



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA,
ANÁLISIS SENSORIAL Y CONTROL DE CALIDAD DE
HOJUELAS A BASE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y MAÍZ
(*Zea mays*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: NOELIA AILIN BARRAZUETA LOPEZ

DIRECTORA: BQF. ADRIANA ISABEL RODRÍGUEZ BASANTES MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Noelia Ailín Barraqueta López

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Noelia Ailín Barraqueta López, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de junio del 2024

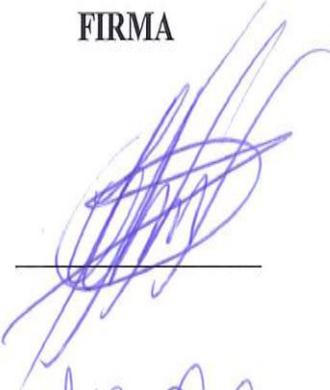


Noelia Ailín Barraqueta López

235007728-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, ANÁLISIS SENSORIAL Y CONTROL DE CALIDAD DE HOJUELAS A BASE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y MAÍZ (*Zea mays*)**, realizado por la señorita: **NOELIA AILÍN BARRAZUETA LÓPEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
BQF. John Marcos Quispillo Moyota MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-06-07
BQF. Adriana Isabel Rodríguez Basantes MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-07
Dr. Carlos Pilamunga Capus PhD. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-07

DEDICATORIA

A mis padres, Miguel y Mónica, por su amor incondicional y apoyo constante. Su dedicación y sacrificios han sido fundamentales para mi éxito académico. También a mis hermanas, Pamela y Francine, por ser mi inspiración y refugio en momentos de necesidad. A todos ustedes, que siempre han creído en mí, dedico esta tesis con todo mi corazón y gratitud eterna.

Noelia

AGRADECIMIENTO

A mi familia, cuyo constante apoyo han sido la fuerza impulsora detrás de mis sueños y metas. En especial, a mis padres, cuya fe en mí ha sido un pilar fundamental en este camino. Este éxito no es únicamente mío, sino también de ellos, quienes han compartido cada paso de esta travesía conmigo. A mis amigos, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y alegrías que hicieron de este viaje memorable. Su amistad ha sido un refugio y una fuente constante de motivación que siempre recordaré. A mis profesores, por su paciencia, sabiduría y guía a lo largo de estos años. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi formación. Y a esa persona especial, por ser una fuente de inspiración. Gracias por tus palabras de aliento y consejos sabios, así como creer en mí incluso en los momentos en que yo no lo hacía, y por ello, te estaré eternamente agradecida.

Noelia

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	6
1.4. Hipótesis	6
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	6
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de investigación	7
2.1.1. <i>Marco legal</i>	7
2.1.2. <i>Marco histórico</i>	7
2.2. Referencias teóricas	9
2.2.1. <i>Chocho (Lupinus mutabilis)</i>	9
2.2.1.1. <i>Origen</i>	9
2.2.1.2. <i>Taxonomía</i>	9
2.2.1.3. <i>Descripción botánica</i>	10
2.2.1.4. <i>Propiedades físicas y químicas</i>	10
2.2.1.5. <i>Valor nutricional</i>	11
2.2.2. <i>Maiz (Zea mayz)</i>	11

2.2.2.1.	<i>Origen</i>	11
2.2.2.2.	<i>Taxonomía</i>	11
2.2.2.3.	<i>Descripción botánica</i>	12
2.2.2.4.	<i>Propiedades físicas y químicas</i>	12
2.2.2.5.	<i>Valor nutricional</i>	12
2.2.3.	<i>Aditivos alimentarios</i>	13
2.2.3.1.	<i>Azúcar</i>	14
2.2.3.2.	<i>Extracto de malta</i>	14
2.2.3.3.	<i>Saborizantes</i>	14
2.2.3.4.	<i>Colorante chocolate Brown HT</i>	15
2.2.4.	<i>Formulación</i>	15
2.2.5.	<i>Control de calidad</i>	15
2.2.6.	<i>Control microbiológico</i>	16
2.2.7.	<i>Análisis organoléptico</i>	16
2.2.8.	<i>Análisis proximal</i>	17
2.2.8.1.	<i>Humedad</i>	17
2.2.8.2.	<i>Cenizas</i>	17
2.2.8.3.	<i>Grasas o extracto etéreo</i>	18
2.2.8.4.	<i>Proteína</i>	18
2.2.8.5.	<i>Fibra</i>	19
2.2.8.6.	<i>pH</i>	19
2.2.9.	<i>Análisis complementario</i>	19
2.2.9.1.	<i>Determinación de cadmio y plomo</i>	19
2.2.9.2.	<i>Determinación de acidez titulable</i>	20
2.2.9.3.	<i>Índice de peróxido</i>	20
2.2.9.4.	<i>Aflatoxinas</i>	21
2.2.9.5.	<i>Tamaño de partícula</i>	21
2.2.10.	<i>Análisis microbiológico</i>	22
2.2.10.1.	<i>Mohos</i>	22
2.2.10.2.	<i>Levaduras</i>	22
2.2.10.3.	<i>Escherichia coli</i>	22
2.2.11.	<i>Valor nutricional</i>	22
2.2.12.	<i>Análisis sensorial</i>	23
2.2.12.1.	<i>Métodos de evaluación sensorial</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	28
3.1.	Enfoque, diseño y alcance de investigación	28
3.2.	Lugar de investigación	28
3.3.	Población de estudio	28
3.3.1.	<i>Criterios de inclusión</i>	<i>28</i>
3.3.2.	<i>Criterios de exclusión</i>	<i>29</i>
3.4.	Descripción de los procesos.....	29
3.4.1.	<i>Extrusión</i>	<i>29</i>
3.4.2.	<i>Mezcla de ingredientes</i>	<i>31</i>
3.4.3.	<i>Empacado</i>	<i>32</i>
3.4.3.1.	<i>Asignación del Lote del Producto Terminado</i>	<i>33</i>
3.4.3.2.	<i>Manejo del Lote de Producto Terminado.....</i>	<i>34</i>
3.5.	Métodos y técnicas empleadas	34
3.5.1.	<i>Formulación utilizada para las hojuelas</i>	<i>34</i>
3.6.	Materiales, reactivos y equipos.....	35
3.6.1.	<i>Materia prima</i>	<i>35</i>
3.6.2.	<i>Materiales</i>	<i>35</i>
3.6.3.	<i>Reactivos</i>	<i>36</i>
3.6.4.	<i>Equipos.....</i>	<i>37</i>
3.6.5.	<i>Medios de cultivo</i>	<i>37</i>
3.7.	Normas y enfoque	37
3.7.1.	<i>Normas</i>	<i>37</i>
3.8.	Análisis bromatológico de la materia prima	38
3.9.	Contaminantes	39
3.10.	Análisis microbiológico de la materia prima.....	39
3.11.	Análisis bromatológico del producto final.....	40
3.12.	Análisis microbiológico del producto final	40

CAPÍTULO IV

4.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	41
4.1.	Análisis bromatológico de harina de <i>Zea mays</i>	41
4.2.	Análisis microbiológico de harina de <i>Zea mays</i>.....	41
4.3.	Contaminantes	42

4.4.	Análisis bromatológico de harina de <i>Lupinus mutabilis</i>	43
4.5.	Análisis microbiológico de la harina de <i>Lupinus mutabilis</i>	44
4.6.	Contaminantes	44
4.7.	Aceptabilidad de las formulaciones	45
4.7.1.	<i>Análisis sensorial</i>	45
4.7.1.1.	<i>Color del snack</i>	45
4.7.1.2.	<i>Olor del snack</i>	46
4.7.1.3.	<i>Sabor del snack</i>	48
4.7.1.4.	<i>Consistencia del snack</i>	49
4.7.1.5.	<i>Aceptabilidad global</i>	51
4.8.	Análisis, interpretación y discusión de resultados del producto final. Hojuelas. ..	52
4.8.1.	<i>Análisis bromatológico de las hojuelas</i>	52
4.8.2.	<i>Análisis microbiológico de las hojuelas</i>	54
4.9.	Etiquetado nutricional	55
4.10.	Etiquetado de semáforo	57
4.11.	Logo del producto	58

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1.	Conclusiones	59
5.2.	Recomendaciones	59

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de <i>Lupinus mutabilis</i>	9
Tabla 2-2:	Composición por 100 g de porción comestible del chocho	10
Tabla 2-3:	Composición por 100 g de porción comestible del chocho	11
Tabla 2-4:	Clasificación taxonómica de <i>Zea mayz</i>	11
Tabla 2-5:	Composición por 100 g de porción de maíz	12
Tabla 2-6:	Composición por 100 g de porción de maíz	13
Tabla 2-7:	Atributo de la escala hedónica.....	27
Tabla 3-1:	Porcentaje de harina de chocho y maíz	34
Tabla 3-2:	Ingredientes utilizados en la formulación para la elaboración de hojuelas	34
Tabla 3-3:	Análisis bromatológicos de la harina de maíz	38
Tabla 3-4:	Análisis bromatológicos de la harina de chocho.....	38
Tabla 3-5:	Contaminantes de la harina de maíz	39
Tabla 3-6:	Contaminantes de la harina de chocho	39
Tabla 3-7:	Análisis microbiológicos de la harina de maíz	39
Tabla 3-8:	Análisis microbiológicos de la harina de chocho	39
Tabla 3-9:	Análisis bromatológicos del producto final.....	40
Tabla 3-10:	Análisis microbiológico del producto final	40
Tabla 4-1:	Análisis bromatológico de harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013	41
Tabla 4-2:	Análisis de mohos de harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013.....	41
Tabla 4-3:	Contaminantes en harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013	42
Tabla 4-4:	Análisis bromatológico de harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015 ...	43
Tabla 4-5:	Análisis microbiológico de harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015 ..	44
Tabla 4-6:	Contaminantes en harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015	44
Tabla 4-7:	Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%	45
Tabla 4-8:	Comparaciones en parejas de Tukey	45
Tabla 4-9:	Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%	46
Tabla 4-10:	Comparaciones en parejas de Tukey	47
Tabla 4-11:	Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%	48
Tabla 4-12:	Comparaciones en parejas de Tukey	48
Tabla 4-13:	Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.0%	49
Tabla 4-14:	Comparaciones en parejas de Tukey	50
Tabla 4-15:	Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.0%	51
Tabla 4-16:	Comparaciones en parejas de Tukey	51

Tabla 4-17: Resultados del análisis bromatológico del producto final	53
Tabla 4-18: Resultados del análisis microbiológico del producto final	54
Tabla 4-19: Ingredientes utilizados en la elaboración de hojuelas	56
Tabla 4-20: Información nutricional de las hojuelas.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Planta de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	10
Ilustración 2-2:	Planta de maíz (<i>Zea mays</i>).....	12
Ilustración 2-3:	Clasificación de los métodos de evaluación sensorial	24
Ilustración 2-4:	Escala hedónica.....	27
Ilustración 4-1:	Grafica de intervalos de F1; F2; F3	46
Ilustración 4-2:	Grafica de intervalos de F1; F2; F3	47
Ilustración 4-3:	Grafica de intervalos de F1; F2; F3	49
Ilustración 4-4:	Grafica de intervalos de F1; F2; F3	50
Ilustración 4-5:	Grafica de intervalos de F1; F2; F3	52
Ilustración 4-6:	Etiqueta de semáforo nutricional de las hojuelas.....	57
Ilustración 4-7:	Logo destinado por el proyecto de investigación MIKUNA	58
Ilustración 4-8:	Significado de las partes del logo	58

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MÉTODO AFECTIVO CON ESCALA HEDÓNICA PICTOGRÁFICA
- ANEXO B:** NTE INEN 616:2015 HARINA DE TRIGO. REQUISITOS
- ANEXO C:** NTE INEN 2051:2013 CEREALES Y LEGUMINOSAS. MAIZ MOLIDO
- ANEXO D:** NTE INEN 2561 BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITO
- ANEXO E:** DETERMINACION DE CENIZAS
- ANEXO F:** DETERMINACION DE PROTEINAS
- ANEXO G:** DETERMINACION DE GRASAS
- ANEXO H:** DETERMINACION DE FIBRA
- ANEXO I:** DETERMINACION DE HUMEDAD
- ANEXO J:** DETERMINACION DE ACIDEZ
- ANEXO K:** DETERMINACION DE TAMANO DE PARTICULA
- ANEXO L:** DETERMINACION DE METALES PESADOS (CADMIO Y PLOMO)
- ANEXO M:** DETERMINACION DE MOHOS Y LEVADURAS
- ANEXO N:** DETERMINACION DE ESCHERICHIA COLI Y COLIFORMES
- ANEXO O:** DETERMINACION DE INDICE DE PEROXIDO
- ANEXO P:** CONTAMINATES PLOMO Y CADMIO DE LA MATERIA PRIMA
- ANEXO Q:** RESULTADOS HARINA DE CHOCHO
- ANEXO R:** RESULTADOS HARINA DE MAIZ
- ANEXO S:** RESULTADOS HOJUELAS DE HARINA DE MAIZ Y CHOCHO
- ANEXO T:** CALCULOS PARA EL ETIQUETADO NUTRICIONAL, PORCION DE 30 g
- ANEXO U:** REALIZACION DE ENCUESTA
- ANEXO V:** FICHA TÉCNICA EN POLVO
- ANEXO W:** CARTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA

RESUMEN

La desnutrición infantil es un grave problema en Ecuador, afectando al 23,1% de los niños menores de cinco años. En Chimborazo, el 35,1% de niños menores de 2 años y el 33,5% de menores de 5 años sufren desnutrición crónica. Esta situación tiene efectos perjudiciales en el desarrollo físico y cognitivo de los niños, limitando sus oportunidades futuras. Por ello, el objetivo de este estudio fue desarrollar un snack a partir de harinas de maíz (*Zea mays*) y chocho (*Lupinus mutabilis*) utilizando la técnica de extrusión, para lo cual se realizaron tres formulaciones: F1 (62,11% H.M, 20,70% H.C), F2 (52,11% H.M, 20,70% H.C), y F3 (54,03% H.M, 20,70% H.C). Se realizó el análisis sensorial con un grupo de treinta personas de la carrera Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, empleando la prueba de la escala Hedónica, donde reveló que la formulación F3 alcanzó mayor aceptabilidad. Adicionalmente, el análisis microbiológico del producto final afirmó el cumplimiento con los estándares normativos, evidenciando niveles dentro de los límites permitidos y la completa ausencia de contaminantes. La formulación F3 (54,03% harina de maíz, 20,70% harina de chocho) presenta un contenido relativamente bajo de proteína (10,80%) y fibra (5,19 %) en comparación con otros productos del mercado, no obstante, cumple con los estándares de humedad, cenizas y grasa estipulados. Se concluyó que estos resultados respaldan la viabilidad del desarrollo de un producto innovador empleando cereales de poco uso, pero de gran valor nutritivo como una opción para los consumidores de todas las edades, contribuyendo así a mejorar la alimentación y la seguridad alimentaria en el Ecuador. Se sugiere aumentar la cantidad de harina de chocho en el aperitivo para potenciar el valor nutricional del mismo.

