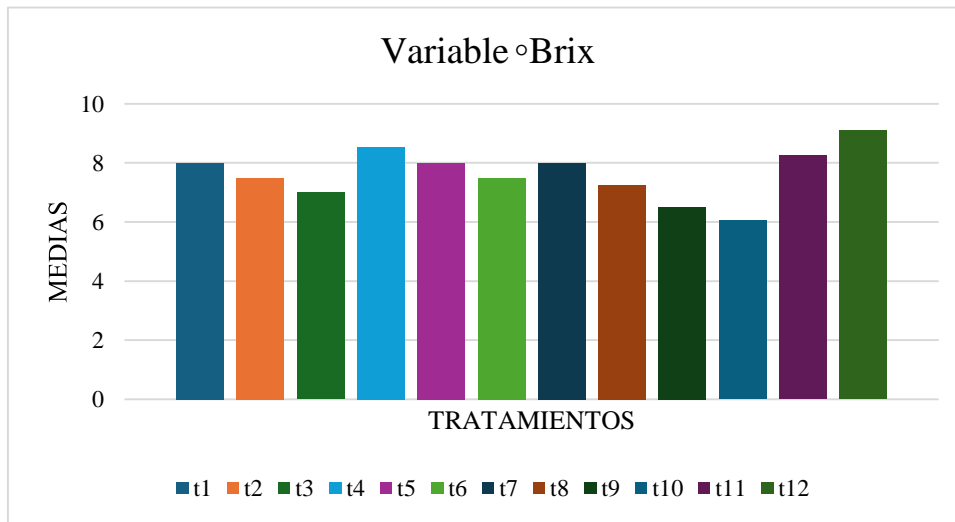
**Elaborado por: Montoya M (2025)**

Los resultados de la prueba de Tukey evidenciaron que la combinación del nivel 2 del Factor A con el nivel 2 del Factor B (A2B2) obtuvo la mayor media sensorial (8,300), siendo estadísticamente superior a la combinación A1B2 (7,016), que presentó la media más baja. Las combinaciones A2B1 y A1B1 no mostraron diferencias significativas entre sí, pero se ubicaron en un rango intermedio de preferencia.

Estos resultados indican que la interacción entre los factores influye directamente en la aceptación sensorial del producto. En particular, el uso de ciertas proporciones de máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria (Factor A), combinado con azúcar blanca (Factor B),

mejora significativamente atributos como el sabor y el dulzor percibido por los catadores. Por tanto, la combinación A2B2 puede considerarse la más adecuada desde el punto de vista sensorial.

**Figura 6** Promedio de la determinación de los °Brix en la bebida



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

La variable °Brix, que indica el contenido de sólidos solubles (principalmente azúcares), mostró valores entre 6,0 y 9,1 en los diferentes tratamientos. El tratamiento t<sub>12</sub> presentó el valor más alto (9,1 °Brix), lo que sugiere un mayor contenido de azúcares y, por tanto, una mayor dulzura percibida. En contraste, t<sub>10</sub> fue el más bajo con 6,0 °Brix. Estas diferencias pueden atribuirse a la proporción de ingredientes como zanahoria, alfalfa y el tipo de endulzante utilizado. Todos los tratamientos se mantienen dentro de rangos comunes en bebidas artesanales similares, lo cual indica una aceptable concentración de sólidos solubles.

**2.10.3.4 2.10.3.4. Densidad**

En la tabla 19 se observa el análisis de varianza de la determinación de la densidad en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) con dos endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

**Tabla 25**

Análisis de varianza

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	p-valor
Repeticiones	0.0014	1	0.0014	1.0479	0.3280 <sup>s</sup> ns
M, AG y PZ	0.0047	2	0.0023	1.7272	0.2272 ns
En	0.0010	1	0.0010	0.7151	0.4158 ns
Es	0.0016	1	0.0016	1.2134	0.2942 ns

M, AG y PZ * En	0.0006	2	0.0003	0.2141	0.8106	ns
M, AG y PZ * Es	0.0022	2	0.0011	0.8182	0.4664	ns
En* % Es	0.0005	1	0.0005	0.3348	0.5745	ns
M, AG y PZ * En* Es	0.0019	2	0.0010	0.7207	0.5080	ns
Error	0.0148	11	0.0013			
Total	0.0286	23				
<hr/>						
C.V	3.5328					

### Elaborado por: Montoya M (2025)

M, AG, Y, PZ: Concentración de máchica, porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria.

T. En: Tipos de endulzantes

T. Es: Tipos de estabilizantes

AG, Y, PZ\*T. En: Porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de endulzantes

AG, Y, PZ\* T.ES: Porcentaje de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria\*Tipos de estabilizantes

C.V: Coeficiente de Variación ns:

No tiene significancia

\*: significativo

\*\*: Altamente significativo

Interpretación y discusión

La Tabla 25 muestra el análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la determinación de la densidad en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*), formulada con dos tipos de endulzantes (panela y azúcar blanca) y dos estabilizantes (goma xantana y goma arábica).

Los resultados indican que ninguno de los factores analizados porcentaje de alfalfa germinada (% AG), porcentaje de pulpa de zanahoria (% PZ), porcentaje de endulzante (% E) ni sus interacciones mostraron efectos significativos sobre la densidad de la bebida (todos con  $p > 0.05$ ). Además, las repeticiones no presentaron variabilidad significativa ( $p = 0.3280$ ), y el coeficiente de variación (C.V.) fue bajo (3,53%), lo que refleja una buena precisión y control experimental.

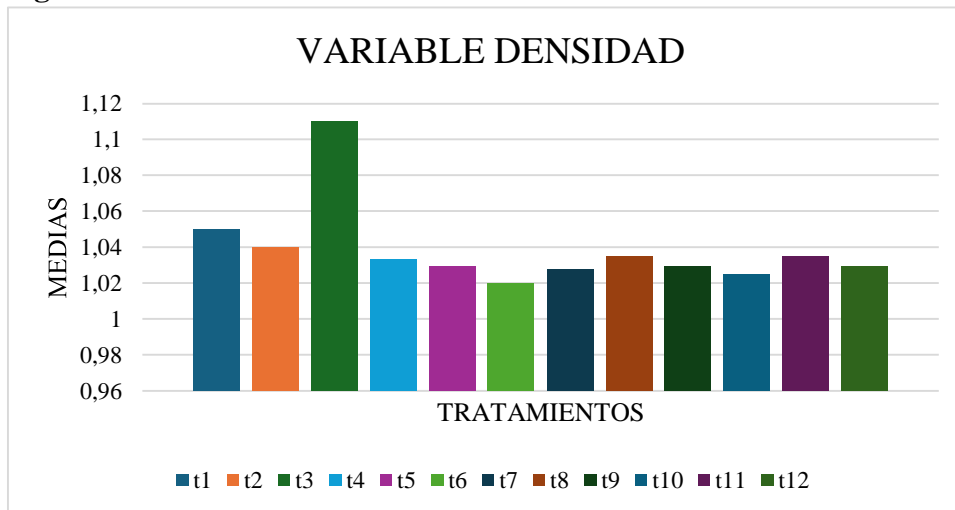
La ausencia de efectos significativos sugiere que la densidad de la bebida se mantiene estable frente a los cambios en los porcentajes de ingredientes y tipo de aditivos estudiados. Esto puede deberse a que la densidad, relacionada con la masa por unidad de volumen, está influenciada principalmente por el contenido global de sólidos y líquidos, que en las formulaciones evaluadas no varió lo suficiente para generar diferencias detectables.

En línea con estos resultados, investigaciones como las de Pérez et al. (2021) y Ramírez y Torres (2022) han reportado que la inclusión de ingredientes vegetales en bebidas funcionales no siempre modifica significativamente la densidad cuando las proporciones de sólidos totales permanecen dentro de rangos similares. Por otra parte, los estabilizantes como goma xantana y goma arábica, aunque afectan la textura y viscosidad, no suelen alterar la densidad de manera significativa.

La estabilidad de la densidad es favorable para el proceso productivo y la aceptación del producto, ya que asegura uniformidad en el peso y volumen por unidad, aspecto clave para el envasado, transporte y percepción del consumidor.

En conclusión, la densidad de la bebida de máchica enriquecida se mantiene constante frente a variaciones en los ingredientes y aditivos analizados, lo que facilita el control de calidad y la estandarización del producto final. Por lo cual se acepta la hipótesis Nula ( $H_0$ ). y se rechaza la hipótesis Alterna ( $H_1$ ).

**Figura 7** Promedio de la determinación de la densidad en la bebida



**Elaborado por: Montoya M (2025)**

La variable densidad presentó valores comprendidos entre 1,02 y 1,11 g/mL, observándose que el tratamiento t<sub>9</sub> alcanzó el valor más alto (1,11 g/mL), lo que indica una mayor concentración de sólidos y viscosidad en la bebida, posiblemente debido al tipo y proporción de ingredientes como alfalfa germinada y máchica. En contraste, el tratamiento T<sub>6</sub> mostró la menor densidad (1,02 g/mL), evidenciando una formulación más diluida.

Comparando con otros estudios, como el de Rojas (2022), en el desarrollo de una bebida vegetal a base de avena y vegetales, se reportaron densidades en el rango de 1,03 a 1,09 g/mL, similares a los obtenidos en este trabajo, lo cual sugiere que las formulaciones están dentro de los parámetros aceptables para bebidas de origen vegetal. Esta variable es importante, ya que influye en la textura y aceptabilidad del producto por parte del consumidor.

#### 2.10.4. Análisis de los resultados sensoriales de la bebida de máchica

##### 2.10.4.1 Análisis de varianza para la evaluación del atributo textura

**Tabla 26**

**Análisis de varianza para el atributo textura**

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. Calculado	p-valor	
Catadores	102,45	29	3,53	3,79	<0,0001	**
Tratamiento	11,17	11	1,02	1,09	0,3674	ns
Error	633,37	679	0,93			
Total	746,99	719				

\*\*altamente significativo ( $p < 0,01$ ) no significativo ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

#### Interpretación:

En el atributo textura en la Tabla 24, los resultados muestran que existe una diferencia significativa entre los catadores ( $p < 0,0001$ ), lo que implica diversidad de criterios individuales. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0,3674$ ), por lo cual se infiere que la adición de alfalfa germinada, pulpa de zanahoria y los distintos endulzantes/estabilizantes no tuvo un impacto determinante en la textura percibida de las formulaciones. De este modo, se mantiene la hipótesis nula ( $H_0$ ) para este atributo.

**Tabla 27**

*Prueba de tukey*

Catadores	Medias	n	E. E	Rango					
30	3,17	24	0,20	A					
6	3,21	24	0,20	A	B				
16	3,42	24	0,20	A	B	C			
23	3,42	24	0,20	A	B	C			
14	3,58	24	0,20	A	B	C	D		
11	3,63	24	0,20	A	B	C	D		
15	3,71	24	0,20	A	B	C	D	E	
24	3,75	24	0,20	A	B	C	D	E	

9	3,79	24	0,20	A	B	C	D	E
4	3,83	24	0,20	A	B	C	D	E
7	3,88	24	0,20	A	B	C	D	E
28	4,04	24	0,20	A	B	C	D	E
22	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E
12	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E
13	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E
25	4,17	24	0,20	A	B	C	D	E
29	4,17	24	0,20	A	B	C	D	E
20	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
21	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
1	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
8	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
17	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
26	4,25	24	0,20		B	C	D	E
3	4,25	24	0,20		B	C	D	E
5	4,25	24	0,20		B	C	D	E
10	4,33	24	0,20			C	D	E
18	4,33	24	0,20			C	D	E
19	4,33	24	0,20			C	D	E
2	4,58	24	0,20				D	E
27	4,75	24	0,20					E

---

*Elaborador por: Montoya M (2025)*

### **Interpretación**

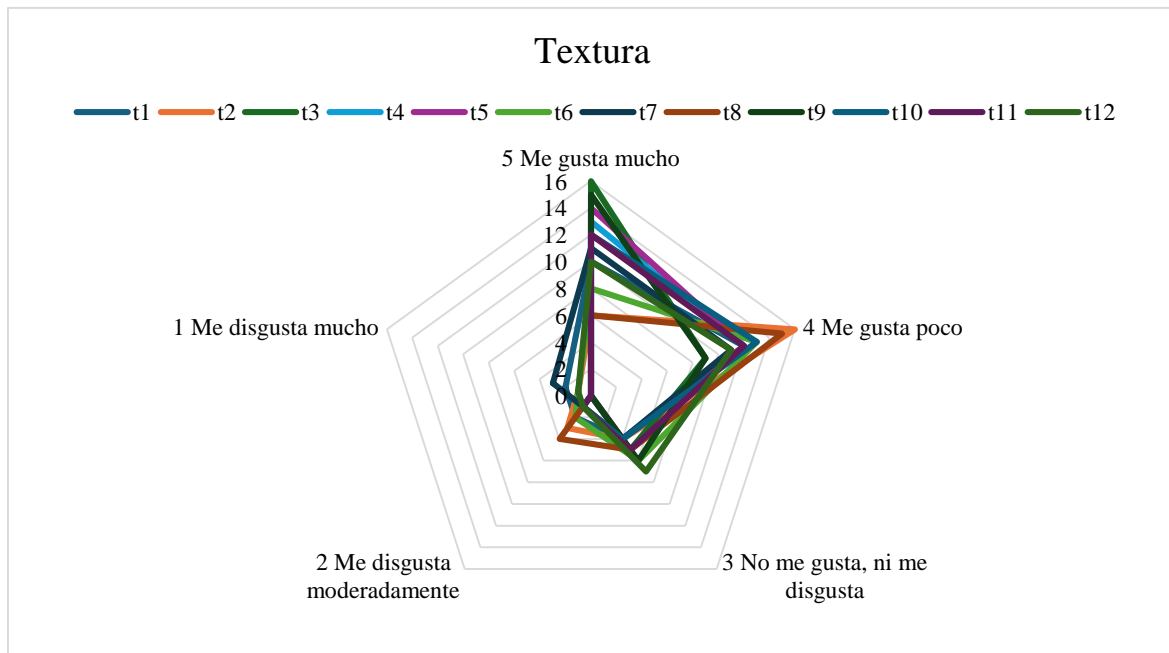
Los resultados obtenidos en la Tabla 25 de la evaluación sensorial muestran variabilidad en la aceptación de las diferentes muestras por parte de los catadores. Las medias de preferencia oscilaron entre 3,17 y 4,75 en una escala hedónica, indicando niveles de aceptación que van de moderada a alta. Se identificaron diferencias significativas entre las muestras, representadas por los distintos catadores, mediante el uso de letras que agrupan aquellas que no presentan diferencias estadísticas entre sí. Las muestras con valores más bajos, como la evaluada por el catador 30 (media 3,17), se ubicaron únicamente en el grupo A, lo cual evidencia que fue una de las menos aceptadas. De forma contraria, la muestra valorada por el catador 27 alcanzó la media más alta (4,75), posicionándose exclusivamente en el grupo E, lo que indica que fue significativamente más preferida en comparación con el resto.

Cabe destacar que muchas de las muestras se agruparon en más de una categoría (por ejemplo, A-B-C-D-E), lo que sugiere que, si bien existen diferencias, varios tratamientos compartieron niveles similares de aceptación por parte de los evaluadores.

En resumen, los resultados permiten establecer que hubo una diferencia significativa en la percepción sensorial de las muestras, destacándose una tendencia clara hacia una mayor preferencia por aquellas con puntuaciones superiores. Estos hallazgos son clave para identificar el tratamiento con mayor aceptación en el desarrollo de la bebida evaluada.

**Figura 8**

*Análisis sensorial de la textura*



**Elaborador por:** Montoya M (2025)

En la evaluación sensorial del atributo textura, se observa que los tratamientos T5, T6 y T9 presentan una mayor concentración de respuestas en la categoría “5 - Me gusta mucho”, lo que indica una alta aceptación por parte de los catadores. Esta favorable percepción puede atribuirse a la adecuada proporción de estabilizantes como la goma xantana y goma arábiga, que influyen directamente en la viscosidad y cuerpo de la bebida, proporcionando una textura suave y homogénea. En contraste, los tratamientos t<sub>2</sub> y t<sub>4</sub> obtuvieron valoraciones más bajas, probablemente por una textura menos uniforme o la presencia de partículas perceptibles. Estos resultados coinciden con lo reportado por Mendoza et al. (2022), quienes evaluaron bebidas vegetales enriquecidas y concluyeron que la adición de estabilizantes naturales mejora significativamente la textura y la aceptación sensorial. Asimismo, Paredes et al. (2021) encontraron que el equilibrio entre fibras vegetales y estabilizantes resulta crucial para lograr una textura cremosa y agradable en productos líquidos a base de cereales o raíces. Por lo tanto, la buena aceptación de los tratamientos mencionados sugiere que una adecuada formulación

permite obtener una textura deseable, que contribuye significativamente a la preferencia del consumidor.

#### 2.10.4.2 Análisis de varianza para la evaluación del atributo color

**Tabla 28.**

**Análisis de varianza para el atributo color**

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. Calculado	p-valor	
Catadores	102,45	29	3,53	3,79	<0,0001	**
Tratamiento	11,17	11	1,02	1,09	0,3674	ns
Error	633,37	679	0,93			
Total	746,99	719				

\*\*altamente significativo ( $p < 0,01$ ) no significativo ( $p > 0,05$ ) **Elaborado**

**por: Montoya M (2025)**

**Interpretación:**

De acuerdo con la Tabla 26, el análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color indica que existen diferencias altamente significativas entre los catadores ( $p < 0,0001$ ), lo cual evidencia variabilidad en la percepción individual del color. No obstante, los tratamientos no presentaron diferencias significativas ( $p = 0,3674$ ), lo que sugiere que las distintas formulaciones de la bebida de máchica enriquecida no influyeron perceptiblemente en la apreciación del color. Por tanto, no se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y no se acepta la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ), concluyendo que el atributo color no fue afectado significativamente por los ingredientes funcionales utilizados (alfalfa germinada y pulpa de zanahoria).

**Tabla 29** prueba de tukey

Catadores	Medias	n	E.E	Rango					
30	3,17	24	0,20	A					
6	3,21	24	0,20	A	B				
16	3,42	24	0,20	A	B	C			
23	3,42	24	0,20	A	B	C			
14	3,58	24	0,20	A	B	C	D		
11	3,63	24	0,20	A	B	C	D		
15	3,71	24	0,20	A	B	C	D	E	
24	3,75	24	0,20	A	B	C	D	E	
9	3,79	24	0,20	A	B	C	D	E	
4	3,83	24	0,20	A	B	C	D	E	
7	3,88	24	0,20	A	B	C	D	E	
28	4,04	24	0,20	A	B	C	D	E	
22	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E	

12	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E
13	4,08	24	0,20	A	B	C	D	E
25	4,17	24	0,20	A	B	C	D	E
29	4,17	24	0,20	A	B	C	D	E
20	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
21	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
1	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
8	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
17	4,21	24	0,20	A	B	C	D	E
26	4,25	24	0,20		B	C	D	E
3	4,25	24	0,20		B	C	D	E
5	4,25	24	0,20		B	C	D	E
10	4,33	24	0,20			C	D	E
18	4,33	24	0,20			C	D	E
19	4,33	24	0,20			C	D	E
2	4,58	24	0,20				D	E
27	4,75	24	0,20					E