Palabras clave: <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <MAÍZ (*Zea mays*)>, <CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)>, <SNACK>, <ALIMENTACIÓN>, <EXTRUSIÓN>, <EVALUACIÓN SENSORIAL>.

0822-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

Child malnutrition is a severe issue in Ecuador, affecting 23.1% of children under five years old. In Chimborazo, 35.1% of children under two, and 33.5% of children under five suffer from chronic malnutrition. This situation adversely impacts the physical and cognitive development of children, limiting their future opportunities. Consequently, the aim of this study was to develop a snack from maize (*Zea mays*) and chocho (*Lupinus mutabilis*) flours using the extrusion technique. Three formulations were created: F1 (62.11% maize flour, 20.70% chocho flour), F2 (52.11% maize flour, 20.70% chocho flour), and F3 (54.03% maize flour, 20.70% chocho flour). A sensory analysis was conducted with a group of thirty individuals from the Biochemistry and Pharmacy program at Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, using the Hedonic scale test, which revealed that formulation F3 achieved the highest acceptability. Additionally, microbiological analysis of the final product confirmed compliance with regulatory standards, showing levels within permitted limits and the complete absence of contaminants. Formulation F3 (54.03% maize flour, 20.70% chocho flour) has a relatively low protein (10.80%) and fiber (5.19%) content compared to other market products. However, it meets the stipulated standards for moisture, ash, and fat. It was concluded that these results support the feasibility of developing an innovative product using underutilized but highly nutritious cereals as a viable option for consumers of all ages, thus contributing to improved nutrition and food security in Ecuador. It is suggested to increase the amount of chocho flour in the snack to enhance its nutritional value.

Keywords: <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY> <MAIZE (ZEA MAYS) > <CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) > <SNACK> <NUTRITION> <EXTRUSION> <SENSORY EVALUATION>



Mgs. Romel Francisco Calles Jjimenez

C.I.: 0603877713

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los hábitos de consumo de alimentos de las personas están cambiando constantemente debido a la evidencia científica que vincula la salud con lo que comemos. Existe un interés creciente en mejorar la alimentación con productos seguros, nutritivos y convenientes. Asimismo, la búsqueda de bienestar ha aumentado la demanda de alimentos que no solo satisfacen el hambre, sino que también ofrecen componentes específicos para prevenir enfermedades (Nathan et al., 2021, pág. 5).

La creciente necesidad a nivel mundial de alimentos saludables y creativos está directamente ligada al crecimiento de la población global. Se proyecta un aumento del 10% para 2030, del 26% para 2050 y del 42% para 2100. Este aumento plantea un desafío significativo en cuanto a la seguridad alimentaria a escala global (Nathan et al., 2021, pág. 2).

A nivel internacional, la industria alimentaria está enfocada en la innovación y la incorporación de nuevas tecnologías. Los países de Europa lideran la investigación con un 70%, seguidos por Asia con un 22.5% y mientras que África y América apenas representan el 7.5% debido a la limitación de recursos económicos y tecnológicos (Purba et al., 2018, pág. 1).

Aunque Ecuador ha fortalecido la innovación y la soberanía alimentaria desde 2008, su avance se ha visto ralentizado debido a los sistemas de agricultura existentes. (Vergara et al., 2022, pág. 4). La variedad y excelencia de los productos novedosos son atractivos tanto para productores pequeños como grandes en la industria alimentaria. Estos productos mejoran el valor de las materias primas, ofreciendo a los consumidores una alimentación saludable con ingredientes naturales a precios increíbles. Además, brinda un sabor agradable y beneficios nutricionales y funcionales destacados, lo que incrementa la competitividad en los mercados locales e internacionales (Guerra y García, 2022, pág. 12).

En los últimos años, la globalización y los cambios en el estilo de vida han impulsado un aumento en el consumo de alimentos extruidos a nivel mundial. Esto ha generado mercados en expansión que buscan productos adaptados a sus necesidades específicas. En respuesta a esta demanda, se han desarrollado una amplia variedad de productos mediante el proceso de extrusión, como cereales para el desayuno, barras energéticas, alimentos expandidos, proteínas vegetales texturizadas, sustitutos de carne, pastas, snacks y aperitivos en diferentes presentaciones (Beltrán, 2022, pág. 2).

Los snacks están cada vez más en boga y tienen una fuerte relación con el estado nutricional de la población joven. Los snacks extruidos tienen muy poca humedad (4–6%) y actividad de agua (0,138), lo que los hace estables en almacenamiento. Estos productos de larga duración y ricos en nutrientes se consideran ideales para aliviar la desnutrición en el mundo en desarrollo (Shah et al., 2019, pág. 2).

Al igual que otros cereales, los granos de maíz constan de almidón (61% a 78%), polisacáridos sin almidón (aproximadamente 10%), proteínas (6% a 12%) y lípidos (3% al 6%) como componentes principales (Ai y Jane, 2016, pág. 1).

Así mismo, el chocho muestra un excelente valor nutricional con un alto contenido de proteína (52%), además de ser fuente de fibra dietética y compuestos fenólicos (Repo et al., 2022, pág. 12).

En este sentido, el presente proyecto investigativo se centra en la obtención y desarrollo de un snack en forma de hojuela a partir de una mezcla de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y harina de maíz (*Zea mays*), obteniendo así alimentos nutritivos con excelentes características sensoriales para alimentación saludable.

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La desnutrición, especialmente en los niños, representa un desafío significativo en Ecuador. Según las cifras oficiales de la UNICEF, el 23,1% de los niños y niñas menores de cinco años en Ecuador sufren de desnutrición crónica o retraso en su crecimiento. Aunque la cifra promedio a nivel nacional es alta, el problema se agrava al analizarlo en términos de grupos sociales o étnicos, ya que el 39% de los niños indígenas se ven afectados por esta situación. (Primicias, 2022, pág. 1).

Los datos más recientes de la Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil (Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2023) señalan que en la provincia de Chimborazo, el 35,1% de niños menores de 2 años y el 33,5% de niños menores de 5 años sufren de desnutrición crónica infantil, situándose así en los niveles más altos a nivel nacional. Estas estadísticas posicionan a Ecuador como el segundo país en América Latina y el Caribe con la mayor incidencia de desnutrición crónica en niños y niñas, después de Guatemala. (Organización Mundial de las Naciones Unidas, 2022, pág. 10).

Las posibles causas de la desnutrición infantil en Ecuador incluyen una dieta inadecuada, la falta de acceso a servicios de salud y atención médica adecuados, la pobreza, la falta de acceso a educación de calidad y la falta de saneamiento adecuado. Aunque el gobierno ecuatoriano y diversas organizaciones internacionales han implementado programas para abordar el problema de la desnutrición infantil en el país, aún se requieren esfuerzos adicionales para erradicarlo por completo (Cueva et al., 2021, pág. 2).

Por tanto, la persistencia de dicha problemática puede tener efectos graves y duraderos en el crecimiento y desarrollo de los niños. Si la desnutrición continúa sin tratamiento, puede aumentar el riesgo de enfermedades y muchas veces puede generar un retraso en el desarrollo físico y cognitivo. También puede disminuir la capacidad de los niños para aprender y para obtener buenos resultados académicos, lo que a su vez puede limitar sus oportunidades futuras. En general, la desnutrición infantil puede tener a largo plazo en la salud y el bienestar de los niños, y puede afectar negativamente su calidad de vida en el futuro. Por eso, es importante prevenir y tratar la desnutrición infantil para garantizar un crecimiento y desarrollo adecuado de los niños.

1.2. Justificación

La desnutrición sigue siendo una de las principales amenazas para la supervivencia, la salud, el crecimiento y el desarrollo de millones de niños, así como para el progreso de sus países. Según la ONU, la nutrición es un derecho fundamental de todo niño, como se establece en la Convención sobre los Derechos del Niño aprobada por los miembros de las Naciones Unidas en 1990. Las estadísticas revelan altos índices de desnutrición debido al incumplimiento de estas políticas internacionales (Caballero y Bermudez, 2018, pág. 12).

El informe publicado en la revista "Salud Pública de México" indica que, en Ecuador el 25,2% de los niños menores de cinco años sufren de desnutrición crónica, y el 8,3% presentan desnutrición aguda. Además, revela que la desnutrición es más frecuente en niños que viven en zonas rurales y en aquellos pertenecientes a familias con bajos ingresos económicos. (Cuevas et al., 2019, pág. 3).

La investigación se fundamenta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En el objetivo 2 "Hambre cero", en su apartado 2.2, se busca alcanzar la meta de "Para 2030, poner fin a todas las formas de desnutrición, incluso logrando, a más tardar en 2025, las metas acordadas a nivel internacional sobre el retraso del crecimiento y la emaciación de los niños menores de 5 años, y atender las necesidades de nutrición de las adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes, y las personas de edad". Asimismo, en el objetivo 3 "Salud y bienestar", en su apartado 3.2, se aspira a cumplir la meta de "Para 2030, poner fin a las muertes evitables de recién nacidos y de niños menores de 5 años, procurando que todos los países se esfuercen por reducir la mortalidad neonatal al menos hasta 12 por cada 1.000 nacidos vivos, y la mortalidad de niños menores de 5 años al menos hasta 25 por cada 1.000 nacidos" (ONU, 2023, pág. 5).

Por otro lado, a nivel nacional en la Constitución de la República del Ecuador 2008 en el título II de Derechos, en el capítulo segundo de Derechos de Buen vivir, en la sección primera de Agua y alimentación. El artículo 12 expone que "Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales" (ONU, 2023, pág. 11).

El método de extrusión de cereales y granos andinos ofrece una opción adecuada para la alimentación y nutrición de los niños. Sin embargo, las combinaciones utilizadas podrían

enriquecerse nutricionalmente mediante la adición de proteínas. Los snacks son alimentos prácticos, ya que están listos para consumirse, y pueden representar una fuente significativa de nutrientes y energía, especialmente para aquellos grupos de la sociedad cuya dieta puede carecer de estos nutrientes (FAO, 2019, pág. 2).

El chocho (*Lupinus mutabilis*) y el maíz (*Zea mays*) son plantas leguminosas que se desarrollan en la región andina y han sido empleadas por la población andina desde tiempos remotos. Estos son importantes por su alto contenido de proteína.

Con estos antecedentes, la elaboración de hojuelas a base de una mezcla chocho y maíz pretende obtener un producto tipo snack donde será evaluado en cuanto a su la caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y control de calidad del producto final utilizando la metodología de extrusión el cual proporciona varias ventajas sobre los métodos tradicionales de procesado de alimentos porque permite obtener productos con diferentes formas, texturas, colores y apariencias conseguidas mediante pequeños cambios en el equipo y en las condiciones de procesado.

Este estudio forma parte del proyecto de investigación “MIKUNA” el cual proporcionará los recursos, materiales, insumos y equipos necesarios, así como los experimentos y ensayos requeridos, lo que permitirá obtener información confiable sobre las propiedades fisicoquímicas, el análisis sensorial y el control de calidad de las hojuelas, y a su vez impulsará la validez y relevancia de la investigación contribuyendo de forma significativa a la mejora de la oferta alimentaria en la comunidad, la diversificación de los productos disponibles y el aprovechamiento de recursos locales, lo que puede tener un impacto positivo en la economía y en la calidad de vida.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar, realizar la caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y control de calidad de hojuelas a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización fisicoquímica de la harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*).
- Establecer el porcentaje de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*) para la obtención de la hojuela.
- Determinar el mejor tratamiento o formulación mediante el análisis sensorial.
- Realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la formulación final.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

H₀: Las formulaciones de una mezcla de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de maíz amarillo (*Zea mays*) y aditivos para elaborar una hojuela nutritiva son iguales.

1.4.2 Hipótesis alternativa

H_i: Las formulaciones de una mezcla de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de maíz amarillo (*Zea mays*) y aditivos para elaborar una hojuela nutritiva son diferentes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Marco legal

Las normas técnicas utilizadas para el control de calidad de la materia prima y del producto terminado son las siguientes:

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2051:2013 establece los requisitos que deben cumplir: el maíz entero molido, la sémola, harina y griz del maíz desgerminado, para consumo humano, alimento zootécnico y uso industrial.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2561:2010 establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo, tales como: hojuelas, productos extruidos, granos y cereales dilatados.

2.1.2. Marco histórico

En la realización de este proyecto, se han identificado diversos estudios e investigaciones académicas que aportan al avance de esta investigación. A continuación, se resaltan los siguientes hallazgos y tesis de grado encontrados en la literatura:

En un artículo publicado en Perú sobre “Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz” (Santacruz et al., 2022, pág. 4) en donde el estudio se realizó mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos (Tratamiento 1 (T1): secado a 70°C por 20 minutos - Tratamiento 2 (T2): secado a 70°C por 40 minutos - Tratamiento 3 (T3): secado a 70°C por 60 minutos) y un testigo (snack Gudiz de Fritolay, Colombia). Se utilizó una muestra de 200 potenciales consumidores, distribuidos

equitativamente en tres grupos de edad: adolescentes, jóvenes y adultos. El artículo concluye que el tratamiento que obtuvo el mayor puntaje después de la ponderación fue el tratamiento a1b2. Este tratamiento correspondió a una mezcla de 25% de chocho y 75% de maíz, extruida con diámetro de orificio de 4 mm, obtuvo la menor densidad aparente, el mayor contenido de proteína y la menor humedad. Este tratamiento fue el que obtuvo el mayor puntaje después de la ponderación. Además, se encontró que la mayoría de los encuestados consumen snacks de sal con frecuencia y que existe una preocupación creciente por el valor nutricional de los mismos.

En Ecuador, en el estudio titulado “Efecto de los parámetros de extrusión sobre la calidad nutricional y de textura en la mezcla de maíz *Zea mays*, chocho *Lupinus mutabilis* y zanahoria blanca *Arracacia xanthorrhiza* en el snack” (Flores, 2019, pág. 10), se supervisa que los tratamientos con una temperatura de extrusión de 140°C, un porcentaje de sustitución de la mezcla (80% maíz - 10% zanahoria blanca - 10% chocho) y una humedad de mezcla del 15%, durante el proceso de extrusión, tuvo un impacto significativo en las propiedades funcionales, lo que generó mejoras en las características de aceptabilidad y un aumento en el contenido de proteínas y la textura. El tratamiento T5, con una sustitución de la mezcla (80% maíz - 10% zanahoria blanca - 10% chocho), humedad de la mezcla del 15% y un perfil de temperatura de 110°C, resultó ser mejor debido a su mayor relevancia en la parte funcional y una textura más aceptable.

Por otro lado, en el trabajo de titulación sobre la “Industrialización del chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de hojuelas confitadas” (Viveros, 2016, pág. 2), concluye que los tratamientos con mejores características en la hojuela en la que se sustituyó, en proporciones iguales, tanto la harina de chocho como la harina de trigo, mostró un mayor rendimiento y fue mejor aceptada por los consumidores. En cuanto al rendimiento del mejor tratamiento en la elaboración de la hojuela fue el tratamiento T3 (50% de harina de chocho+50% de harina de trigo), debido a que existe mayor cantidad de gluten el cual permite una mayor elasticidad en la masa evitando que la misma se quiebre al momento del moldeado, obteniendo de esta manera mayor cantidad de hojuelas.

Según (Calderón et al., 2023, pág. 12) realizaron la investigación titulada “Impact of extrusion on the physicochemical parameters of two varieties of corn (*Zea mays*)” evaluando la extrusión de dos variedades de maíz bajo diferentes condiciones de temperatura, velocidad de tornillo y humedad. Se midieron las propiedades físicas y químicas de los productos extruidos, incluyendo el contenido de nutrientes, capacidad antioxidante, capacidad de absorción de agua, la densidad aparente, textura y aceptabilidad sensorial. Los resultados mostraron que la extrusión mejoró la capacidad antioxidante y la capacidad de absorción de agua de los productos extruidos, pero redujo el contenido de nutrientes, especialmente de proteínas y fibra. Además, la textura y la

aceptabilidad sensorial de los productos variaron según las condiciones de extrusión. En conclusión, el proceso de extrusión puede mejorar algunas propiedades de los productos alimenticios, pero también afectar negativamente a su contenido nutricional. Por lo tanto, es importante optimizar las condiciones de extrusión para obtener productos de alta calidad.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Chocho (*Lupinus mutabilis*)

2.2.1.1. Origen

El chocho o tarwi es una leguminosa nativa de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú. Su elevado contenido proteico, superior al de la soja, lo posiciona como una planta de gran relevancia para la nutrición humana y animal. Los especialistas señalan que su consumo en diferentes formas (cremas, guisos, postres) beneficia el crecimiento y desarrollo cerebral de los niños, ya que es una fuente significativa de calcio y aminoácidos (Estrella, 2006, pág. 10).

El género *Lupinus* consta de 200 especies distribuidas en América; se cultiva entre 2500 a 3400 m.s.n.m., requiere entre 350–800 mm de precipitación anual, al ser cultivado exclusivamente en zonas secas, es susceptible al exceso de humedad, y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado. No soporta las heladas durante la etapa de formación del racimo y la madurez; sin embargo, algunos ecotipos cultivados en las orillas del lago Titicaca muestran una mayor tolerancia al frío. La planta prefiere suelos francos y arenosos, con un balance adecuado de nutrientes, buen drenaje, y pH que oscila entre 5 y 7 (Baldeon, 2003, pág. 4).

2.2.1.2. Taxonomía

La identificación taxonómica del chocho se muestra en la tabla 2-1

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de *Lupinus mutabilis*

Maíz	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Espermatofitas sifonógamas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Arquiclamideas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosas
Subfamilia	Papilionáceas

Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>L. mutabilis</i>
Nombre científico	<i>Lupinus mutabilis</i>
Nombre común	Tarwi, Chocho

Fuente: (Baldeon, 2003).

2.2.1.3. Descripción botánica



Ilustración 2-1: Planta de chocho (*Lupinus mutabilis*)

Es una planta de la familia de las leguminosas, con tallos erguidos, cilíndricos y fuertes, que tienden a ser algo leñosos, por lo general de tonos verdes oscuros, a veces con variaciones hacia un color amarillento o castaño. Se ramifica a partir de un eje central en forma de un candelabro, alcanza alturas de 0,8 a 2,0 m. Las hojas son palmeadas, digitadas, la floración y formación de frutos es a menudo dispersa en el tiempo, las flores son de color azul, pero pueden cambiar a blanco y rosado. Las vainas contienen de 6 a 8 semillas; los granos tienen alcaloides amargos que impiden su consumo directo (Caicedo et al., 2001, pág. 3).

2.2.1.4. Propiedades físicas y químicas

Tabla 2-2: Composición por 100 g de porción comestible del chocho

Composición	Chocho cocido sin cascara	Chocho crudo sin cascara	Chocho harina
Energía (Kcal)	151	277	458
Agua (g)	69,7	46,3	37,0
Calcio (mg)	30	54	93
Fósforo (mg)	123	262	440
Hierro (mg)	1,4	2,3	1,38
Tiamina (mg)	0,01	0,60	
Riboflavina (mg)	0,34	0,4	
Niacina (mg)	0,95	2,10	
Ácido ascórbico	0,00	4,6	

Fuente: (Caicedo et al., 2001)

2.2.1.5. Valor nutricional

Tabla 2-3: Composición por 100 g de porción comestible del chocho

Composición	Chocho (g)
Proteína	44,3
Grasa	16,5
Carbohidratos	28,2
Fibra	7,1
Ceniza	3,3
Humedad	7,7

Fuente: (Silva & Mosquera, 2013)

2.2.2. Maíz (*Zea mays*)

2.2.2.1. Origen

En tiempos recientes, es asociada con el nombre de maíz, derivado de la palabra Taina mahís con que los indígenas caribeños Tainos-Arawaka llamaban a esta planta. En México, las mazorcas maduras frescas, reciben el nombre de elote, que viene del náhuatl *elotl*, mismas que en Sudamérica y otros países del área sudamericana reciben el nombre de choclo (del Quechua *chuxlluwayku's*) y en Venezuela el nombre de jojoto. En todos los casos, se le encuentra atado a numerosos mitos y leyendas autóctonas. En el Perú y Bolivia, lo llaman sara en quechua, como en la época del imperio Inca. En Canarias se le denomina millo, palabra tomada del portugués (*milho*), y la mazorca de maíz se le denomina piña de millo (Díaz et al., 1979, pág. 21)

2.2.2.2. Taxonomía

La identificación taxonómica del maíz se muestra en la tabla 2-4

Tabla 2-4: Clasificación taxonómica de *Zea mays*

Maíz	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae (Gramineae)
Subfamilia	Panicoidea
Género	<i>Zea</i>

Especie	<i>Z. mayz</i>
Nombre científico	<i>Zea mayz</i>
Nombre común	Maíz

Fuente: (Fleury et al., 1979).

2.2.2.3. Descripción botánica



Ilustración 2-2: Planta de maíz (*Zea mayz*)

El maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la familia Poaceae o Gramineae. Es una planta anual de gran desarrollo vegetativo (puede alcanzar 4 m de altura), cuyo tallo soporta de 12 a 20 hojas limbo-lanceoladas bien desarrollado (35 a 50 cm de longitud; 4 a 10 cm de ancho). El tallo puede emitir varias yemas reproductivas en los nudos y vegetativas en la base. El sistema radicular de tipo fasciculado está formado por raíces seminales, secundarias (que constituyen la casi totalidad del sistema radicular) y adventicias que aparecen en el último lugar, regularmente en los nudos situados por encima de la superficie del suelo (Fleury et al., 1979, pág. 20).

2.2.2.4. Propiedades físicas y químicas

Tabla 2-5: Composición por 100 g de porción de maíz

Composición	Cantidad
Energía (Kcal)	341
Agua (g)	12,70
Calcio (mg)	50
Hierro (mg)	1,48
Fósforo (mg)	249
Tiamina (mg)	0,25
Riboflavina (mg)	0,05

Fuente: (Reyes, 2009)

2.2.2.5. Valor nutricional

Tabla 2-6: Composición por 100 g de porción de maíz

Composición	Chocho (g)
Proteína	5,90
Grasa	4,00
Carbohidratos	76,10
Fibra	1,90
Ceniza	1,30

Fuente: (Reyes, 2009)

2.2.3. Aditivos alimentarios

Los compuestos añadidos a los alimentos con el fin de preservar o mejorar la seguridad, frescura, sabor, textura o apariencia se denominan aditivos alimentarios. Estos aditivos son esenciales para asegurar que los alimentos procesados se mantengan seguros y en óptimas condiciones a lo largo de su trayecto desde las fábricas o cocinas industriales, durante el transporte a los almacenes y tiendas, hasta llegar finalmente a los consumidores (Organización Mundial de la Salud, 2018, pág. 5).

Los aditivos alimentarios pueden ser de origen vegetal, animal, mineral o sintético, y se incorporan deliberadamente a los alimentos con propósitos tecnológicos que los consumidores suelen considerar como algo natural. Existen miles de aditivos alimentarios, cada uno diseñado para cumplir una función específica con el objetivo de mejorar la seguridad o la apariencia de los alimentos (Organización Mundial de la Salud, 2018, pág. 6).

La OMS en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), es responsable de analizar los riesgos para la salud humana asociados con los aditivos alimentarios. La evaluación de estos riesgos recae en un grupo científico internacional independiente conocido como el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) (Organización Mundial de la Salud, 2018, pág. 2).

La norma INEN en Ecuador para los aditivos alimentarios es la NTE INEN 2074, y establece los aditivos alimentarios permitidos para consumo humano, junto con las listas positivas y los límites respecto a la cantidad máxima de consumo de los aditivos alimentarios utilizados en los alimentos.

La pauta principal en lo que concierne a los aditivos alimentarios es la establecida en CODEX STAN 192. Únicamente se permitirá la utilización de aditivos alimentarios que estén mencionados en esta normativa en los alimentos.

2.2.3.1. Azúcar

Nombre genérico del producto compuesto principalmente por sacarosa, que suele obtenerse de manera típica de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) o de la remolacha azucarera (*Beta Vulgaris L*) (Insitituto Ecuatoriano de Normalización, 2000, pág. 2).

Actualmente, la industria alimentaria utiliza el azúcar extensamente para mejorar ciertas características de los productos, no necesariamente con el objetivo de preservarlos. Sin embargo, el alto contenido de azúcar puede reducir el riesgo de contaminación microbiológica (Insitituto Ecuatoriano de Normalización, 2000, pág. 2).

2.2.3.2. Extracto de malta

El producto se obtiene mediante la conversión del almidón en azúcar, seguido de un proceso de concentración, deshidratación al vacío y molienda, cumpliendo con las normas de Buenas Prácticas de Fabricación y la legislación. Es de calidad alimentaria, sin sustancias perjudiciales para la salud y no contiene enzimas diastásicas (LIOTÉCNICA, 2020, pág. 1).

El extracto de malta es un ingrediente que mejora la armonía en las recetas al realzar tanto la textura como el sabor. En productos derivados de proteína de soja, este extracto ayuda a enmascarar el sabor característico de la soja. Se emplea en una variedad de alimentos como helados, lácteos, galletas, productos de cacao, cereales para el desayuno, productos de panadería, barras de cereales, chocolates y más. Es útil especialmente en productos que requieren un largo proceso de fermentación (LIOTÉCNICA, 2020, pág. 1)

2.2.3.3. Saborizantes

Un aditivo alimentario conocido como saborizante tiene la capacidad de modificar tanto el sabor como el aroma de un producto alimenticio. Estos aditivos provocan cambios perceptibles en la experiencia gustativa y olfativa del consumidor. La principal función de un saborizante es mejorar el sabor natural de un alimento o darle un nuevo sabor y aroma, con el propósito de hacerlo más atractivo y delicioso (Ceupe, 2023, pág. 2). Estos saborizantes trabajan en conjunto con otros aditivos alimentarios, como colorantes o edulcorantes, para alterar las características sensoriales de un alimento particular (Ceupe, 2023, pág. 5).

La regulación ecuatoriana INEN para los saborizantes se encuentra en la norma NTE INEN 1334-1, la cual requiere que los saborizantes/aromatizantes utilizados en alimentos o productos alimenticios sean claramente indicados en el etiquetado del producto. Esta norma abarca cualquier sustancia, incluidos los aditivos alimentarios, que se utilizan en la elaboración de alimentos y estén presentes en el producto final (INEN, 2014, pág. 2).

2.2.3.4. Colorante chocolate Brown HT

Marrón chocolate HT (polvo), colorante alimentario sintético permitido en Europa, es un colorante en polvo soluble en agua, mezclable y de flujo libre, libre de grumos o impurezas visibles. Tiene un contenido de colorante puro no inferior al 70%. El número de índice de color es 20285. La fórmula química es $C_{27}H_{18}N_4Na_2O_9S_2$ y el peso molecular es 652,57 (Vidhi, 2020, pág. 10)

2.2.4. Formulación

La formulación de alimentos es el proceso de diseño y elaboración de productos alimenticios, teniendo en cuenta aspectos como la selección de ingredientes, la proporción de los mismos, la tecnología de procesamiento y el envasado. Este proceso complejo busca obtener productos con características específicas, como sabor, textura, aroma, valor nutricional y vida útil. La formulación de alimentos puede ser utilizada para desarrollar productos más saludables, reducir el contenido de ciertos nutrientes, mejorar la calidad nutricional y sensorial de los alimentos, y adaptar los productos a las necesidades de los consumidores. La formulación de alimentos es una herramienta importante para la industria alimentaria, ya que permite desarrollar productos innovadores y competitivos en el mercado (MINSa et al., 2021, pág. 5).

2.2.5. Control de calidad

Son aquellas reglas, leyes y políticas necesarias para asegurar que los productos, ya sean medicamentos, alimentos u otros, cumplan con las especificaciones de calidad ofrecidas. El control de calidad implica la realización de pruebas de laboratorio, inspección de las prácticas de manufactura, vigilancia y seguimiento de la seguridad de los productos en el mercado (Boletín Oficial del Estado, 2023) (Organización Panamericana de la Salud, 2022, pág. 2).

El control de calidad en alimentos comprende la realización de pruebas de laboratorio, la inspección de las prácticas de fabricación, así como la vigilancia y seguimiento de la seguridad alimentaria en el mercado (Organización Mundial de la Salud, 2020, pág. 3).

Los sistemas de supervisión alimentaria garantizan que los alimentos disponibles en un país sean seguros, saludables y adecuados para el consumo humano, cumplen con los requisitos de calidad e inocuidad, y cuentan con un etiquetado honesto y preciso de acuerdo con lo establecido por la ley (FAO 2022, pág. 11).

2.2.6. Control microbiológico

Identificación y cuantificación de microorganismos presentes en diferentes ambientes, como el hospitalario, los alimentos, la producción de cosméticos, entre otros (Martín et al., 2016, pág. 13).

En términos generales, el control microbiológico de alimentos implica identificar microorganismos y medir los niveles de contaminación microbiológica y endotoxinas. Los métodos de control microbiológico abarcan la toma de muestras, el uso de medios de cultivo, las condiciones de incubación y la caracterización molecular de los microorganismos aislados. Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro del alimento (León et al., 2023, pág. 10).

2.2.7. Análisis organoléptico

Es un conjunto de métodos de evaluación y medidas de ciertas propiedades de los alimentos, según uno o más de los sentidos humanos. Forma parte de cuatro parámetros básicos: textura, color, sabor y aroma. Esta disciplina ha ido adquiriendo mayor importancia a lo largo de los años, cuyo objetivo principal es ayudar a que un alimento sea de calidad y seguro. Las pruebas analíticas objetivas utilizadas en el control de calidad son: pruebas descriptivas y pruebas discriminativas. Las pruebas descriptivas (pruebas de perfil y calidad) se utilizan para determinar la naturaleza y la fuerza de las diferencias; mientras que las pruebas discriminantes se utilizan para evaluar si existen diferencias entre las muestras. La prueba subjetiva es una prueba emocional que se basa en una medición de preferencias o aceptación (Tipaz, 2023, pág. 4).