*Elaborador por: Montoya M (2025)*

### **Interpretación**

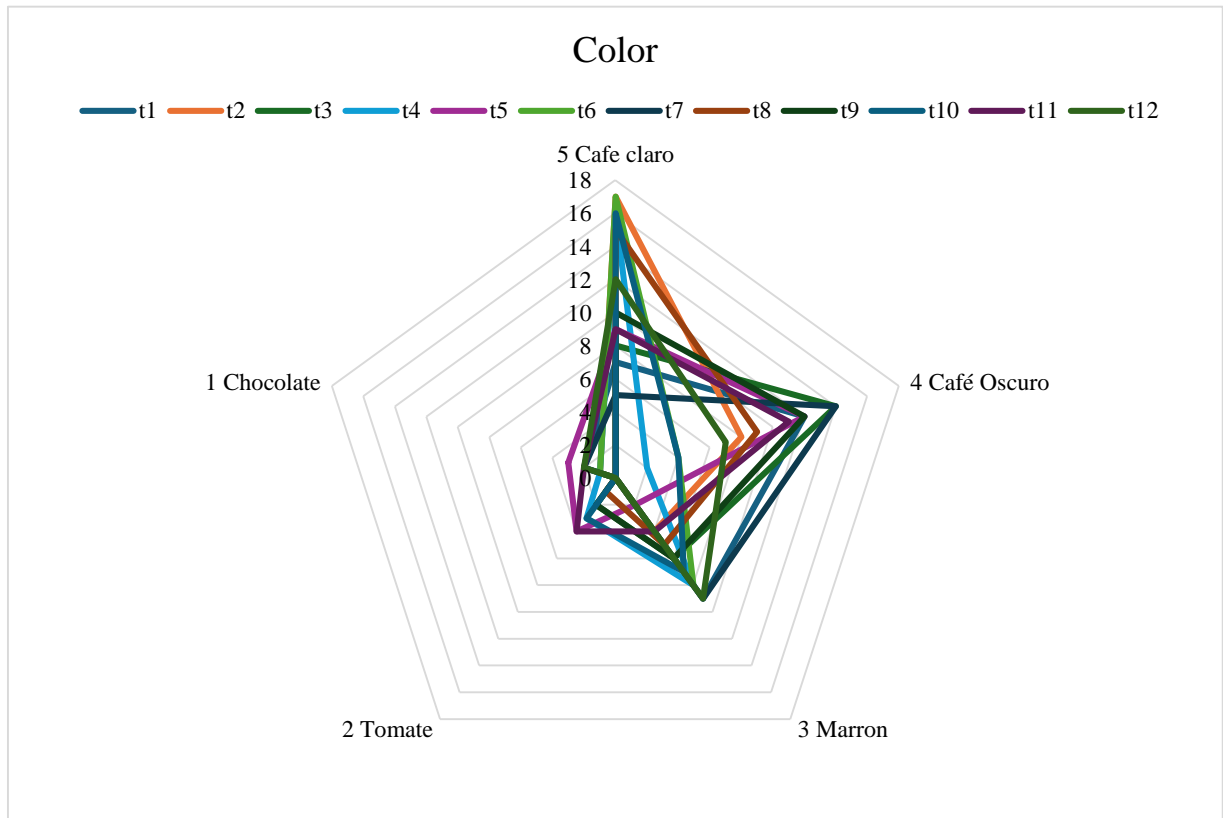
La Tabla 27 de la prueba de tukey la evaluación sensorial realizada por 30 catadores evidenció diferencias significativas en el nivel de aceptación de las muestras. Las puntuaciones promedio se situaron entre 3,17 y 4,75 en una escala hedónica, lo que indica una aceptación general entre moderada y alta.

La muestra con menor aceptación fue la correspondiente al catador 30 (media 3,17), clasificada únicamente en el grupo A, lo que señala una diferencia estadística significativa frente a otras formulaciones. Por otro lado, la muestra del catador 27 obtuvo la mayor puntuación (media 4,75), ubicándose exclusivamente en el grupo E, siendo así la más preferida por el panel.

Varias muestras compartieron letras dentro de sus rangos, lo que indica que no presentan diferencias significativas entre ellas, reflejando niveles de aceptación similares. Este comportamiento permite identificar las formulaciones con mejor respuesta sensorial, información clave para la selección del tratamiento óptimo en el desarrollo del producto.

### **Figura 9**

### Análisis sensorial del color



*Elaborador por: Montoya M (2025)*

En la evaluación sensorial del atributo color, los tratamientos  $t_2$  y  $t_4$  fueron los más aceptados al ubicarse en la categoría de “café claro”, reflejando una tonalidad visualmente más agradable para los catadores. Esta preferencia puede atribuirse a la proporción equilibrada de ingredientes como la pulpa de zanahoria, que aporta tonalidades anaranjadas claras, y al uso de azúcar blanca en lugar de panela, que tiende a oscurecer el producto. Resultados similares fueron reportados por Lepaus et al. (2023), quienes señalaron que, en bebidas funcionales a base de zanahoria y frutas, las tonalidades más claras son percibidas como más atractivas visualmente. Asimismo, investigaciones en smoothies vegetales han demostrado que el color es un factor decisivo en la aceptación del consumidor, favoreciendo tonalidades claras y homogéneas. Por tanto, el color del producto final no solo refleja la formulación, sino también influye directamente en la aceptación del consumidor.

#### 2.10.4.3 Análisis de varianza para la evaluación del atributo olor

**Tabla 30**

*Análisis de varianza para el atributo olor*

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. Calculado	p-valor
----------------------	-------------------	--------------------	------------------	--------------	---------

Catadores	112,7	29	3,89	1,9	0,0033	*
Tratamiento	38,37	11	3,49	1,7	0,0687	ns
Error	1390,92	679	2,05			
Total	1541,99	719				

\* significativo ( $p < 0,05$ ) no significativo ( $p > 0,05$ ) **Elaborado por: Montoya M (2025)**

### Interpretación:

El análisis para el atributo olor en la Tabla 26, mostró que existen diferencias significativas entre los catadores ( $p = 0,0033$ ), evidenciando distintas apreciaciones sensoriales individuales. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0,0687$ ), lo que indica que el tipo de formulación no generó un cambio en la percepción del olor. Por tanto, no se rechaza la  $H_0$  para este atributo.

**Tabla 31**

*Prueba de tukey*

Catadores	Medias	n	E.E	Rango	
16	2,79	24	0,29	A	
9	3,29	24	0,29	A	B
30	3,33	24	0,29	A	B
23	3,38	24	0,29	A	B
11	3,42	24	0,29	A	B
22	3,50	24	0,29	A	B
3	3,54	24	0,29	A	B
8	3,63	24	0,29	A	B
6	3,67	24	0,29	A	B
21	3,71	24	0,29	A	B
13	3,75	24	0,29	A	B
19	3,75	24	0,29	A	B
2	3,75	24	0,29	A	B
4	3,75	24	0,29	A	B
10	3,75	24	0,29	A	B
28	3,79	24	0,29	A	B
1	3,88	24	0,29	A	B
15	4,00	T24	0,29	A	B
20	4,04	24	0,29	A	B
24	4,04	24	0,29	A	B
14	4,04	24	0,29	A	B
17	4,13	24	0,29	A	B
5	4,13	24	0,29	A	B
29	4,13	24	0,29	A	B
27	4,17	24	0,29	A	B
12	4,21	24	0,29	A	B

25	4,21	24	0,29	A	B
18	4,25	24	0,29	A	B
26	4,63	24	0,29		B
7	4,67	24	0,29		B

---

*Elaborador por: Montoya M (2025)*

### **Interpretación**

En la Tabla 29 los resultados de la evaluación sensorial realizada por 30 catadores, se observaron diferencias en la aceptación de las muestras, con puntuaciones que oscilaron entre 2,79 y 4,67. Aunque todas las muestras se encuentran dentro de un rango aceptable, el análisis estadístico mediante rangos con letras mostró que la mayoría fueron agrupadas en los grupos A y B, indicando ausencia de diferencias significativas entre ellas.

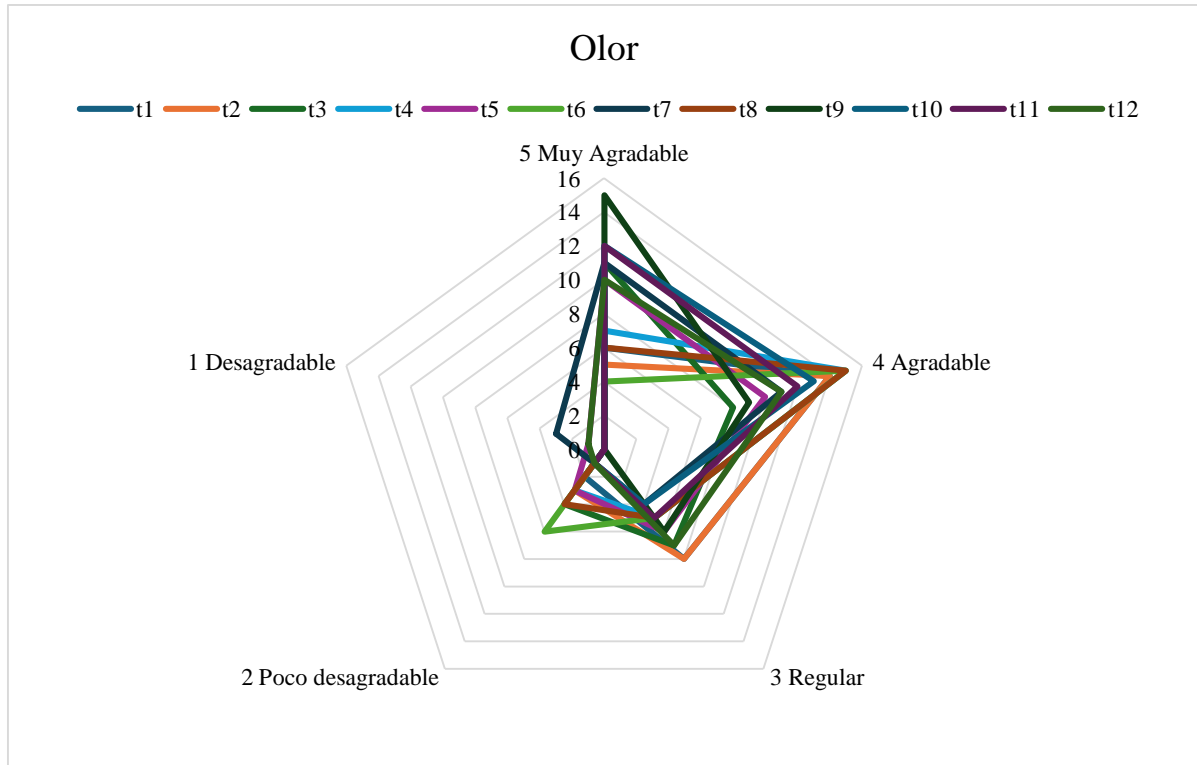
La muestra evaluada por el catador 16 obtuvo la calificación más baja (2,79), ubicándose exclusivamente en el grupo A, lo que sugiere menor aceptación en comparación con otras. En contraste, las muestras evaluadas por los catadores 26 y 7 alcanzaron los puntajes más altos (4,63 y 4,67, respectivamente), pertenecientes únicamente al grupo B, lo que evidencia una mayor preferencia por parte del panel.

La superposición de letras en la mayoría de las muestras (A-B) indica que estas fueron similares en cuanto a aceptación sensorial, sin presentar diferencias estadísticas significativas. Esto sugiere que, si bien hubo leves variaciones en la puntuación, muchas de las formulaciones fueron percibidas con un nivel de agrado comparable por los catadores.

Estos resultados permiten identificar las muestras con mejor percepción sensorial, lo cual es útil para seleccionar las formulaciones más aceptadas en el desarrollo del producto final.

### **Figura 10**

### Análisis sensorial del olor



*Elaborador por: Montoya M (2025)*

En la figura 10 del análisis sensorial correspondiente al atributo **olor**, se observa que la mayoría de los tratamientos fueron calificados dentro del rango de "agradable" a "muy agradable". Destacan t<sub>9</sub>, t<sub>11</sub> y t<sub>3</sub>, los cuales alcanzaron puntuaciones cercanas al nivel 5 ("muy agradable"), lo que indica una buena aceptación por parte de los catadores en cuanto al aroma de la bebida.

El tratamiento t<sub>9</sub>, que contenía una formulación equilibrada de máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria y azúcar blanca como endulzante, se perfila como uno de los más aceptados también en esta variable, al igual que en sabor. Esto sugiere que la combinación de ingredientes no solo aportó un perfil de sabor agradable, sino también un aroma distintivo que mejoró la percepción general de la bebida.

Por otro lado, tratamientos como t<sub>6</sub> y t<sub>4</sub> presentaron una menor concentración en los niveles más altos de agrado sensorial, lo cual podría deberse al tipo o proporción de ingredientes empleados, especialmente si se usaron endulzantes o estabilizantes que afectaron negativamente las notas aromáticas.

#### 2.10.4.4 Análisis de varianza para la evaluación del atributo sabor

**Tabla 32***Análisis de varianza para el atributo sabor*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculado</b>	<b>p-valor</b>	
Catadores	96,97	29	3,34	2,28	0,0002	**
Tratamiento	41,65	11	3,79	2,58	0,0032	**
Error	995,98	679	1,47			
Total	1134,6	719				

\* altamente significativo ( $p < 0,05$ )**Elaborado por: Montoya M (2025)****Interpretación:**

En cuanto al sabor en la Tabla 27, se evidencia que tanto los catadores ( $p = 0,0002$ ) como los tratamientos ( $p = 0,0032$ ) presentaron diferencias estadísticamente significativas. Esto implica que tanto las percepciones individuales como las formulaciones influyeron en la aceptación del sabor. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), concluyendo que las distintas proporciones de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria afectaron significativamente el atributo sabor.

**Prueba tukey para el sabor****Tabla 33***Prueba tukey de tratamientos para el atributo de sabor*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>	
6	3,42	60	0,16	A	
4	3,50	60	0,16	A	
2	3,57	60	0,16	A	B
12	3,57	60	0,16	A	B
5	3,77	60	0,16	A	B
1	3,82	60	0,16	A	B
7	3,85	60	0,16	A	B
10	3,87	60	0,16	A	B
11	3,97	60	0,16	A	B
8	4,00	60	0,16	A	B
3	4,03	60	0,16	A	B
9	4,27	60	0,16	B	

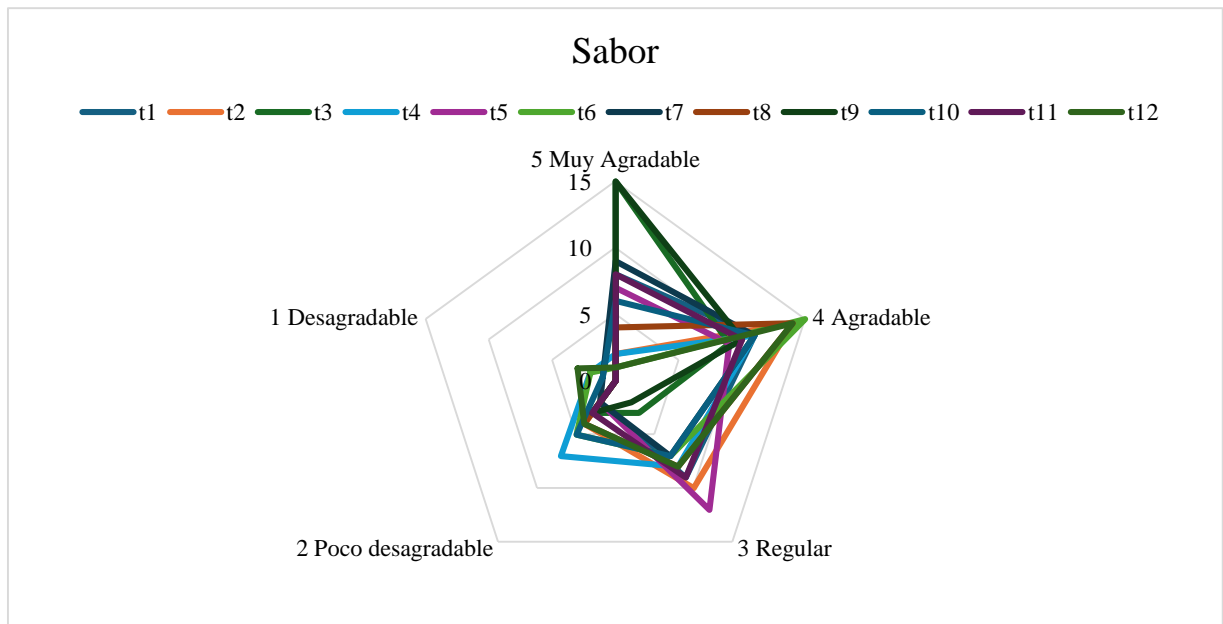
**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la tabla 31, correspondiente a la prueba de Tukey aplicada al atributo sabor, se evidencian diferencias estadísticas entre los tratamientos, agrupados de acuerdo con sus promedios. El tratamiento t<sub>9</sub> obtuvo una media de 4,27, siendo ubicado en el grupo “B”, lo que indica una aceptación significativamente mayor en comparación con otros tratamientos.

Por el contrario, los tratamientos t<sub>6</sub> (3,42) y t<sub>4</sub> (3,50) se ubicaron en el grupo “A”, evidenciando una menor aceptación sensorial. Esto sugiere que la combinación de ingredientes empleada en t<sub>9</sub>, principalmente el uso equilibrado de máchica (32%), alfalfa germinada (12,2%), pulpa de zanahoria (12,2%) y azúcar blanca como endulzante, junto con goma xantana como estabilizante, mejoró la percepción del sabor en los catadores, superando incluso a formulaciones con similares proporciones, pero diferentes tipos de edulcorantes o estabilizantes.

### Figura 11

#### *Análisis sensorial del sabor*



*Elaborador por: Montoya M (2025)*

En la figura 11 del análisis sensorial del atributo sabor, los tratamientos t<sub>9</sub>, t<sub>3</sub> y t<sub>11</sub> obtuvieron los mayores niveles de preferencia, ubicándose entre las categorías de “agradable” y “muy agradable”. Esto indica que estas formulaciones ofrecieron un perfil de sabor equilibrado, posiblemente influenciado por la adecuada combinación entre el dulzor de los endulzantes (como la panela), el sabor característico de la máchica, y las notas vegetales de la alfalfa germinada y la zanahoria.

Este resultado es congruente con lo hallado por Benavides et al, (2021), quienes observaron en una bebida de zanahoria y espinaca que el sabor fue mejor valorado en tratamientos con ingredientes frescos y dulzor moderado. Del mismo modo, Díaz S, (2022) destacó que el uso de hortalizas como la zanahoria en bebidas funcionales aporta un sabor agradable y familiar para el consumidor, lo que mejora la aceptación global del producto.

#### 2.10.4.5 Análisis de varianza para la evaluación del atributo dulzor

**Tabla 34**

*Análisis de varianza para el atributo dulzor*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculado</b>	<b>p-valor</b>	
Catadores	109,61	29	3,78	3,87	<0,0001	**
Tratamiento	52,56	11	4,78	4,89	<0,0001	**
Error	663,69	679	0,98			
Total	825,86	719				

\*Significativo

\*\*altamente significativo ( $p < 0.01$ )

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

#### **Interpretación:**

En cuanto al sabor en la Tabla 32, se evidencia que los resultados muestran diferencias altamente significativas tanto entre catadores como entre tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Esto evidencia que la percepción del dulzor fue influida tanto por factores subjetivos como por las formulaciones. Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , indicando que la combinación de tipo y cantidad de endulzante impactó significativamente en la percepción del dulzor.