2.2.8. *Análisis proximal*

El análisis proximal es una evaluación preliminar en la que no se busca determinar exhaustivamente la compleja composición de los alimentos, dado que esto entraría en el ámbito más especializado de la bromatología. Usualmente, este análisis se enfoca en ciertas determinaciones convencionales afines que se emplean para valorar su importancia como una primera aproximación desde la perspectiva nutricional. De esta manera, se convierte en una técnica In Vitro que evalúa el valor potencial nutritivo de una dieta o alimento específico. Las evaluaciones a cabo en un análisis proximal involucran un enfoque que se ha comprobado ser sumamente beneficioso para la selección de alimentos esenciales en investigaciones agrícolas y en diversas actividades.

2.2.8.1. *Humedad*

La determinación del contenido de humedad es una medida gravimétrica que se logra al perder peso al evaporar el agua de una muestra mediante la aplicación controlada de calor durante un período de tiempo. Los equipos para esta medición incluyen hornos de secado por convección natural, convección forzada o termobalanzas por infrarrojos. En todos estos dispositivos, se aplica calor para evaporar el agua y se mide la pérdida de peso de la muestra a temperaturas cercanas a los 100 °C. Aunque este método es efectivo para la mayoría de los alimentos, no es el más adecuado para aquellos con alta humedad o fermentados, ya que podría provocar la evaporación de nutrientes volátiles como ácidos grasos de cadena corta o aceites esenciales. Para evitar esta pérdida, se recomienda utilizar temperaturas más bajas (60-70 °C) para alcanzar pesos constantes y minimizar la evaporación durante el proceso (Guaque et al., 2022, pág. 11)

2.2.8.2. *Cenizas*

En el laboratorio, una muestra de materia orgánica se descompone mediante incineración y luego se pesa la ceniza resultante. El proceso comienza con la incineración de la muestra bajo una campana extractora de gases a alrededor de 200 °C para evitar la liberación de vapores orgánicos al ambiente. Luego, se incinera en una mufla para eliminar todo el material orgánico. La incineración en seco se basa en que los minerales no se destruyen por el calor y tienen una baja volatilidad en comparación con otros componentes de los alimentos. Es relevante mencionar que ciertos minerales como el yodo y el selenio pueden ser volátiles y no estar presentes en las cenizas, lo que proporciona información sobre la composición de la muestra y puede ayudar a identificar posibles adulteraciones en el alimento (Guaque et al., 2022, pág. 13).

2.2.8.3. *Grasas o extracto etéreo*

La extracción de lípidos se realiza mediante un proceso sólido-líquido utilizando solventes hidrofóbicos debido a la naturaleza liposoluble de los lípidos. Se emplea un dedal de celulosa para contener la muestra seca y molida en el extractor, mientras que en el matraz de ebullición se coloca el solvente, combinado con hexano o éter de petróleo, con condensadores en la parte superior para evitar la evaporación del solvente. El calentamiento del solvente hace que se evapore del matraz y se condense en la cámara del extractor sobre la muestra, permitiendo la extracción de los analitos solubles como lípidos y grasas, que dan una coloración amarilla o verde. El sistema cuenta con un capilar que, al llenarse, permite el retorno del solvente y los analitos al matraz para repetir el proceso hasta lograr la extracción completa, identificando el final por la desaparición de la coloración en la cámara del extractor (Guauque et al., 2022, pág. 2).

Método Soxhlet: El método Soxhlet en alimentos es un método de extracción sólido-líquido cuyo objetivo es determinar la concentración de la materia grasa cruda o extracto etéreo libre del material vegetal (alimento). El solvente utilizado debe tener un bajo punto de ebullición. Las etapas del método Soxhlet incluyen los procesos físicos de: vaporización, extracción y evacuación por el sifón (García et al., 2015, pág. 21).

2.2.8.4. *Proteína*

Método Kjeldahl: En el método Kjeldahl, la materia orgánica se digiere con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. Posteriormente, el producto de la reacción se alcaliniza, el amoníaco liberado se destila y se titula. El contenido de nitrógeno se calcula y se multiplica por un factor convencional para obtener el contenido de proteína cruda. Este proceso implica tres pasos clave: Digestión, Destilación y Titulación. Durante la digestión, se crea un ambiente altamente oxidante que descompone la materia orgánica y convierte el nitrógeno en iones amonio. La formación de una espuma negra indica la carbonización de la materia orgánica, que posteriormente se convierte en un líquido claro al finalizar la reacción química. Para acelerar este proceso, se utilizan altas temperaturas, aunque la velocidad puede variar según la muestra analizada. Se añaden sulfatos de sodio y potasio para evitar la evaporación del ácido sulfúrico y actuar como catalizadores. La reacción produce una coloración verde esmeralda característica del sulfato de amonio en un medio ácido (Guauque et al., 2022, pág. 20).

2.2.8.5. Fibra

La determinación de fibra cruda implica la adición de ácido diluido en caliente sobre la porción de ensayo para hidrolizar diferentes compuestos sobre la muestra, simulando el proceso digestivo que ocurre en el estómago. Un lavado posterior y adición de base diluida, también en caliente, hidroliza otros compuestos no fibrosos, simulando el proceso digestivo que ocurre en el intestino delgado de los animales. Tanto los componentes solubles en ácido como en base diluidos se eliminan solubilizados en los lavados. El residuo insoluble en ácidos o bases diluidos (fibra) se lava, se seca, se pesa y luego se reduce a cenizas. La diferencia de peso antes y después de reducir a cenizas es la fracción correspondiente a la fibra cruda. Analíticamente, el valor de fibra cruda debe ser analizado con detalle debido a una alta variabilidad en los datos debido a la poca especificidad del método de cuantificación (Guauque et al., 2022, pág. 23).

2.2.8.6. pH

Los elementos clave que afectan el crecimiento bacteriano son el tiempo, la temperatura, los nutrientes, el agua y el pH. El pH, que indica si un alimento es ácido o alcalino, es crucial para controlar el desarrollo bacteriano. Un pH bajo (condiciones ácidas) detiene el crecimiento de bacterias dañinas, ya menudo se añade ácido láctico a los alimentos para prolongar su conservación. En un pH neutro, la mayoría de las bacterias se desarrollan de manera óptima (Chavarrías, 2013, pág. 4).

2.2.9. Análisis complementario

2.2.9.1. Determinación de cadmio y plomo

Los metales pesados con mayor frecuencia de efectos tóxicos en la bibliografía son el Cadmio (Cd), el Plomo (Pb), el Arsénico (As) y el Mercurio (Hg). Se conoce la neurotoxicidad y nefrotoxicidad del Plomo (Pb), el Cadmio (Cd) y el Arsénico (As) (TSI LifeScience, 2018, pág. 2).

El ingreso de metales pesados al cuerpo humano se da principalmente por vía respiratoria, intestinal y en algunos casos, por vía cutánea. La ingesta de alimentos y el consumo de agua contaminada son las principales vías por las que los metales pesados ingresan al organismo. Una vez dentro del cuerpo, los metales pesados son absorbidos al nivel del duodeno (TSI LifeScience, 2018, pág. 3)

En la actualidad, se ha establecido que contaminantes ambientales como el cadmio y el plomo desempeñan un papel significativo en el desarrollo de la insuficiencia renal crónica. Estudios epidemiológicos han evidenciado una conexión sólida entre la exposición a estos metales y la aparición de daño renal crónico. Los mecanismos fisiopatológicos involucrados en el daño renal causado por metales son complejos y aún existen aspectos desconocidos sobre su metabolismo y los mecanismos de lesión en el organismo (Sabath y Robles, 2012, pág. 5).

El Codex Alimentarius establece un límite de 0,4 mg/kg para el cadmio en el arroz y 0,2 mg/kg en el trigo (INEN-CODEX-193 2013), y un máximo de 0,2 mg/kg para el plomo en el trigo. Los metales pueden ser analizados de manera efectiva tanto mediante la técnica de absorción atómica como a través de colorimetría, aunque se señala que esta última metodología ofrece una menor precisión y sensibilidad. Se prefiere la medición a través de la absorción atómica debido a que los resultados se obtienen de manera más rápida, lo que permite la separación y eliminación de las interferencias causadas por otros metales (Pérez et al., 2018, pág. 14).

La absorción atómica es un método instrumental en el cual los átomos presentes en la llama absorben radiación, lo que provoca una reducción en la señal detectada y luego se convierte en una concentración. Al medir la cantidad de luz absorbida, se puede realizar una determinación cuantitativa del analito. Mediante el uso de fuentes de iluminación específicas y una cuidadosa selección de longitudes de onda, es factible detectar elementos específicos (Pérez et al., 2018, pág. 14).

2.2.9.2. Determinación de acidez titulable

Es aquella acidez presente en la harina de origen vegetal, expresada como ácido sulfúrico y se determina mediante procedimientos normalizados. Se determina mediante el uso de una solución estandarizada de hidróxido de sodio, empleando fenolftaleína como agente indicador (García et al., 2015, pág. 10).

2.2.9.3. Índice de peróxido

Las grasas insaturadas presentes en los alimentos pueden experimentar oxidación, generando peróxidos. Estos peróxidos liberan yodo al ser tratados con yoduro de potasio. El yodo producido en la reacción se cuantifica utilizando una solución de tiosulfato de sodio. La cantidad de peróxidos se indica por cada kilogramo de grasa, expresada en términos de miliequivalentes de

oxígeno activo, que oxida el yoduro de potasio en las condiciones de los procedimientos descritos (García et al., 2015, pág. 10).

2.2.9.4. *Aflatoxinas*

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de hongos, que son resistentes a los procesos tecnológicos y contaminan tanto productos de origen animal como vegetal, lo que incrementa la exposición humana y animal a través de los alimentos. Entre las micotoxinas, las aflatoxinas son uno de los grupos principales y se generan debido a la actividad fúngica durante la producción, cosecha, almacenamiento y procesamiento de alimentos y piensos. La toxicidad de las aflatoxinas ha sido extensamente documentada en humanos y animales, pudiendo ocasionar diversos síntomas agudos y crónicos como hepatotoxicidad, inmunotoxicidad, teratogenicidad e incluso carcinoma hepatocelular en áreas en desarrollo (Velarde et al., 2023, pág. 11).

2.2.9.5. *Tamaño de partícula*

El análisis de tamaño de partículas es una técnica utilizada para determinar la distribución de tamaños de las partículas presentes en una muestra de harina. Este análisis es importante en la industria alimentaria, ya que el tamaño de las partículas puede afectar la calidad y el rendimiento de los productos finales. El análisis de tamaño de partículas es una técnica utilizada para determinar la distribución de tamaños de las partículas presentes en una muestra de harina. Este análisis es importante en la industria alimentaria, ya que el tamaño de las partículas puede afectar la calidad y el rendimiento de los productos finales.

La dimensión de las partículas en el tamizado se determina por el tamaño de la abertura de la malla del tamiz, la posición de la partícula al entrar en contacto con la tela y su alineación. El tamizado es un procedimiento físico utilizado para separar mezclas al pasarlas a través de un tamiz o cedazo, lo que facilita el análisis de la distribución del tamaño de las partículas. En la evaluación del tamaño de las partículas, las más grandes se miden de forma manual, mientras que las más pequeñas, a partir de 10 μm , se cuantifican mediante el método de tamizado (Retsch, 2016, pág. 8)

- *Tamizado*

En este método se utilizan varios tamices con diferentes tamaños de abertura en la malla. La harina se pasa a través de estos tamices, lo que facilita la separación de las partículas según su

tamaño. Luego, se registra el peso de la harina retenida en cada tamiz y se calcula el porcentaje de masa en función del tamaño de las partículas (Retsch, 2016, pág. 12).

2.2.10. Análisis microbiológico

2.2.10.1. Mohos

Son microorganismos aerobios mesófilos filamentosos que se desarrollan generalmente en forma plana o esponjosa en el agar micológico (García et al., 2015, pág. 3).

2.2.10.2. Levaduras

Son microorganismos aerobios mesófilos que se desarrollan a 25°C utilizando un medio de agar micológico. Forman colonias redondas, mate o brillante, que crecen en la superficie del medio. Estas colonias tienen un contorno regular y una superficie más o menos convexa. La morfología de estos organismos es muy variable, incluyendo formas como esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o alargada en forma de micelio verdadero o falso. Estos organismos son más grandes que las bacterias y, al igual que los hongos, pueden causar cambios en los productos alimenticios, especialmente en aquellos con altos niveles de acidez y presión osmótica (García et al., 2015, pág. 3)

2.2.10.3. *Escherichia coli*

Este tipo de bacteria presenta las características típicas de los coliformes fecales, ya que producen indol a partir del triptófano, dan resultado positivo en la prueba del rojo de metilo y negativo en la de Voges Proskauer, y no utiliza el citrato como única fuente de carbono. Las cepas que dan positivo en la prueba de indol se conocen como *E. coli* Tipo I y se considera que su hábitat natural principal es el intestino (García et al., 2015, pág. 3)

2.2.11. Valor nutricional

Se refiere a la cantidad de nutrientes que proporciona un alimento por porción, incluyendo calorías, proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Es importante conocer el valor nutricional de los alimentos para poder planificar una alimentación equilibrada y saludable (Galán et al., 2022, pág. 10).

Los datos nutricionales más importantes y que deben incluirse en la tabla de información nutricional son: el valor energético en calorías, la cantidad de grasa total, grasa saturada, proteínas, carbohidratos, azúcares, fibra y sodio (Balentine, 2021, pág. 10).

Además, la etiqueta de información nutricional puede contener detalles sobre otros nutrientes como vitaminas y minerales. Las pautas para las recomendaciones nutricionales se basan en consideraciones prácticas y se centran principalmente en la población en general, siendo actualizadas periódicamente por organismos internacionales según los avances de la investigación en nutrición (FAO et al., 2022, pág. 14).

2.2.12. Análisis sensorial

Método empleado para analizar las cualidades sensoriales de los alimentos, como su sabor, aroma, textura y apariencia visual. El análisis sensorial es una herramienta crucial en la industria alimentaria, ya que facilita la evaluación de la calidad de los productos y la detección de posibles imperfecciones en ellos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022, pág. 3).

El análisis sensorial requiere la participación de un panel de catadores especializados que evalúen los productos utilizando diferentes métodos como la degustación, la clasificación y la comparación. Además, esta evaluación puede utilizarse para medir la aceptabilidad de los productos entre los consumidores (INNOTECH, 2022, pág. 10).