#### **Prueba tukey para el dulzor**

**Tabla 35 Prueba tukey de tratamientos para el atributo de dulzor**

Tratamiento	Media	N	E.E.	Rango		
6	3,33	60	0,13	A		
2	3,33	60	0,13	A		
1	3,58	60	0,13	A	B	
8	3,58	60	0,13	A	B	
12	3,60	60	0,13	A	B	
4	3,63	60	0,13	A	B	
5	3,78	60	0,13	A	B	C
11	3,85	60	0,13	A	B	C
7	3,85	60	0,13	A	B	C

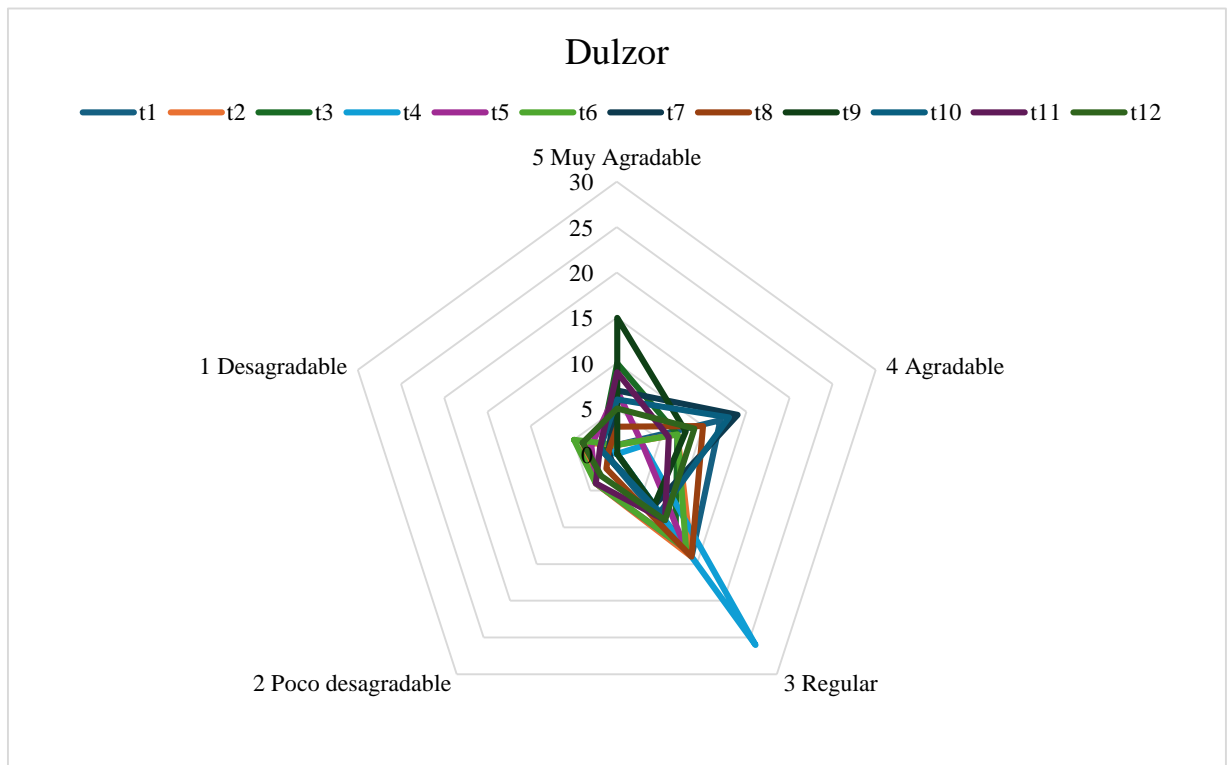
10	3,93	60	0,13	B	C
3	4,07	60	0,13	B	C
9	4,28	60	0,13		C

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

### Interpretación:

En cuanto al atributo dulzor en la Tabla 33, los resultados de la prueba de Tukey también revelan diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento  $t_9$ , con un promedio de 4,28, se situó en el grupo “C”, indicando que fue percibido como el más dulce y mejor aceptado, mientras que los tratamientos  $t_6$  y  $t_2$  (ambos con una media de 3,33) fueron clasificados dentro del grupo “A”, siendo los menos dulces y preferidos por los catadores. Esto confirma que la formulación de  $t_9$ , con mayor contenido de azúcar blanca y proporciones balanceadas de ingredientes funcionales, fue determinante en la percepción del dulzor. Este hallazgo valida la hipótesis alterna ( $H_1$ ), ya que los tratamientos sí influyen significativamente en el dulzor del producto. Además, refuerza la necesidad de seleccionar cuidadosamente el tipo y cantidad de endulzante en bebidas funcionales, ya que un dulzor equilibrado puede mejorar la aceptabilidad general del producto sin comprometer sus propiedades nutricionales. **Figura 12**

*Análisis sensorial del dulzor.*



**Elaborador por: Montoya M (2025)**

En el análisis sensorial del atributo *dulzor*, los tratamientos t<sub>9</sub>, t<sub>1</sub> y t<sub>3</sub> obtuvieron mayores niveles de agrado por parte de los catadores, ubicándose entre las categorías de “agradable” y “muy agradable”. Esto sugiere que estas formulaciones lograron un equilibrio adecuado entre los ingredientes naturales (máchica, alfalfa germinada y pulpa de zanahoria) y los endulzantes (panela o azúcar), generando una percepción positiva en los evaluadores.

Este comportamiento es consistente con lo reportado por Benavides et al (2021) en su tesis sobre una bebida probiótica a base de zanahoria y espinaca, donde también se observó que las formulaciones con niveles moderados de azúcar fueron mejor valoradas por su dulzor balanceado, mientras que niveles bajos o excesivos disminuyeron la aceptabilidad. Asimismo, en el estudio de Díaz S (2022), se indicó que los tratamientos con mayor contenido de zanahoria rica en azúcares naturales, combinados con panela obtuvieron puntajes sensoriales más altos en dulzor, resaltando el efecto positivo de los azúcares naturales en la percepción del consumidor.

#### 2.10.4.6. Selección del mejor tratamiento con relación a las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales

**Tabla 36**

*Selección del mejor tratamiento basado en las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales.*

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS												
VARIABLE	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>
<i>pH</i>	4,18	3,05	3,62	4,02	3,505	3,595	3,52	4,16	4,525	4,20	4,36	3,79
<i>• Brix</i>	8	7,5	7	8,55	8	7,5	8	7,25	6,5	6,05	8,25	9,1
<i>Acidez</i>	4,68	4,66	4,63	4,64	4,66	4,67	4,67	4,64	4,63	4,64	4,66	4,66
<i>Densidad</i>	1,05	1,04	1,11	1,033	1,029	1,02	1,027	1,035	1,029	1,025	1,035	1,029
ANÁLISIS SENSORIAL												
VARIABLE	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>
<i>TEXTURA</i>	116	113	131	127	130	115	116	113	129	126	125	118
<i>COLOR</i>	112	130	118	119	110	126	110	128	120	123	111	117
<i>OLOR</i>	114	111	116	116	115	107	116	113	129	126	125	118
<i>SABOR</i>	115	104	126	94	111	98	115	108	127	106	113	96

<b>DULZOR</b>	99	87	113	91	97	85	115	102	128	110	106	98
---------------	----	----	-----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	----

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

En la tabla 31 se presentan los resultados obtenidos, se identificó al tratamiento  $t_9$  como el más destacado entre las formulaciones evaluadas, debido a que logró un equilibrio adecuado entre sus propiedades fisicoquímicas y la aceptación sensorial. Este tratamiento presentó un pH de 4,52, ideal para garantizar estabilidad sin alterar el sabor, y un contenido de sólidos solubles (°Brix) de 6,5, que ofreció un dulzor agradable sin ser excesivo. Además, su densidad de 1,029 g/mL proporcionó una textura suave y bien percibida al momento de la degustación. Desde el punto de vista sensorial, el  $t_9$  sobresalió en sabor, aroma y dulzor, recibiendo las mejores valoraciones por parte de los catadores. Estos resultados permiten concluir que la mezcla empleada, compuesta por máchica, alfalfa germinada, pulpa de zanahoria, panela y goma xantana, el cual dio como resultado una bebida con buen perfil nutricional, de agradable sabor y con potencial para ser aceptada por los consumidores.

**2.10.5. Informe nutricional del mejor tratamiento**

**Tabla 37**

*Análisis nutricional del mejor tratamiento*

PARÁMETRO	RESULTADO %	MÉTODO/ NORMA
Humedad total (%)	<b>83,69</b>	<b>PEE-AN-01-FQ / INEN ISO 1442</b>
Materia seca (%)	<b>16,31</b>	<b>Cálculo</b>
Proteína (%)	<b>1,47</b>	<b>PEE-AN-02-FQ / INEN ISO 937</b>
Fibra (%)	<b>1,20</b>	<b>PEE-AN-05-FQ / INEN 522</b>
Grasa (%)	<b>0,37</b>	<b>PEE-AN-03-FQ / INEN ISO 1443</b>
Ceniza (%)	<b>0,22</b>	<b>PEE-AN-04-FQ/ INEN ISO 936</b>
Materia orgánica (%)	<b>99,75</b>	<b>Cálculo</b>
Valor energético kcal/100g	<b>32,20</b>	<b>Cálculo</b>
Zinc mg	<b>1,12</b>	<b>AOAC/Colorimétrico/AOAC 999.11</b>
Calcio mg	<b>25,40</b>	<b>AOAC/Colorimétrico/AOAC 968.31</b>
Potasio mg	<b>3,25</b>	<b>AOAC/ Espectrofotometría/AOAC 969.23</b>
Hierro mg	<b>1,05</b>	<b>AOAC/ Espectrofotometría/AOAC 965.09</b>

*Elaborado por: Montoya. M, (2025)*

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 35, realizados al mejor tratamiento ( $t_9$ ) de la bebida de máchica enriquecida de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria. Los parámetros evaluados indicando que el producto tiene un contenido significativo de humedad 83.69%, lo

cual es característico de la bebida enriquecida y contribuye a su textura semi ligera y aceptable para el consumidor.