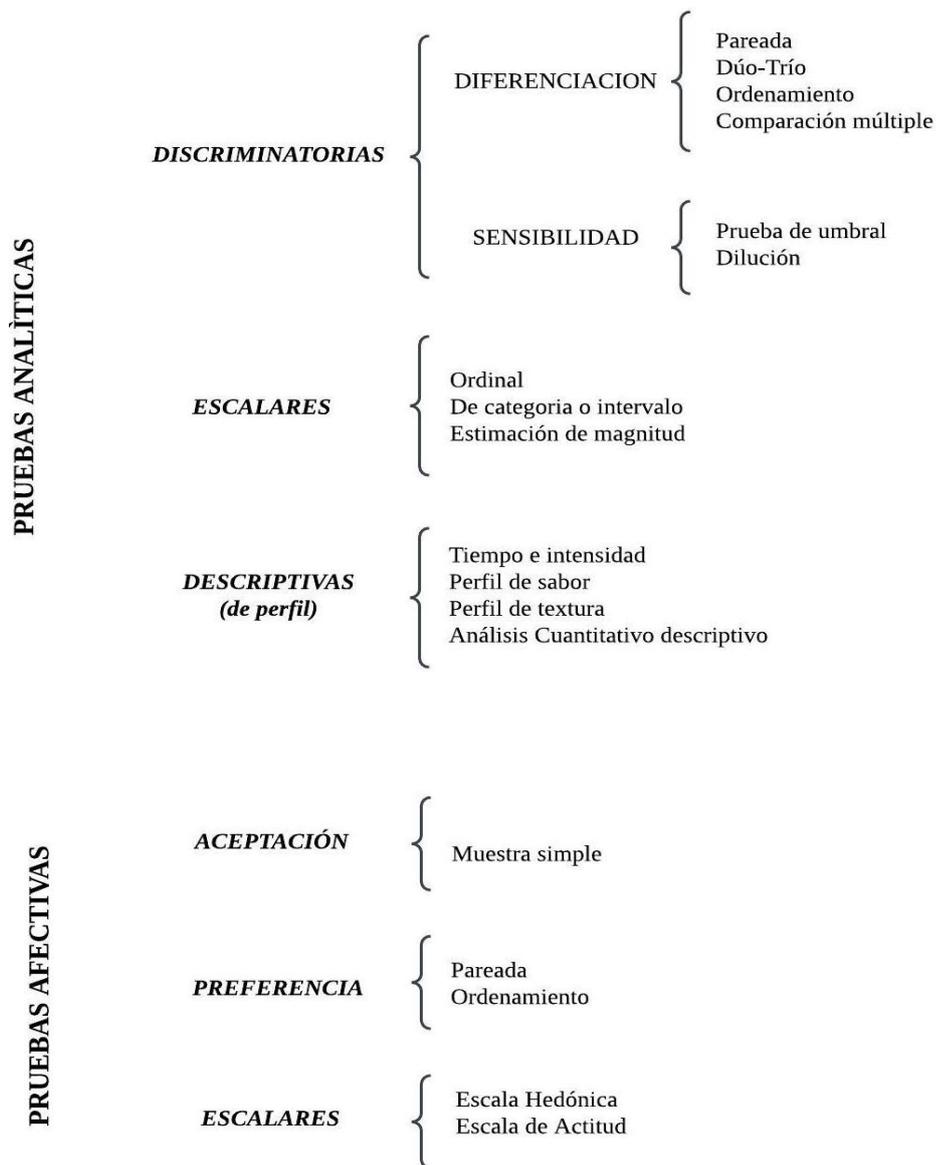


Ilustración 2-3: Clasificación de los métodos de evaluación sensorial

2.2.12.1. Métodos de evaluación sensorial

- *Pruebas analíticas*

Las pruebas sensoriales se realizan en entornos de laboratorio controlados y son llevadas a cabo por jueces previamente seleccionados y entrenados (jueces analíticos). Estas pruebas se dividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas (Espinosa, 2007, pág. 2).

Las pruebas discriminatorias permiten comparar dos o más productos y, en algunos casos, estimar la magnitud de la diferencia. Generalmente son simples y muy útiles en la práctica (Espinosa, 2007, pág. 2).

Las pruebas escalares implican medir cuantitativamente la intensidad de una propiedad sensorial utilizando una escala. Aunque se utilizan como herramientas en otros métodos sensoriales, algunos autores y expertos en la materia no las consideran en la clasificación de los métodos de evaluación sensorial. Las pruebas descriptivas son generalmente más complicadas, dado que los jueces definen los descriptores que caracterizan las diversas cualidades sensoriales de un producto, los cuales luego se emplean para medir las discrepancias entre distintos productos (Espinosa, 2007, pág. 2).

- *Pruebas afectivas*

Las pruebas afectivas se llevan a cabo con individuos que no han sido seleccionados ni entrenados, conocidos como "jueces afectivos". En la mayoría de los casos, estos jueces se eligen por ser consumidores reales o potenciales del producto evaluado, considerando aspectos económicos, demográficos y otros (Espinosa, 2007, pág. 2).

Estas pruebas se realizan en condiciones similares a las que se experimentan al consumir el producto, por lo que pueden llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, entre otros lugares. Los resultados obtenidos de estas pruebas permiten conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado hacia uno o varios productos, por lo que es fundamental que las personas emitan respuestas lo más sinceras posibles (Espinosa, 2007, pág. 3).

El cuestionario utilizado es otro elemento que debe ser analizado con rigurosidad para evitar introducir errores en los resultados. Debe ser conciso para evitar fatiga en los jueces o rechazo a completar la prueba, además de ser fácil de responder, redactado de manera clara y con preguntas de comprensión sencilla y con una impresión legible (Espinosa, 2007).

Pruebas Escalares: Las pruebas de tipo afectivo escalares son empleadas para determinar el grado de satisfacción o insatisfacción hacia un producto, es decir, cuánto gusta o no gusta. Estas pruebas son ampliamente aplicables en la práctica, suelen ser fáciles de interpretar y los resultados obtenidos de ellas permiten tomar decisiones significativas en cuanto a la comercialización del producto, posibles modificaciones en su formulación, entre otros aspectos relevantes (Espinosa, 2007, pág. 5).

Escala hedónica: Las escalas hedónicas verbales incluyen una serie de palabras relacionadas con el gusto o disgusto del consumidor hacia un producto. Estos pueden tener entre cinco y once puntos, que van desde el máximo agrado hasta el máximo desagrado, con un punto medio neutro para ayudar al juez a encontrar un punto de indiferencia. Se ha demostrado que el uso de muchas

descripciones, en lugar de guiar al consumidor, más bien lo confunde, por lo que las escalas bipolares de 7 puntos son las más utilizadas (Espinosa, 2007, pág. 4).

Para realizar la prueba pueden presentar una o varias muestras para que sean evaluadas por separadas según la naturaleza del estímulo, no obstante, se ha comprobado que el juez tiende a hacer comparaciones entre las muestras y sus respuestas están condicionadas a ello, de ahí que, si desea tener un criterio de aceptación totalmente independiente para cada muestra analizada, deberá presentarse cada una en sesiones de evaluación diferentes (Espinosa, 2007, pág. 4)

Para analizar los datos recolectados en esta prueba, se transforma la escala verbal en valores numéricos asignándoles valores consecutivos a cada descripción. Estos valores pueden ser procesados posteriormente mediante análisis estadístico, o simplemente se puede llegar a una conclusión sobre la aceptación de los productos al calcular el promedio de las respuestas de los jueces para cada muestra y relacionarlo con el término que corresponde a la descripción verbal (Espinosa, 2007, pág. 5).

La escala hedónica facial es útil cuando se trabaja con consumidores con bajo nivel cultural, en zonas rurales analfabetas o en pruebas realizadas con poblaciones infantiles que tienen dificultades para comprender escalas verbales. En este enfoque, se muestran solo caras con diferentes expresiones faciales a los evaluadores, las cuales indican el nivel de agrado o afecto que sienten hacia el producto evaluado (Espinosa, 2007, pág. 5).

El número de caras incluidas en la escala puede cambiar, pero normalmente está entre 5 y 7, considerando el problema previamente mencionado que presentan las escalas con un mayor número de opciones. Se pueden evaluar una o varias muestras de manera similar a la escala hedónica verbal, y el procedimiento de cálculo es parecido (Espinosa, 2007, pág. 5).

Método afectivo con escala hedónica pictográfica (Adultos):

Género: Hombre _____ Mujer _____ Edad _____

Instrucción: Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte inferior, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

	Puntaje	Nivel de agrado
	5	Me gusta mucho
	4	Me gusta moderadamente
	3	No me gusta ni me disgusta
	2	Me disgusta moderadamente
	1	Me disgusta mucho

Ilustración 2-4: Escala hedónica

Tabla 2-7: Atributo de la escala hedónica

ATRUBITO	M1	M2	M3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

Realizado por: Barrazueta N., 2024

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque, diseño y alcance de investigación

El presente trabajo posee un enfoque cuantitativo cualitativo con diseño experimental y con alcance transaccional, basado en la elaboración de una hojuela a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*) con alto valor nutricional utilizando un método analítico.

3.2. Lugar de investigación

El estudio se llevó a cabo en los distintos laboratorios que se encuentra en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.3. Población de estudio

La población de estudio serán harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y harina de maíz (*Zea mays*) adquiridos en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba, de las cuales, luego de analizar su composición y realizar formulaciones con ambas, se obtendrán las hojuelas, seguido de un estudio de consumo que involucrará a un grupo de estudiantes de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la ciudad de Riobamba. Estos ensayos incluirán pruebas fisicoquímicas, análisis microbiológicos, análisis sensorial, análisis organoléptico y otros complementarios para determinar control de calidad.

Para la obtención de las harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*) y de maíz (*Zea mays*) se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

3.3.1. Criterios de inclusión

- La harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) que se encuentre en buen estado al identificar sus características organolépticas y análisis sensorial.
- La harina de maíz (*Zea mays*) que se encuentre en buen estado al identificar sus características organolépticas y análisis sensorial.

3.3.2. *Criterios de exclusión*

- La harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) que no se encuentre en buen estado al identificar sus características organolépticas y análisis sensorial.
- La harina de maíz (*Zea mays*) que no se encuentre en buen estado al identificar sus características organolépticas y análisis sensorial.

3.4. Descripción de los procesos

3.4.1. *Extrusión*

Una vez asegurado que toda la línea de extrusión está lista para uso y ha sido revisada por el personal de mantenimiento, se previene la ocurrencia de innecesarias en la producción o que algún operador o trabajador sufra algún accidente por maquinaria en mal estado. A continuación, se procederá a empezar el proceso de extrusión.

Recepción de materias primas: Esta fase implica la revisión general de las condiciones sanitarias y requiere los certificados de análisis de las materias primas. Cada lote de materia prima debe someterse a una inspección visual para verificar su limpieza e integridad. Si un lote no supera esta evaluación, no se autorizará su descarga. Se lleva a cabo el muestreo de las materias primas para realizar los análisis organolépticos, físico-químicos y microbiológicos correspondientes. Si los resultados cumplen con lo establecido en las fichas técnicas, se permite el traslado del lote al área de producción de extruidos.

Extrusión: Solicitada la mezcla cruda al almacén de productos en proceso, se identifica el lote y se verifica la conformidad del rotulado. A continuación, se vacía la mezcla cruda de los sacos a través de la tolva de alimentación del elevador de tornillo sin aleta, luego se retira los hilos de la costura de los sacos y la tarjeta de seguridad. El producto es transportado hacia la tolva de alimentación del extrusor. El supervisor de calidad / producción realiza una inspección visual del producto con el objetivo de observar que no existen grumos o impurezas extrañas al producto ya la vez realiza un análisis organoléptico del mismo. Según la fórmula de la mezcla cruda a extruir, se monta la configuración de tornillos.

La configuración y parámetros determinados pueden sufrir variaciones de ajuste debido al desgaste o rotura de piezas del equipo, sin embargo, no implica un descontrol del proceso o alteraciones del mismo. La mezcla cruda, ya dentro del extrusor, es sometida a intensas fuerzas

de cizalla, que dependen del diseño interno de los barriles modulares, de la forma de los tornillos modulares, de la velocidad rotacional del eje principal del extrusor y de elevadas temperaturas originadas principalmente por la adición de agua en forma directa y el rozamiento de la mezcla cruda con la estructura interna del extrusor. Se registrarán gradientes de temperatura en donde: $T1 = 140 - 160 \text{ }^\circ\text{C}$ y $T2 = 110-120 \text{ }^\circ\text{C}$. T1 corresponde a la temperatura correspondiente a la Zona de Tratamiento ó Cocción, es decir, en la punta del eje del extrusor, y T2 a la temperatura de la zona de compresión. El producto obtenido durante el período comprendido desde el arranque hasta alcanzar T1, debe ser retirado para posteriormente ser reprocesado.

Muchos cambios importantes se suscitan en el interior del producto:

- El cocimiento y desnaturalización de las proteínas
- La hidratación y gelatinización del almidón
- Eliminación de factores tóxicos, elementos que inhiben una buena digestión.

Estas modificaciones son beneficiosas e incrementan los valores nutritivos de los productos extruidos, pero una mala extrusión puede originar efectos negativos como:

- Destrucción más o menos importantes de las vitaminas
- El pardeamiento no enzimático que involucra la caramelización de los carbohidratos, la reacción de Maillard entre los azúcares reductores y los grupos aminos libres y el efecto de los productos de la descomposición oxidativa de lípidos y proteínas.

Durante el proceso, los parámetros clave incluyen la temperatura, la presión, las RPM del eje del extrusor, la humedad y la alimentación de mezcla cruda. Es necesario informar sobre las RPM del eje del extrusor; el flujo y la presión de agua que entra al extrusor; las temperaturas a lo largo de las secciones del extrusor; el flujo másico de la mezcla cruda y la humedad de los pellets. Además, se debe informar sobre el flujo y la presión de agua que ingresa al preacondicionador y la temperatura de la mezcla al salir del preacondicionador. En cada turno durante el proceso, el Supervisor de Calidad toma muestras de pellets según el denominado Plan de Calidad.

Corte: Los pellets del producto extruido, cortados por una cuchilla, son transferidos a un elevador neumático que los lleva al enfriador. El operador debe supervisar la densidad aparente y las características organolépticas de los pellets (color, olor, sabor). El operador del extrusor inspecciona el elevador neumático para eliminar cualquier acumulación de pellets húmedos, los cuales se limpian, lavan y desinfectan antes de volver a utilizar.

Enfriamiento de pellets: Los pellets caen por gravedad a la enfriadora, que es una cámara horizontal giratoria por la que circula aire frío para enfriar los pellets antes de la molienda. Es crucial que el enfriador comience a funcionar antes de iniciar la etapa de extrusión.

Molienda de pellets: Las razones principales para la reducción del tamaño de los pellets en esta etapa del proceso para la fabricación de los alimentos instantáneos son las siguientes:

- Exponer una superficie mayor para la digestión
- Mejorar la facilidad del manejo de algunos ingredientes
- Mejorar las características del mezclado de los ingredientes
- Satisfacer la preferencia del consumidor

En nuestro caso, las etapas de extrusión, enfriado de pellets y la molienda de estos se dan de manera continua.

Pesado, Envasado: El producto molido y clasificado se conoce como Harina Instantánea y se empaca en sacos de polipropileno con un peso neto de 45 kg o 50 kg. Luego, se sella el saco asegurándose de expulsar la menor cantidad de aire posible, lo cual se logra presionando la parte superior del saco con ambas manos, y se etiqueta con una tarjeta de seguridad que incluye información como el código de fórmula, fecha de producción, fecha de vencimiento, lote de producción y cantidad contenida en el envase.

Almacenamiento de harinas instantáneas: Los sacos conteniendo las harinas obtenidas en la etapa anterior, se almacenan sobre pallets en el Almacén de Harinas instantáneas por aprobar, las cuales permanecerán por el período equivalente al que requieran los análisis microbiológicos de las mismas para luego pasar al mezclado.

NOTA: De acuerdo con las frecuencias establecida por el personal del laboratorio, se realizarán análisis de calidad correspondientes.

3.4.2. Mezcla de ingredientes

Una vez de asegurarse de que la mezcladora está lista para ser usada y ha sido revisada por el personal de mantenimiento, se procederá a empezar el proceso de mezcla, previniendo de esta forma para innecesarias en la producción o que algún operador o trabajador sufra algún accidente por maquinaria en mal estado.

Mezclado: El propósito del mezclado de cualquier ingrediente es mezclar los nutrientes específicos de manera tan homogénea que el consumidor pueda asimilar todos estos nutrientes en cada alimentación. Para el propósito que nos refiere, la mezcladora horizontal es la más recomendada. Transporta el material de un extremo al otro mientras lo revuelve y tiene una descarga rápida completa y está equipada con paletas (Arados o zapatas).

Una vez descargados los macronutrientes contenidos en la tolva de almacenamiento, se inicia el mezclado y se controla el tiempo determinado para el mezclado. Finalizado el tiempo de mezclado se accionan las compuertas de descarga del mezclador, luego el producto cae por gravedad hacia los sacos listos para el envasado.

En cada turno productivo, el Inspector de Calidad verifica la correcta dosificación de insumos de manera aleatoria, así como el tiempo de mezclado estipulado, según el Plan de Calidad.

- **Preparación del batch:** Los principales ingredientes de la fórmula, conocidos como macronutrientes, como la harina instantánea, azúcar, leche en polvo, concentrado proteico y otros mencionados en la fórmula, son recibidos.
- **Inspección visual:** Previa verificación de la hermeticidad y limpieza externa de los envases; al igual que se verifica los códigos de aprobación de Control de Calidad en cada uno de los lotes de las materias primas. Se retira sus envases externos y luego son colocados en la mezcladora.
- **Alimentación de insumos al mezclador:** Los macronutrientes se vierten en la Mezcladora con precaución para evitar la formación de grumos y la presencia de materiales extraños en el proceso. Las fracciones de los macronutrientes necesarias para alcanzar las cantidades indicadas en la fórmula se pesan en un área menos expuesta, se empaquetan en bolsas limpias y se añaden a la Mezcladora. Los micronutrientes, como la premezcla de vitaminas y minerales, y el saborizante, se pesan según la fórmula descrita y se agregan a la mezcladora.

NOTA: De acuerdo con las frecuencias establecida por el personal del laboratorio, se realizarán análisis de calidad del producto terminado.

3.4.3. Empacado

Una vez asegurado que las empacadoras están listas para ser usadas y han sido revisadas por el personal de manteniendo, previniendo de esta forma paras innecesarias en la producción o que algún operador o trabajador sufra algún accidente por maquinaria en mal estado, se procederá a empezar el proceso de mezcla.

- El Supervisor de Turno, solicitara a bodega el número de sacos de producto a envasar, para poder tener en stock el producto.
- El Encargado del Empacado verifica el encendido y correcto funcionamiento de las balanzas que entran en producción, además, verifica el funcionamiento de las maquinas selladoras las cuales dependiendo el tipo de funda deben alcanzar temperaturas de hasta los 200°C, para un adecuado sellado.
- Se calibrará las empacadoras tomando en cuenta el peso de la funda y la presentación.
- Se verificará los que los rollos de fundas a utilizar sea el adecuado, cuenta con el sabor, código de barras y análisis nutricional.
- Se verificará la fecha de producción, fecha de caducidad y el registro sanitario. Los mismos que deben estar de forma legible e intacta en la funda.
- El personal encargado del envasado coloca el producto en la tolva de recepción de la envasadora la cual por medio de un tornillo sin fin transporta el producto a la tolva de la empacadora.
- Las maquinas envasadoras deben estar ubicadas en un ambiente cuya temperatura se encuentre comprendida entre los 20 +/- 2 °C.
- Una vez colocada la bobina del envase primario en la maquina envasadora, debe verificarse la correcta impresión de la fecha de producción, fecha de vencimiento, lote del producto y línea correspondiente al turno de proceso.
- La mezcla se la recibe en las tolvas de recepción para ser transportadas por el tornillo sin fin hasta la boca de recepción de la envasadora y luego ser envasadas y selladas térmicamente.
- Luego se verifica el peso y la hermeticidad de las fundas al 100 %, los envases que cumplan con el peso y hermeticidad son colocados de manera manual en los empaques secundarios según sea la necesidad o especificación, impresos la fecha de producción, fecha de vencimiento y lote del producto.

NOTA: De acuerdo a las frecuencias establecida por el personal del laboratorio, se realizarán análisis de calidad del producto terminado.

3.4.3.1. Asignación del Lote del Producto Terminado

El lote de producto terminado será designado de la siguiente manera:

- Letra: que identifique y se cambie de una producción a otra
- Código juliano para identificar el día de producción
- Año de producción: solamente los dos últimos dígitos del año
- Ejemplo: M16324

3.4.3.2. Manejo del Lote de Producto Terminado

Para el cierre de lote de mezcla, se lo maneja de la siguiente manera:

- Se cerrará el lote por el volumen de producto terminado o el día en que se está empacando el producto.

NOTA: El tiempo de vida útil del producto será el que se determine mediante los análisis de estabilidad, de esta manera se programará las entregas del producto para cada familia.

3.5. Métodos y técnicas empleadas

3.5.1. Formulación utilizada para las hojuelas

En el estudio se elaboran hojuelas a base de harina de maíz y chocho, en tres formulaciones diferentes. En la siguiente tabla se puede observar los porcentajes para la Harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y Harina de maíz (*Zea mays*).

Tabla 3-1: Ingredientes utilizados en la formulación para elaboración de hojuelas en porcentaje

Formulación	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Harina de maíz	62,11	52,11	54,03
Harina de chocho	20,70	20,70	20,70
Extracto de malta	4,14	4,14	4,14
Saborizante de chocolate	0,62	3,62	3,62
Azúcar	12,42	17,42	16,00
Colorante Chocolate Brown	-	2,00	1,50
TOTAL	100	100	100

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Tabla 3-2: Ingredientes utilizados en la formulación para la elaboración de hojuelas en gramos

Ingredientes	F1 (g)	F2 (g)	F3 (g)
Harina de maíz	3 000,00	2 517,00	2 609,74
Harina de chocho	1 000,00	1 000,00	1 000,00
Extracto de malta	200,00	200,00	200,00
Saborizante chocolate	30,00	174,90	174,90
Azúcar	600,00	841,50	772,80
Colorante Chocolate Brown	-	96,60	72,60
TOTAL	4830,00	4830,00	4830,00

Realizado por: Barraqueta N., 2024

3.6. Materiales, reactivos y equipos

3.6.1. *Materia prima*

- Harina de maíz (*Zea mays*)
- Harina de chocho (*Lupinus mutabilis*)
- Azúcar
- Saborizantes
- Aditivos

3.6.2. *Materiales*

- Tazones
- Espátula
- Crisoles
- Cápsulas
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta
- Balón de aforo
- Soporte universal
- Pipetas graduadas
- Tubo falcón
- Pera de succión
- Vasos de precipitación
- Matraz kitasato
- Balón del aparato de soxhlet
- Tubos de ensayo
- Pipetas automáticas
- Gradilla
- Mechero
- Cinta adhesiva
- Crisol gooch 33
- Cajas Petri de vidrio
- Gorro
- Mandil

- Guantes
- Mascarilla
- Tamices

3.6.3. *Reactivos*

- Agua Destilada
- Éter Etilico
- Etanol al 90 %
- Etanol 96%
- Fenolftaleína
- Fenolftaleína 1 %
- Hidróxido de Potasio 0,1 N
- Ácido Acético
- Cloroformo
- Solución saturada de yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio 0,1 N
- Solución de almidón
- Hidróxido de sodio 0,02 N
- Ácido clorhídrico concentrado
- Yoduro de potasio 34
- Ácido sulfúrico 0,128 M
- Hidróxido de potasio 0,233 M
- Sulfato de sodio 99,2%
- Sulfato de cobre 99 %
- Hidróxido de sodio 4%
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de sodio 4%
- Ácido clorhídrico 0,1 N
- Ácido clorhídrico 0,5 M
- Ácido nítrico concentrado
- Ácido perclórico concentrado
- Peróxido de hidrógeno

3.6.4. Equipos

- Balanza digital
- Desecador
- Mufla (Thermo scientific)
- Estufa
- Cámara de flujo laminar (Biobase bioindustry shandony)
- Reverbero
- Equipo de Kjeldahl
- Equipo de Soxhlet (grasa)
- Equipo digestor para fibra
- pH metro
- Extrusor
- Molino

3.6.5. Medios de cultivo

- Cajas Petri de vidrio para análisis de mohos y levaduras
- Agar papa dextrosa (PDA)
- Agar bilis rojo violeta
- Peptona 0,1%

3.7. Normas y enfoque

3.7.1. Normas

Las normas técnicas utilizadas para el control de calidad de la materia prima y del producto terminado son las siguientes:

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2051:2013 establece los requisitos que deben cumplir: el maíz entero molido, la sémola, harina y gritz del maíz desgerminado, para consumo humano, alimento zootécnico y uso industrial.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2561:2010 establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo, tales como: hojuelas, productos extruidos, granos y cereales dilatados.

3.8. Análisis bromatológico de la materia prima

Tabla 3-3: Análisis bromatológicos de la harina de maíz

Determinación de proteína	de	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013. Método de determinación: Guía de Laboratorio de Bromatología, ESPOCH.
Determinación de grasa		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013. Método de ensayo: NTE INEN 523
Determinación de cenizas		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013 Método de ensayo: NTE INEN 520
Determinación de fibra		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013 Método de ensayo: NTE INEN 522

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Tabla 3-4: Análisis bromatológicos de la harina de chocho

Determinación de la humedad	de	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 712
Determinación de proteína		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Bromatología, ESPOCH.
Determinación de las cenizas	de	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 2171
Determinación de acidez		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de ensayo: NTE INEN 521
Determinación de grasa		Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013.

	Método de ensayo: NTE INEN 523
Determinación tamaño de partícula	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015
	Método de ensayo: NTE INEN 517

Realizado por: Barraqueta N., 2024

3.9. Contaminantes

Tabla 3-5: Contaminantes de la harina de maíz

Determinación de Plomo	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013. Método de determinación: Guía de Laboratorio de Análisis Instrumental, ESPOCH.
Determinación de Aflatoxinas	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013.

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Tabla 3-6: Contaminantes de la harina de chocho

Determinación de Cadmio	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Análisis Instrumental, ESPOCH.
Determinación de Plomo	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Análisis Instrumental, ESPOCH.

Realizado por: Barraqueta N., 2024

3.10. Análisis microbiológico de la materia prima

Tabla 3-7: Análisis microbiológicos de la harina de maíz

Determinación de mohos y levaduras	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH
------------------------------------	---

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Tabla 3-8: Análisis microbiológicos de la harina de chocho

Determinación de mohos y levaduras	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH
Determinación de <i>Escherichia coli</i>	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH

Realizado por: Barraqueta N., 2024

3.11. Análisis bromatológico del producto final

Tabla 3-9: Análisis bromatológicos del producto final

Determinación de humedad	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010
Determinación de grasas	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010
Determinación de índice de peróxidos	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010
Colorantes	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010

Realizado por: Barraqueta N., 2024

3.12. Análisis microbiológico del producto final

Tabla 3-10: Análisis microbiológico del producto final

Determinación de mohos y levaduras, ufc/g	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH
Recuento estándar en placa, ufc/g	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH
<i>Escherichia coli</i> , ufc/g	Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 561:2010 Método de determinación: Guía de Laboratorio de Microbiología, ESPOCH

Realizado por: Barraqueta N., 2024

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis bromatológico de harina de *Zea mays*

Tabla 4-1: Análisis bromatológico de harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013

Requisito	Mínimo (%)	Máximo (%)	Resultados (%)
Humedad	-	13,00	8,36
Cenizas	-	1,00	1,73
Grasa	-	2,25	5,16
Fibra	-	2,50	7,05
Proteína	7,00	-	10,67

Realizado por: Barraqueta N., 2024

El análisis bromatológico permite examinar los parámetros con base en valores de referencia establecidos por la normativa (NTE INEN 2051:2013), como se muestra en la tabla 4-1, se obtuvo un resultado en humedad de 8,36% y proteína de 10,67% los cuales se encuentran dentro del rango permitido.

Con relación al contenido de cenizas de la harina de maíz es de 1,73%, el cual es un valor más alto en comparación a 1,21% obtenido en el estudio realizado por (Coral y Gallegos, 2015, pág. 10), lo que puede significar una alta concentración de minerales ya que estos están contenidos en el salvado de la semilla de los cereales.

La harina de maíz presenta un alto contenido de grasa y fibra, con un valor de 5,16% y 7,05% respectivamente, superando ampliamente los valores referenciales en (NTE INEN 2051:2013) donde reportaron un máximo de 3,10% grasa y un máximo de 2,50% de fibra. En comparación con el estudio (Herrera et al., 2021, pág. 2) que alcanzaron un 4,74% para grasa y 7,30% para fibra asemejándose estos valores a los obtenidos en esta investigación.

4.2. Análisis microbiológico de harina de *Zea mays*

Tabla 4-2: Análisis microbiológico de harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013

Requisito	Mínimo (UFC/g)	Máximo (UFC/g)	Resultados (UFC/g)
Mohos y levaduras	1×10^2	1×10^5	100
<i>E. Coli</i>	< 10,00	-	Ausencia

Realizado por: Barraqueta N., 2024

En el análisis de mohos se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 2051:2013), se reporta ausencia al estar exenta de este microorganismo, así es adecuada para la utilización como materia prima de este estudio.

En una investigación consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos, explica que la ausencia de mohos en harinas se logra mediante condiciones de almacenamiento adecuadas, contribuyendo a la prevención de la contaminación microbiana y la alteración de las harinas, lo que a su vez favorece la calidad, inocuidad y seguridad de los alimentos elaborados con ellas (Rodríguez, 2010, pág. 3).

4.3. Contaminantes

Tabla 4-3: Resultados de contaminantes en harina de maíz basados en NTE INEN 2051:2013

Requisito	Máximo	Resultados
Cadmio (mg/kg)	-	0,02
Plomo (mg/kg)	0,20	< 0,30
Aflatoxinas ug/kg (ppb)	20	0,20

Realizado por: Barraqueta N., 2024

En la tabla 4-3 se reporta un valor < 0,30 mg/kg debido a que al interpolar en la curva de calibración se encontró que el resultado está por debajo de límite de cuantificación del equipo que es 1,5 ppm, sin embargo, se estima que se encuentra dentro del rango permitido (NTE INEN 2051:2013) donde determina un valor máximo de 0,20 mg/kg para plomo.