De acuerdo con las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337, que establece los requisitos para jugos, pulpas néctares y jugos de frutas y vegetales, considerando lo establecido en la NTE INEN 2587:2011 para productos alimenticios funcionales, los parámetros analizados en la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria son técnicamente aceptables y funcionalmente apropiados. El contenido de proteína (1,47%) se encuentra dentro del rango esperado para bebidas elaboradas con cereales y vegetales. Aunque este valor es relativamente bajo, es aceptable según lo reportado para productos similares. El uso de alfalfa germinada contribuye al contenido proteico, y podría mejorarse aún más con la inclusión de leguminosas u otras fuentes vegetales ricas en proteínas, como lo sugieren estudios complementarios en formulaciones funcionales. En cuanto al contenido de fibra dietética (1,20%). La presencia de fibra proveniente de la zanahoria y la máchica puede ser valorada favorablemente por consumidores que buscan alternativas funcionales con beneficios digestivos. El valor energético estimado (32,20 kcal/100 g) posiciona a la bebida como una opción ligera y refrescante, ideal para personas que buscan productos de bajo contenido calórico. Este nivel calórico se alinea con las tendencias actuales de consumo de bebidas funcionales sin exceso de azúcares ni grasas. La materia seca (14,5%) y la materia orgánica (99,75%) indican una baja concentración de sólidos, lo cual es característico y deseable en bebidas de base vegetal. Estos valores son coherentes con las propiedades de la formulación, que prioriza ingredientes naturales y un perfil sensorial suave. En relación con los minerales, los niveles de calcio (25,40 mg/100 g), zinc (1,12 mg/100 g) y hierro (1,05 mg/100 g) aportan un valor agregado desde el punto de vista nutricional, especialmente por la inclusión de ingredientes como la alfalfa germinada, conocida por su riqueza mineral.

#### ***2.10.6. Análisis de levaduras y mohos del mejor tratamiento***

En la tabla 33 se puede observar los resultados obtenidos al realizar el recuento de levaduras y mohos del mejor tratamiento  $t_9$  con 32% bebida de máchica, 16% de alfalfa germinada, 16% de pulpa de zanahoria, panela y goma xantana

#### **Tabla 38**

*Análisis de recuento de levaduras y mohos.*

<p><b><math>t_9</math> 32% bebida de máchica, 16% de alfalfa germinada, 16% de pulpa de zanahoria, panela y goma xantana</b></p>
--

<b>Ensayos microbiológicos</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>
Recuento de Levaduras	PEE-AN-13-MB/ INEN 1529-10 modificado	UFC/g	1,1 x 10 <sup>4</sup>
Mohos	PEE-AN-13-MB/ INEN 1529-10 modificado	UFC/g	1,1 x 10 <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Montoya. M, (2025)

Los valores obtenidos en la Tabla 33 indican que el tratamiento t<sub>9</sub> con la formulación de 32% de máchica, 16% de alfalfa germinada, 16% de pulpa de zanahoria, panela y goma xantana, cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337 para pulpas, néctares, bebidas de frutas y vegetales, en cuanto a levaduras y mohos.

Ambos valores se encuentran en el límite superior permitido por la normativa, lo cual implica que la bebida es apta para el consumo humano, aunque se sugiere mantener una vigilancia estricta sobre las condiciones de higiene y conservación. Estos recuentos están dentro del rango aceptable, pero su proximidad al máximo permitido señala la importancia de reforzar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), especialmente durante el procesado y almacenamiento. En estudios comparativos realizados en bebidas fermentadas como kéfir, chicha morada o kombucha, los recuentos de levaduras suelen fluctuar entre  $1 \times 10^3$  y  $5 \times 10^4$  UFC/g dependiendo del tipo de sustrato, tiempo de fermentación y control de condiciones sanitarias. En ese contexto, los resultados de la bebida t<sub>9</sub> se consideran competitivos y aceptables, sobre todo por tratarse de una formulación natural, sin conservantes químicos añadidos.

#### **2.10.7. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida de máchica enriquecida de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria**

**Tabla 39**

*Análisis de microorganismos del mejor tratamiento*

PARÁMETRO/UNIDAD	RESULTADO	VLP*	MÉTODO/NORMA
Escherichia coli, UFC/g	<b>&lt; 10</b>	-	<b>AOAC 991.14</b>
Aerobios mesófilos, UFC/g	<b>3,0 x 10<sup>5</sup></b>	-	<b>PEE-AN-11-MB / INEN ISO 4833 modificado</b>
Salmonella en 25g	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>PEE-AN-08-MB/ ISO 6579:2017</b>
Coliformes totales UFC/g	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	-	<b>MicroVal 2008LR04 (MV0806-004LR)</b>

**Elaborado por:** Montoya. M, (2025)

Los resultados microbiológicos obtenidos para el mejor tratamiento de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria demuestran, en términos generales, una aceptable calidad sanitaria del producto, cumpliendo en su mayoría con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337

La ausencia de *Salmonella spp.* en 25 g y un recuento de *Escherichia coli* menor a 10 UFC/g evidencian que el producto cumple con los parámetros esenciales de inocuidad alimentaria, lo cual es fundamental para garantizar la seguridad del consumidor. Estos resultados reflejan que se han aplicado medidas de higiene adecuadas durante el proceso de producción, especialmente en lo relacionado con la limpieza de ingredientes frescos como la alfalfa germinada y la zanahoria.

En cuanto al recuento de coliformes totales ( $2,0 \times 10^2$  UFC/g), si bien se encuentra dentro de los límites permisibles para bebidas no alcohólicas según estándares internacionales como el Codex Alimentarius, este valor se aproxima al límite crítico, lo cual sugiere la necesidad de reforzar las prácticas sanitarias en etapas como el envasado o la manipulación postproceso.

Por otro lado, el recuento de aerobios mesófilos ( $3,0 \times 10^5$  UFC/g) supera el rango óptimo recomendado para bebidas de este tipo ( $\leq 1,0 \times 10^5$  UFC/g), lo cual podría estar relacionado con una leve contaminación ambiental, deficiencias en la sanitización de equipos o falta de tratamiento térmico posterior. Aunque estos microorganismos no necesariamente son patógenos, su presencia en cantidades elevadas podría comprometer la vida útil del producto, su estabilidad microbiológica, y en ciertos casos, su calidad organoléptica.

#### **2.10.8. Costos y discusión de la producción de la bebida enriquecida.**

##### **2.10.8.1. Costos de producción.**

En la tabla se observa el costo del mejor tratamiento (t<sub>9</sub>) debido a que tuvo mayor aceptación en los parámetros evaluados fisicoquímicos y sensoriales.

**Tabla 40**

#### **Costos del mejor tratamiento**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Máchica	34	g	\$1.75	0.059
Alfalfa germinada	130	g	\$3.00	0.3933
Pulpa de zanahoria	130	g	\$1.50	\$0.195

Azúcar Blanca	70	g	\$1.20	\$0.084
Goma xanthan	1	g	\$8.00	\$0.008
Espicias	2.8	g	1,50	\$0.042
Botella de pet	24	Unidad	\$4.32	\$0.18
Agua purificada	1	Galón	\$2,50	\$2.50
<b>TOTAL</b>			<b>\$23,77</b>	<b>\$3,46</b>

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

### 2.10.8.2. Suministros y costos de producción de la bebida enriquecida

**Tabla 41**

*Resultados costo de producción y suministro.*

Suministro	%	Costo
Combustible y suministros	10%	0.55
Equipos y maquinaria	5%	0.28
Mano de obra	10%	0.65
<b>TOTAL</b>		1.48

**Elaborado por: Montoya M (2025) 2.10.8.3.**

Costo de producción y suministros.

**Tabla 42.**

*Suministros y costos del mejor tratamiento*

Subtotal 1	3,46
Subtotal 2	1,48
<b>TOTAL</b>	4,94
Utilidad 25%	2,16
<b>COSTO TOTAL</b>	7,10

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

### 2.10.8.4. Costo unitario de la bebida enriquecida

**Tabla 43.**

*Costo unitario en una presentación de 250 ml*

<b>Precio total</b>	<b>\$0,72 ctvs.</b> por unidad de 250 ml de la bebida
---------------------	---

**Elaborado por: Montoya M (2025)**

Se ha utilizado únicamente valores de la materia prima e insumos, los mismos que fueron adquiridos de manera local, el costo del mejor tratamiento por cada 250 ml de materia utilizados es de \$0.72 para la elaboración de la bebida, teniendo una utilidad de \$0,21 ctvs.

### **3 IMPACTOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Técnicos**

La elaboración de una bebida de máchica fortificada con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria representa un avance tecnológico en el sector agroindustrial, al combinar técnicas tradicionales con procesos modernos como la germinación controlada, el despulpado, el uso de estabilizantes naturales y el envasado higiénico, lo cual permite obtener un producto funcional, nutritivo y estable. Esta innovación impulsa el desarrollo de alimentos saludables, tecnifica el aprovechamiento de materias primas andinas poco explotadas y fortalece la formulación de bebidas con valor agregado, con potencial para ser replicadas y escaladas en la industria alimentaria.

#### **3.2 Sociales**

Esta bebida impulsa la valoración de productos autóctonos como la máchica y la zanahoria, rescatando prácticas tradicionales y adaptándolas a las exigencias del mercado actual. Favorece a los pequeños productores al generar una demanda sostenible de cultivos locales, fortaleciendo la economía rural. Promueve prácticas agrícolas responsables y fomenta el consumo de alimentos nutritivos con identidad cultural. A su vez, contribuye a la seguridad alimentaria mediante el aprovechamiento de ingredientes accesibles y funcionales. Este enfoque social permite mantener vivas las tradiciones andinas, integrándolas en propuestas innovadoras. Además, estimula el desarrollo comunitario y la inclusión de actores del sector agroalimentario local.

#### **3.3 Económicos**

El proyecto genera un impacto económico favorable al potenciar el aprovechamiento de cultivos como la máchica, la zanahoria y la alfalfa, que tradicionalmente han sido subutilizados en el sector agroalimentario. Al incentivar su producción y transformación, se dinamizan las cadenas de valor rural, generando oportunidades de empleo e ingresos en zonas agrícolas. Además, la

elaboración de una bebida funcional con valor agregado promueve la diversificación productiva y abre posibilidades de inserción en mercados locales y especializados. Este modelo productivo contribuye al fortalecimiento de la economía popular y solidaria, impulsando el emprendimiento agroindustrial con enfoque sostenible.

### 3.4 Ambientales

El desarrollo de la bebida de máchica fortificada con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria genera un impacto ambiental mínimo, al centrarse en el uso de materias primas naturales, de origen local y con bajo requerimiento industrial. El proyecto promueve prácticas de producción sostenible mediante la adecuada gestión de residuos orgánicos, como restos de zanahoria y alfalfa, que pueden ser reutilizados como compost o abono. Asimismo, se busca reducir el uso de insumos químicos y plásticos, implementando un proceso de elaboración eficiente y de bajo consumo energético. Esta propuesta se alinea con los principios de una agroindustria limpia y responsable, fomentando la conciencia ambiental en cada etapa del proceso.