Para la cantidad de cadmio se cuantificó un valor 0,02 mg/kg, al encontrarse dentro de los rangos de referencia por (Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, 2007, pág. 5) donde se reporta un valor máximo de 0,10 mg/kg.

Con relación al contenido de aflatoxinas se registró un valor de 0,20 ug/kg (ppb) lo que está por debajo de los valores de referencia con NTE INEN 2051, la cual indica un valor máximo de 20 ug/kg (ppb). En la investigación de (Açar y Akbulut, 2024, pág. 11) se sugiere que los ingredientes utilizados en la producción de hojuelas no estén contaminados, lo que reduce el riesgo de daños en el sistema nervioso, el hígado y los riñones, así como el riesgo de cáncer.

Sin embargo, es importante considerar que una pequeña cantidad de cadmio, plomo y aflatoxinas puede representar un riesgo para la salud humana, esto subraya la necesidad crítica de vigilar y controlar la presencia de estas sustancias en productos alimenticios, incluyendo las hojuelas.

4.4. Análisis bromatológico de harina de *Lupinus mutabilis*

Tabla 4-4: Análisis bromatológico de harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015

Requisito	Mínimo (%)	Máximo (%)	Resultados (%)
Humedad	-	14,50	7,51
Cenizas	-	0,80	2,81
Grasa	-	2,00	15,90
Fibra	-	-	7,25
Acidez titulable	-	0,20	0,10
Proteína	9,00	-	46,20
Tamaño de partícula	95	-	97

Realizado por: Barrazueta N., 2024

Como se muestra en la tabla 4-4 los únicos requisitos que cumplen con los valores de referencia establecidos por la normativa (NTE INEN 616:2015) son humedad, acidez titulable y tamaño de partícula.

El contenido de cenizas en la harina de chocho es de 2,81%, al comparar este dato con los estudios de (Tiuquinga, 2019, pág. 5) y (Berru et al., 2021, pág. 4), que reportan 2,81% y 3,58% respectivamente, esto podría ser resultado de la alta concentración mineral en las semillas de lupino, convirtiéndolas en una importante fuente de minerales en la alimentación.

Con relación a proteína de la harina de chocho es de 46,20%, el cual se asemeja a las investigaciones de (Villamagua, 2013, pág. 5) y (Salazar y Ocaña, 2019, pág. 5) que abordan valores de 47,06 % y 52,82 % respectivamente.

La cantidad total de fibra en la harina es de 7,25%, al comparar con la investigación de (Santacruz et al., 2022, pág. 12) se define que la presencia elevada de fibra se debe a sus semillas altamente lignificadas, que contienen celulosa, hemicelulosa y lignina. Esto aporta considerablemente a la cantidad de fibra bruta, lo cual resulta beneficioso para la salud del intestino y la regulación del tránsito gastrointestinal.

Con relación al contenido de grasa de la harina de chocho es de 15,90%, el cual es un valor alto en comparación a (NTE INEN 616:2015). (Céspedes, 2022, pág. 15) en cuanto a la materia grasa que contiene la harina de chocho, define que su porcentaje se presenta entre el 14,20% a 25,74%. Ya que ésta se compone de grasas no saturadas como el ácido oleico, linoleico y linolénico. (Céspedes, 2022, pág. 16) encontró un contenido de grasa de 16,59% en harina de tarwi como suplemento alimenticio para consumo humano comprueba que el tarwi, como un alimento agrícola de calidad

superior, tiene el potencial de mejorar el nivel nutricional en el cuerpo humano, independientemente de la forma en que se utilice el grano.

4.5. Análisis microbiológico de la harina de *Lupinus mutabilis*

Tabla 4-5: Análisis microbiológico de harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015

Requisito	Mínimo (UFC/g)	Máximo (UFC/g)	Resultados (UFC/g)
Mohos y levaduras	1x10 ³	1x10 ⁴	1,2x10 ³
<i>E. Coli</i>	< 10,00	-	Ausencia

Realizado por: Barrazueta N., 2024

En la tabla 4-5 se presenta los resultados de mohos y levaduras, así como de *Escherichia Coli*, los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 616:2015) reportan ausencia al estar exenta de este microorganismo, así es adecuada para la utilización como materia prima de este estudio.

4.6. Contaminantes

Tabla 4-6: Contaminantes en harina de chocho basados en NTE INEN 616:2015

Requisito	Máximo (mg/kg)	Resultados (mg/kg)
Cadmio	0,20	0,04
Plomo	0,20	< 0,30

Realizado por: Barrazueta N., 2024

En la tabla 4-6 se reporta un valor < 0,30 mg/kg debido a que al interpolar en la curva de calibración se encontró que el resultado que está por debajo de límite de cuantificación del equipo que es 1,5 ppm, sin embargo, se estima que se encuentra dentro del rango permitido (NTE INEN 2051:2013) donde determina un valor máximo de 0,20 mg/kg para el parámetro plomo.

Para la cantidad de Cadmio se cuantificó un valor 0,04 mg/kg, al encontrarse dentro de los rangos de referencia por (NTE INEN 2051:2013) donde reporta un valor máximo de 0,10 mg/kg.

4.7. Aceptabilidad de las formulaciones

4.7.1. Análisis sensorial

Se evaluó tres formulaciones de hojuelas elaboradas con harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*), designadas como F1 (20,70% harina de chocho; 62,11% harina de maíz), F2 (20,70% harina de chocho; 52,11% harina de maíz), y F3 (20,70% harina de chocho; 54,03% harina de maíz), a través de una prueba utilizando la escala hedónica. El propósito de esta evaluación es determinar cuál tratamiento tendría mejor percepción. Para llevar a cabo esta valoración, se contó con la participación de 50 estudiantes de 21 a 26 años de la carrera de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Los resultados se presentan en las siguientes tablas. Ver Anexo (A) (Método afectivo con escala hedónica pictográfica (Adultos)).

4.7.1.1. Color del snack

Tabla 4-7: Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Factor	N	Media	Desv.	
									Est.	IC de 95%
Factor	2	15.45	7.7267	11.46	0.000024	F1	50	3.760	0.822	(3.530; 3.990)
Error	147	99.14	0.6744			F2	50	4.360	0.851	(4.130; 4.590)
Total	149	114.59				F3	50	4.500	0.789	(4.270; 4.730)

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Los resultados del ANOVA para el color se muestran en la tabla 4-7, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las formulaciones ($p < 0.05$), al nivel 95% de confiabilidad.

Tabla 4-8: Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
F3	50	4.500	A
F2	50	4.360	A
F1	50	3.760	B

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Nota. Las medias que no comparten una letra mayúscula (A-B) son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La prueba de Tukey para el color se indica en la tabla 4-8 y en la figura 4-1 (medias de Tukey), en la que se observa que F1 difiere significativamente de F2 y F3 al nivel de confianza del 95 %.

Esto indica que la sustitución del 54,03% de la harina de maíz por harina de chocho influyó en la percepción del color por parte de los evaluadores.

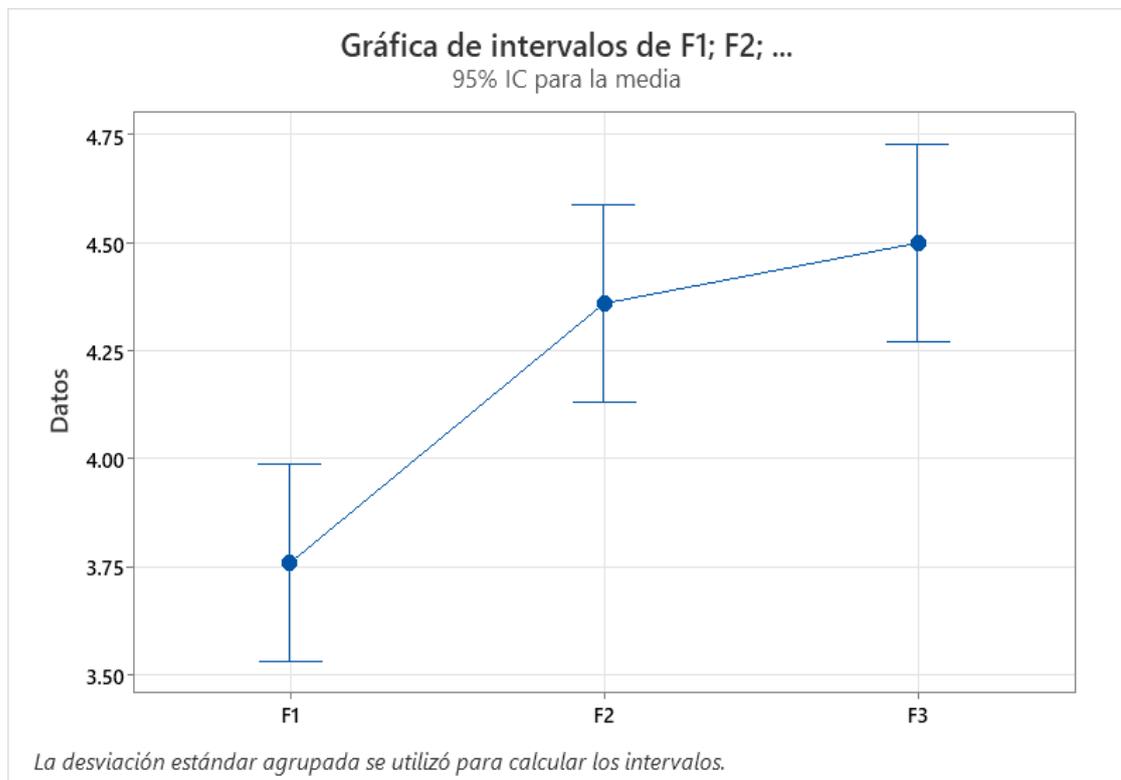


Ilustración 4-1: Grafica de intervalos de F1; F2; F3

Realizado por: Barraqueta N., 2024

En la figura 4-3 para el parámetro de color, se observa que no existe diferencias significativas entre F2 y F3 lo que puede atribuirse a la inclusión de otros ingredientes en la receta, como el colorante Chocolate Brown HT, que otorgó una tonalidad café oscuro a las mezclas, posiblemente enmascarando cualquier variación en el color que pudiera presentar el aperitivo.

Cabe destacar que, es importante controlar este parámetro en un producto, ya que, como lo indica (Vega, 2014, pág. 1) en la industria de los alimentos y bebidas, el color y la apariencia son parámetros claves para el éxito de un producto.

4.7.1.2. Olor del snack

A continuación se presentan los resultados del olor del snack:

Tabla 4-9: Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Factor	N	Media	Desv.	IC de 95%
Factor	2	3.893	1.9467	3.10	0.048	F1	50	3.880	0.799	(3.658; 4.102)
Error	147	92.400	0.6286			F2	50	4.200	0.728	(3.978; 4.422)
Total	149	96.293				F3	50	4.240	0.847	(4.018; 4.462)

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Los resultados del ANOVA para el olor se muestran en la tabla 4-9, donde se aprecia que no existe una diferencia significativa entre las formulaciones ($p < 0.05$), con 95% de confiabilidad.

Tabla 4-10: Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
F3	50	4.240	A
F2	50	4.200	A
F1	50	3.880	A

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Nota. Las medias que no comparten una letra mayúscula (A-B) son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La prueba de Tukey para el color se indica en la tabla 4-10 y en la figura 4-2 (medias de Tukey), indican que entre las formulaciones no existió diferencia significativa ($F1 = F2 = F3$) en el parámetro de olor. Es decir, el aumento de la harina de maíz junto a los demás ingredientes en los tratamientos no tuvo ningún impacto en la aceptación de este atributo.

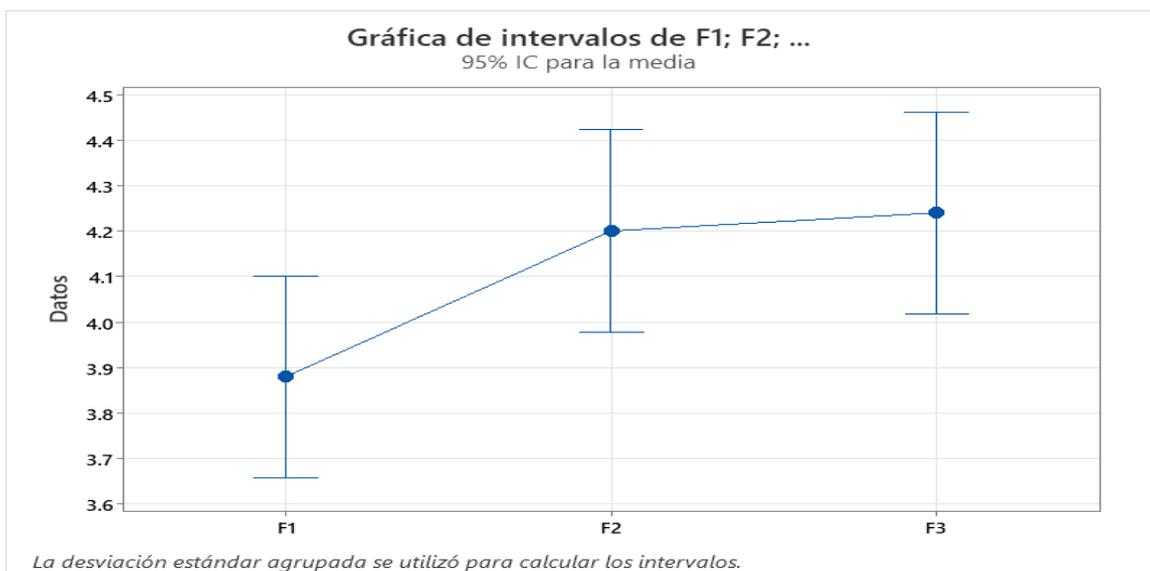


Ilustración 4-2: Grafica de intervalos de F1; F2; F3

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Las investigaciones realizadas por (Alonso, 2019) y (Yáñez, 2017) abordan la adaptación sensorial en la percepción del olor de snacks elaborados con harina de maíz y chocho, sugiriendo que los encuestados pueden acostumbrarse a ciertos aromas tras un período prolongado de exposición. Esta adaptación sensorial puede resultar en una dificultad para distinguir entre formulaciones con olores similares, ya que su sistema olfativo se ajusta a los componentes específicos de cada producto. En caso de que las formulaciones de snacks a base de harina de maíz y chocho presenten diferencias en el olor, aunque estas no sean tan marcadas como al inicio, los evaluadores podrían enfrentar desafíos para identificarlas.

4.7.1.3. Sabor del snack

Tabla 4-11: Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.00%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Factor	N	Media	Desv..	IC de 95%
Factor	2	17.77	8.8867	9.82	0.000	F1	50	3.480	1.092	(3.214; 3.746)
Error	147	133.06	0.9052			F2	50	4.220	0.815	(3.954; 4.486)
Total	149	150.83				F3	50	4.200	0.926	(3.934; 4.466)

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Los resultados del ANOVA para el sabor se muestran en la tabla 4-11, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las formulaciones ($p < 0.05$), al nivel 95% de confiabilidad.