## 4 RECURSOS Y PRESUPUESTOS

Recursos	Cantidad	Unidad	V. unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>EQUIPOS</b>				
Cocina industrial	1	3 horas de uso (3h)	\$0,50	\$1,50
Balanza digital	1	3 horas de uso	\$0,10	\$0,30
Despulpadora	1	1 hora de uso	\$0,15	\$0,15
Tanque de gas	1	3 horas de uso	\$3,00	\$,00
Ollas de acero inoxidable	3	3 horas de uso	\$0,25	\$0,75
Cucharón	3	u	\$1,50	\$4,50
<b>Subtotal</b>				<b>\$13,20</b>
<b>MATERIALES E INSUMOS</b>				
Paquete de vasos desechables grandes	1	Paquete	\$1,20	\$1,20
Paquetes de vasos pequeños de una onza	12	Paquetes	\$1,00	\$12,00
Paquete de servilletas	1	Paquete	\$1,50	\$1,50
Envases de plástico de 1L	22	Botellas	\$0,19	\$4,18
Baldes transparentes de 4L	2	U	\$3,00	\$6,00
Colador	2	U	\$1,00	\$2,00
Colador de tela	2	U	\$3,00	\$6,00
Jarras medidoras de 2 L	2	U	\$2,30	\$4,60

<b>Subtotal</b>				<b>\$37,48</b>
<b>MATERIAS PRIMAS</b>				
Semillas de alfalfa	4	Lb	\$10,00	\$40,00
Zanahoria	4	Kg	\$4,00	\$16,00
Máchica	10	Lb	\$0.75	\$7.50
Panela	3	Lb	\$1,00	\$3,00
Azúcar blanca	3	Lb	\$1,00	\$3,00
Canela	5	g	\$0,05	\$0,25
Clavo de olor	5	g	\$0,05	\$0,25
Pimienta dulce	5	g	\$0,05	\$0,25
<b>Subtotal</b>				<b>\$70,25</b>
<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>				
Análisis físico y químico del germinado	1	Análisis	\$85,00	\$85,00
Análisis físico y químico de la pulpa	1	análisis	\$ 45,00	\$45,00
Análisis nutricional del germinado	1	Análisis	\$85,00	\$85,00
Análisis nutricional de la pulpa	1	Análisis	\$45,00	\$45,00
Análisis de levaduras	4	Muestras	\$11,20	\$44,80
Análisis de mohos	4	Muestras	\$11,20	\$44,80
Análisis nutricional de la mejor bebida	1	Muestras	\$82,00	\$82,00
Análisis microbiológico de la mejor bebida	1	Muestras	\$83,00	\$83,00
Subtotal				\$614,60
Subtotal total				\$735,53
Imprevistos 10%				\$95,00
Total				\$830,5

**Elaborado por:** Montoya. M, (2025)

## 5 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en la caracterización de la alfalfa germinada muestran que contiene un 88,17% de humedad, 6,77% de proteína, 0,25% de grasa, 1,12% ceniza, 2,22% de fibra, la pulpa de zanahoria contiene un 90,18% humedad, 9,82 % de materia seca, 0% grasa 1,03 g/ml densidad, 1731  $\mu$  viscosidad. Estos valores influyen proporcionalmente en la formulación de la bebida, puesto que a mayor cantidad de alfalfa germinada y pulpa de zanahoria existe mayor humedad en la bebida. Sin embargo, la incorporación de estos ingredientes contribuyen con beneficios nutricionales.

- Se lograron formular adecuadamente los tratamientos para la elaboración de la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria, donde  $a_1= 34\%$  máchica,  $31\%$  alfalfa germinada,  $20\%$  pulpa de zanahoria;  $a_2= 30\%$  máchica,  $18\%$  de alfalfa germinada  $37\%$  pulpa de zanahoria;  $a_3= 32\%$  máchica,  $16\%$  alfalfa germinada,  $16\%$  pulpa de zanahoria, factor B (tipos de endulzantes) donde  $b_1= 14\%$  panela y  $b_2 = 14\%$  de azúcar blanca, y factor C (tipos de estabilizantes) donde,  $c_1= 1\%$  goma xantana y  $c_2 = 1\%$  goma rábica, por cada tratamiento.
- El tratamiento  $t_9$  ( $32\%$  máchica,  $16\%$  alfalfa germinada y  $16\%$  pulpa de zanahoria) presentó los mejores resultados: características fisicoquímicas:  $4,5\text{pH}$ ,  $6,5^\circ$  Brix,  $4,63$  acidez,  $1,029$  densidad, en cuanto al análisis sensoriales obtuvo los siguientes resultados: textura, color, olor, sabor, dulzor; muy agradable.
- La bebida de máchica fortificada con alfalfa germinada y pulpa de zanahoria presentó un perfil nutricional, el tratamiento ideal evidenció un contenido  $0,37\%$  de grasa,  $1,47\%$  de proteína  $1,20\%$  de fibra y  $32,20$  valor energético kcal/100 g, el cual muestra un perfil nutricional saludable y apto para su consumo; de igual manera se verificó los parámetros microbiológicos en donde mohos  $1,1 \times 10^2$  ufc/g y levaduras  $1,1 \times 10^4$  ufc/g; en cuanto se evidenció ausencia de *Salmonella spp.* y *E. coli*. La cual cumple con la norma INEN 2337
- Con la elaboración del análisis de costo del mejor tratamiento  $t_9$  para la bebida de máchica enriquecida con alfalfa germinada (*Medicago sativa*) y pulpa de zanahoria (*Daucus carota*) se obtuvo de  $\$0.72$  centavos por unidad de 250ml, el cual es un precio accesible para los consumidores y al compáralos con avenas que actualmente se encuentran en el mercado el costo de la bebida de máchica es una alternativa de consumo.

## 6 RECOMENDACIONES

- Implementar procesos de pasteurización y técnicas de conservación naturales (como el uso de conservantes naturales o altas presiones hidrostáticas) para prolongar la vida útil del producto sin afectar sus propiedades nutricionales ni sensoriales.
- Fomentar la capacitación a productores del sector campesino sobre el cultivo y aprovechamiento de germinados, especialmente de alfalfa, ya que representan una fuente nutritiva y funcional con alto valor agregado. Esta área aún poco explotada puede convertirse en una nueva oportunidad de comercialización y desarrollo agroindustrial

local, promoviendo la diversificación de productos y el fortalecimiento de la economía rural.

- Se observa que la pulpa de zanahoria representa un ingrediente innovador para la industria alimentaria, permitiendo su revalorización como insumo funcional. Su aprovechamiento otorga valor agregado a la producción primaria, beneficiando directamente a los agricultores y promoviendo el uso integral de materias primas locales.
- Este estudio puede servir como base para futuras investigaciones enfocadas en la determinación de la vida útil del producto y el desarrollo de su presentación comercial, con miras a su ingreso en mercados locales y potenciales nichos de consumo.
- El tiempo de vida útil de la bebida es muy corto ya que existe una acidificación que no permite la conservación por mucho tiempo, con lo cual nos da una pauta para poder trabajar en otro tema de vida útil de la bebida.

## 7 BIBLIOGRAFIA

Aguirre, V. J. (3 de 2022). La máchica y la repostería clásica. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34522>

Alpusig Granja, C. (3 de 2020). La máchica, elaboración, historia e importancia en la gastronomía del cantón Latacunga. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31076>

Badea, A., 1, C.-C.-V., & 2021, u. (s.f.). Benefits of barley grain in animal and human diets.

*intechopen.com*A Badea, C WijekoonCereal Grains-Volume 1, 2021•intechopen.com.

Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/75956>

Bainto-Ancheta, Loraine C.; Bunyameen, Nasuha; Ogawa, Yukiharu. (5 de 2025). Young seedlings as potential protein sources: Changes during germination and in vitro digestion. *LWT*, 223.

Benavides, J. M. & Arcalles, M. (2021). Elaboración de una bebida probiótica a base de zanahoria y espinaca. Universidad Agraria del Ecuador.

Cárceles Rodríguez, B., Durán-Zuazo, V., Soriano Rodríguez, M., García-Tejero, I., Gálvez Ruiz, B., & Cuadros Tavira, S. (12 de 2022). Conservation Agriculture as a Sustainable System for Soil Health: A Review. *Soil Systems*, 6(4).

Chaitra, K., Sarvamangala, C., Manikanta, D., Chaitra, P., & Fakrudin, B. (9 de 2020). Insights into genetic diversity and population structure of Indian carrot (*Daucus carota L.*)

- accessions. *Journal of Applied Genetics*, 61(3), 303-312. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32240517/>
- Chen, X., Xiong, Y., Yu, Z., Xu, Q., & Wu, Z. (6 de 2025). Effects of postharvest storage methods on the visual characteristics, antioxidant activity, and microbiological count of edible alfalfa sprouts. *LWT*, 226, 117953. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643825006371>
- Chicaiza, A. L. (2013). Elaboracion De Chicha De Jora Y Establecer Un Tipo De Envase Para Promover Su Consumo En Restaurantes De La Ciudad De Riobamba. 1-110.
- Choto Ramos, E. (2013). Diseño del proceso de elaboración de una bebida nutritiva a base de máchica y leche para la Molinera San Luis. 1-215. Obtenido de <https://dspace.espoach.edu.ec/items/59b502aa-f69b-42f1-878e-32db1c28e9d5>
- Dekka, S., Paul, A., Vidyalakshmi, R., & Mahendran, R. (10 de 2023). Potential processing technologies for utilization of millets: An updated comprehensive review. *Journal of Food Process Engineering*, 46(10), e14279. Obtenido de [/doi/pdf/10.1111/jfpe.14279](https://doi.org/10.1111/jfpe.14279)
- Díaz Santiago, E. (2022). Desarrollo de bebida funcional a base de tamarindo y zanahoria fortificada con sulfato ferroso. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.
- Ellison, S., Luby, C., Corak, K., Coe, K., Senalik, D., Iorizzo, M., . . . Dawson, J. (12 de 2018). Carotenoid presence is associated with the or gene in domesticated carrot. *Genetics*, 210(4), 1497-1508. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30352832/>
- Ganán, A. (2021). *Determinación Del Punto Óptimo De Cosecha De Zapallo (Cucurbita Maxima) Para La Elaboración De Chips Por Fritura Al Vacío*. Tesis de pregrado [Repositorio UTA], Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ddd99f98-80be-4e9a-bc74c25b5252c90c/content>
- Ghaderi-Ghahfarokhi, M., Shakarami, M., & Zarei, M. (12 de 2024). Alfalfa sprout flour: A promising ingredient to improve probiotic survival and antioxidant activity in mintflavored stirred yogurt. *Applied Food Research*, 4(2), 100555. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502224001653>
- Holguín, G., Muñoz, B., Yanos, J., & Rodríguez, P. (1 de 2025). Preparation and analysis of nectar based on achotillo (*Nepheleium lappaceum*), alfalfa (*Medicago sativa*) and green apple (*Malus domestica*). *Ciencia Digital*, 9(1), 149-167. Obtenido de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/3306>

- Hussain, A., Ali, S., Hussain, A., Hussain, Z., Manzoor, M., Hussain, A., . . . Tajudin, T. (5 de 2021). Compositional profile of barley landlines grown in different regions of GilgitBaltistan. *Wiley Online Library* A Hussain, S Ali, A Hussain, Z Hussain, MF Manzoor, A Hussain, A Ali, T Mahmood *Food science & nutrition*, 2021•Wiley Online Library, 9(5), 2605-2611. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fsn3.2215>
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2011). INEN 2337:2011. Jugos, néctares, bebidas de frutas y hortalizas. Requisitos. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Ikram, A., Rasheed, A., Ahmad Khan, A., Khan, R., Ahmad, M., Bashir, R., & Hassan Mohamed, M. (12 de 2024). Exploring the health benefits and utility of carrots and carrot pomace: a systematic review. *International Journal of Food Properties*, 27(1), 180-193. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10942912.2023.2301569>
- Kaur, A., & Purewal, S. (9 de 2023). Modulation of Cereal Biochemistry via Solid-State Fermentation: A Fruitful Way for Nutritional Improvement. *Fermentation* 2023, Vol. 9, Page 817, 9(9), 817. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2311-5637/9/9/817/htm>
- Kaur, Avneet; Purewal, Sukhvinder Singh; Phimolsiripol, Yuthana; Punia Bangar, Sneha. (8 de 2024). Unraveling the Hidden Potential of Barley (*Hordeum vulgare*): An Important Review. *Plants* 2024, Vol. 13, Page 2421, 13(17), 2421. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/17/2421/htm>
- Lazaridou, A., Kotsiou, K., & Biliaderis, C. (12 de 2022). Nutritional and technological aspects of barley  $\beta$ -glucan enriched biscuits containing isomaltulose as sucrose replacer. *Food Hydrocolloids for Health*, 2.
- Mata, F. (2020). *Helado de zanahoria (Daucua carota) en base láctea enriquecida con extracto de alfalfa (Medicago sativa) como fuente de hierro*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 18 de junio de 2025, de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MATA%20LUNA%20FERNANDO%20NORBERTO%202\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MATA%20LUNA%20FERNANDO%20NORBERTO%202_compressed.pdf)
- Matsumura, Y., Kitabatake, M., Kayano, S., & Ito, T. (4 de 2023). Dietary Phenolic Compounds: Their Health Benefits and Association with the Gut Microbiota. *Antioxidants*, 12(4).

- Mio, K., Ogawa, R., Tadenuma, N., & Aoe, S. (12 de 2022). Arabinoxylan as well as  $\beta$ -glucan in barley promotes GLP-1 secretion by increasing short-chain fatty acids production. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 32.
- Mio, K., Yamanaka, C., Kohyama, N., Ichinose, Y., Yanagisawa, T., & Aoe, S. (11 de 2021). Effect of roasted barley flour on lipid metabolism and gut fermentation in mice fed highfat diets. *Journal of Cereal Science*, 102.
- Mio, Kento; Togo-Ohno, Marina; Tadenuma, Natsuki; Ogawa, Reina; Yamanaka, Chiemi; Aoe, Seiichiro. (1 de 2023). A single administration of barley  $\beta$ -glucan and arabinoxylan extracts reduces blood glucose levels at the second meal via intestinal fermentation. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 87(1), 99-107.
- Moreno Mejía, C., Iza Iza, P., & Porras Ortiz, M. (2020). Mejoramiento nutricional de la Máchica utilizando cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus ssp*) para combatir la desnutrición en comunidades campesinas e indígenas del Ecuador. *Academia Journals*, 1010-1015.  
Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/340417789\\_Mejoramiento\\_nutricional\\_de\\_la\\_Máchica\\_utilizando\\_cebada\\_Hordeum\\_vulgare\\_quinua\\_Chenopodium\\_quinoa\\_y\\_amaranto\\_Amaranthus\\_ssp\\_para\\_combatir\\_la\\_desnutricion\\_en\\_comunidades\\_campesinas\\_e\\_indigenas\\_del\\_Ecu](https://www.researchgate.net/publication/340417789_Mejoramiento_nutricional_de_la_Máchica_utilizando_cebada_Hordeum_vulgare_quinua_Chenopodium_quinoa_y_amaranto_Amaranthus_ssp_para_combatir_la_desnutricion_en_comunidades_campesinas_e_indigenas_del_Ecu)
- Motegaonkar, Shivani; Shankar, Amar; Tazeen, Humeera; Gunjal, Mahendra; Payyanad, Sachin. (5 de 2024). A comprehensive review on carrot (*Daucus carota* L.): the effect of different drying methods on nutritional properties and its processing as value-added foods. *Sustainable Food Technology*, 2(3), 667-688. Obtenido de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2024/fb/d3fb00162h>
- Omar, J., Villacís, B., Paul, A., & Valladares, P. (2018). Elaboración de productos artesanales de pastelería usando como base principal harina de máchica. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9157>
- Omwamba, M., Li, F., Sun, G., Hu, Q., Omwamba, M., Li, F., . . . Hu, Q. (7 de 2013). Antioxidant Effect of Roasted Barley (*Hordeum vulgare* L.) Grain Extract towards Oxidative Stress in Vitro and in Vivo. *Food and Nutrition Sciences*, 4(8), 139-146. Obtenido de <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=35289>

- Orceño, A. S. (2023). Estimación Del Contenido De Fibra Y Minerales (Ca, Fe, P) En Una Bebida A Base De La Fruta SalaK (Salacca zalacca) ZAPOTE NEGRO (Diospyros nigra) Y GEL DE ALOE VERA (Áloe barbadensis). 1-102.
- Pacheco, E. A. (2014). Determinación Del Nivel Organizacional De Micro Y Pequeñas Empresas De Quito, Basado En Un Sistema INTEGRADO DE GESTIÓN, 2013. 1-201.
- Paredes, C., Fernández, R., & Torres, G. (2021). Effect of fiber and stabilizer blends on the texture and mouthfeel of liquid cereal-root formulations. *Food Science & Nutrition*, 9(5), 2703–2712.
- Paredes, C. (2019). *Desarrollo y caracterización de bebidas fermentadas de cereales y vegetales*. Tesis de Maestría, Universidad de Ciencias Alimentarias, Perú.
- Purewal, S., Kaur, A., & Salar, R. (6 de 2024). Modulation of phenolic content and antioxidant properties of barley using solid state fermentation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 58.
- Raj, R., Shams, R., Pandey, V., Dash, K., Singh, P., & Bashir, O. (12 de 2023). Barley phytochemicals and health promoting benefits: A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14.
- Rejdlová, K., et al. (2023). Optimization and sensory evaluation of whey-carrot functional beverages. *Foods*, 12(18), 3368.
- Rezvani, Z., & Goli, S. (6 de 2024). Production of milk-based drink enriched by dietary fiber using carrot pomace: Physicochemical and organoleptic properties during storage. *Food Hydrocolloids*, 151, 109834. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X24001085>
- Rojas, L. (2022). *Desarrollo de una bebida vegetal a base de avena y vegetales con valor nutricional mejorado*. Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.
- Sharma, S., & Sahni, P. (4 de 2021). Germination behaviour, techno-functional characteristics, antinutrients, antioxidant activity and mineral profile of lucerne as influenced by germination regimes. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 17961809.
- Sharma, S., Katoch, V., Kumar, S., & Chatterjee, S. (6 de 2021). Functional relationship of vegetable colors and bioactive compounds: Implications in human health. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 92, 108615. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286321000358>

- Singh, A., Izydorczyk, M., & Koksel, F. (5 de 2024). Pilot scale air classification of flours from hulled and hull-less barley for the production of protein enriched ingredients. *Journal of Cereal Science*, 117.
- Singh, G., Singh, B., Singh, A., & Sharma, S. (12 de 2023). Functionality of Barley pasta supplemented with Mungbean flour: Cooking behavior, quality characteristics and morphological interactions. *SpringerG Singh, B Singh, A Singh, S SharmaJournal of Food Measurement and Characterization*, 2023•Springer, 17(6), 5806-5820. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-023-02080-7>
- Taípe Yáñez, J., Legarda Riera, Á., Bohórquez Montalvo, D., & Machado Espinosa, F. (2018). Estudio de viabilidad para implementar el emprendimiento de galletas de Máchica como producto alimenticio, nutritivo, saludable para introducir en el mercado nacional e internacional. *MQRinvestigar*, 2(2018), 173-197.
- Valencia, A., Acurio, L., Pérez, L., Salazar, D., Tamayo, V., Valencia, A., . . . Tamayo, V. (12 de 2015). Formulación y caracterización de bebidas nutricionales con base a zapallo y lactosuero, enriquecidas con avena y maracuyá. *Enfoque UTE*, 6(4), 55-66. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422015000400055&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422015000400055&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Ventura, L. L. (2020). Desarrollo tecnológico de extracto de zanahoria (*Daucus carota L.*)