Tabla 4-12: Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
F3	50	4.220	A
F2	50	4.200	A
F1	50	3.480	B

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Nota. Las medias que no comparten una letra mayúscula (A-B) son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La prueba de Tukey para el color se indica en la tabla 4-12 y en la figura 4-3 (medias de Tukey), en la que se observa que F1 difiere significativamente de F2 y F3 al nivel de confianza del 95 %.

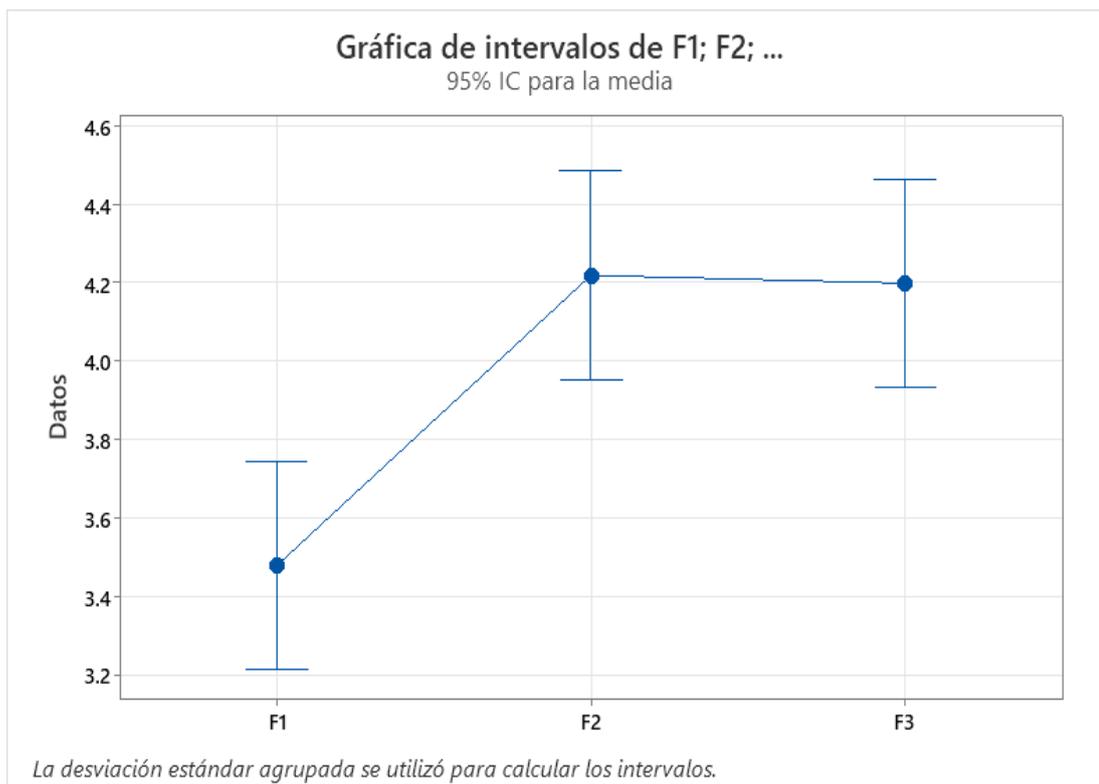


Ilustración 4-3: Grafica de intervalos de F1; F2; F3

Realizado por: Barrazueta N., 2024

En la figura 4-3 se observa que el tratamiento con mejor percepción para el atributo del sabor es F2, que corresponde a la formulación es harina de maíz 52,11% y harina de chocho 20,70 %.

Según (Aguilar et al., 2019, pág. 5) la harina de maíz es rica en almidón y carente de gluten, mientras que la harina de chocho es rica en proteínas completas, fibra y nutrientes micronutrientes. Además, la harina de chocho puede proporcionar una sensación más satisfactoria al paladar debido a su perfil nutricional más complejo. La combinación de estas harinas en proporciones específicas puede influir en la percepción del sabor y la textura del producto final, lo que puede ser un factor determinante en la preferencia del consumidor.

4.7.1.4. Consistencia del snack

Tabla 4-13: Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.0%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Factor	N	Media	Desv.	IC de 95%
Factor	2	19.24	9.6200	10.23	0.000	F1	50	3.600	1.107	(3.329; 3.871)
Error	147	138.26	0.9405			F2	50	4.280	0.858	(4.009; 4.551)
Total	149	157.50				F3	50	4.420	0.928	(4.149; 4.691)

Realizado por: Barrazueta N., 2024

Los resultados del ANOVA para la consistencia se muestran en la tabla 4-13, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las formulaciones ($p < 0.05$), al nivel 95% de confiabilidad.

Tabla 4-14: Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
F3	50	4.420	A
F2	50	4.280	A
F1	50	3.600	B

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Nota. Las medias que no comparten una letra mayúscula (A-B) son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La prueba de Tukey para el color se indica en la tabla 4-14 y en la figura 4-4 (medias de Tukey), en la que se observa que F1 difiere significativamente de F2 y F3 al nivel de confianza del 95 %.

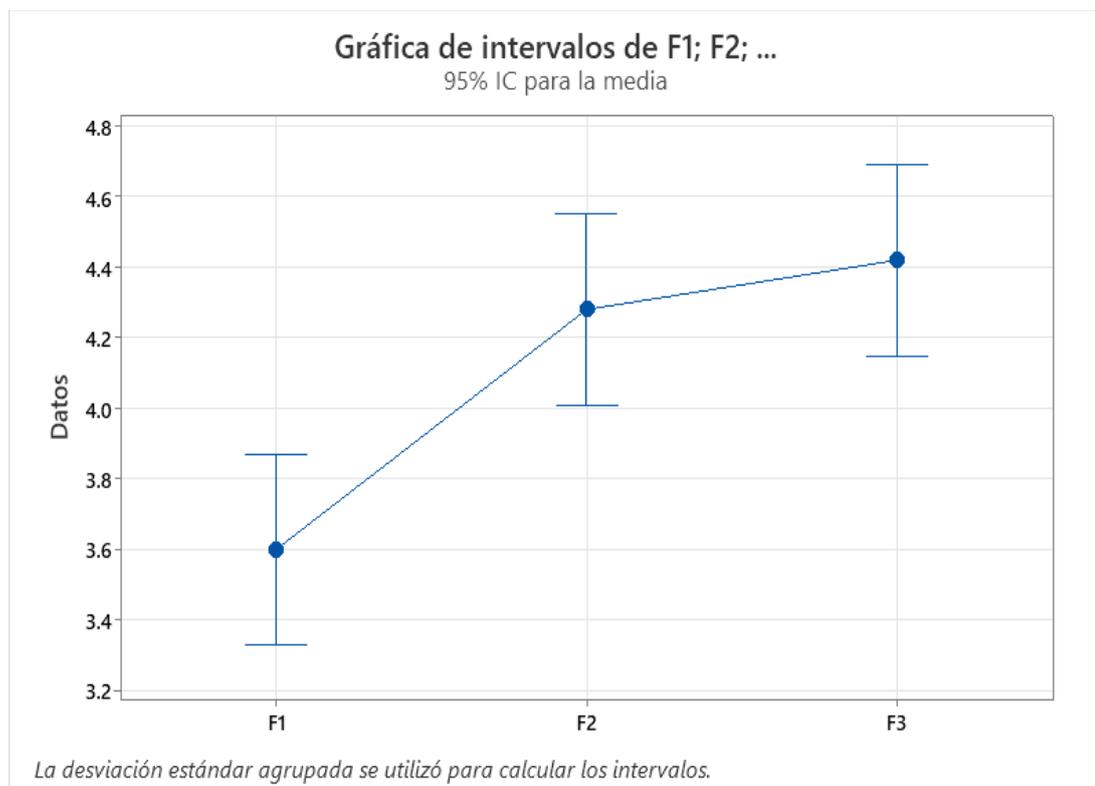


Ilustración 4-4: Grafica de intervalos de F1; F2; F3

Realizado por: Barraqueta N., 2024

En la figura 4-4 se muestra que el tratamiento mejor evaluado es F3, ya que esta formulación presenta un 52,11 % de harina de maíz y 20,70% harina de chocho al presentar una mayor cantidad de almidón en su estructura. Para (Matos y Molina, 2013, pág. 11) el uso de almidones, gomas e hidrocoloides es la estrategia más antigua y la más ampliamente utilizada para simular las propiedades del gluten en la elaboración de productos horneados libres de gluten, debido a las propiedades que tienen estos ingredientes para actuar como agentes estructurantes y enlazadores de agua, previniendo el envejecimiento del snack y otorgando texturas más agradables.

4.7.1.5. Aceptabilidad global

Tabla 4-15: Resumen Estadístico con intervalos de confianza del 95.0%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Factor	N	Media	Desv.	IC de 95%
Factor	2	208.9	104.460	16.19	0.000	F1	50	14.720	2.650	(14.010; 15.430)
Error	147	948.4	6.452			F2	50	17.060	2.217	(16.350; 17.770)
Total	149	1157.3				F3	50	17.360	2.724	(16.650; 18.070)

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Los resultados del ANOVA para la aceptabilidad general de la formulación se muestran en la tabla 4-15, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las formulaciones ($p < 0.05$), al nivel 95% de confiabilidad.

Tabla 4-16: Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
F3	50	17.360	A
F2	50	17.060	A
F1	50	14.720	B

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Nota. Las medias que no comparten una letra mayúscula (A-B) son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La prueba de Tukey para la aceptabilidad general de la formulación se indica en la tabla 4-16 y en la figura 4-5 (medias de Tukey), en la que se observa que F1 difiere significativamente de F2 y F3 al nivel de confianza del 95 %.

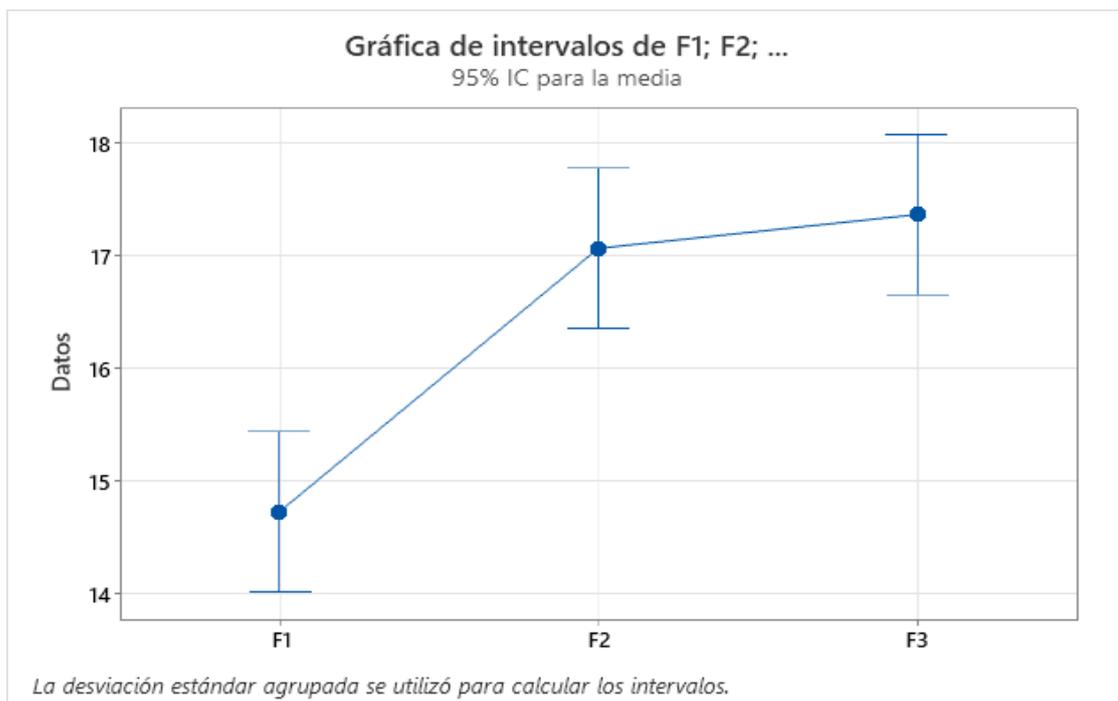


Ilustración 4-5: Grafica de intervalos de F1; F2; F3

Realizado por: Barraqueta N., 2024

La figura 4-5 indica que, en las formulaciones a base de harina de maíz y harina de chocho en el atributo de aceptación general, se encontraron diferencias significativas para F1 con F2 y F3. Este resultado se le puede atribuir a la gran cantidad de harina de maíz usada en la formulación 1, la cual contiene 62,11%, lo que afectó la aceptación de esta.

Para seleccionar el tratamiento óptimo, se da prioridad a atributos como color, olor, sabor y consistencia. Dado que no se encuentra una diferencia estadísticamente significativa entre F2 y F3, se opta por elegir el tratamiento que obtiene el mayor puntaje en los 4 atributos.

Por consiguiente, el tratamiento que obtuvo el mayor puntaje después de la ponderación fue el tratamiento F3. Este tratamiento corresponde a una mezcla de 54,03% de chocho y 20,70% de maíz.

4.8. Análisis, interpretación y discusión de resultados del producto final. Hojuelas

4.8.1. Análisis bromatológico de las hojuelas

Una vez seleccionado a F3 como el mejor tratamiento según la evaluación sensorial, se realizó el análisis proximal del snack de harina de maíz (*Zea mays*) y harina de chocho (*Lupinus mutabilis*),

cuyos valores se muestran en la siguiente tabla, donde también son comparados con las especificaciones físicas y químicas de la norma NTE INEN 2 561:2010 para snacks.

Tabla 4-17: Resultados del análisis bromatológico del producto final

Requisito	NTE INEN 2 561:2010		F 3
	Mínimo	Máximo	
Humedad (%)	-	5,00	4,87
Grasa (%)	-	40,00	4,30
Índice de peróxidos (meq O ₂ /kg)	-	10,00	0,59
Cenizas (%)	-	-	1,25
Proteína (%)	-	-	10,80
Fibra (%)	-	-	5,19
Carbohidratos	-	-	67,00

Realizado por: Barrazueta N., 2024

En la tabla 4-17 muestra que el extruido escogido del análisis de ponderación (54,03% de harina de maíz y 20,70% de maíz) tuvo un contenido proteico de 10,8%; 4,30% de grasa; 1,25% de cenizas; 5,19% de fibra y 4,87% humedad.

El contenido de índice de peróxidos está dentro de lo establecido por las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN para extruidos, que permiten un nivel máximo de índice de peróxidos de 10 meq O₂/kg (NTE INEN 561:2010).

Se encontró un contenido de proteína entre 17,33 y 21,86% para extruidos elaborados a partir de una mezcla de chocho, quinoa y camote. El mayor contenido proteico de dicho trabajo puede deberse al mayor contenido de chocho en el extruido elaborado (Pérez et al., 2017, pág. 2). Por otro lado, (Manosalvas et al., 2019, pág. 5) elaboraron un extruido de una mezcla maíz-papa y chocho, con contenido de proteína de 18,69% y de humedad de 5,13%. Las diferencias con este último estudio podrían deberse a la diferencia en las materias primas utilizadas y a los parámetros de extrusión.

Se encontró un contenido de cenizas entre 1,22% para extruidos elaborados a partir de una mezcla maíz, chocho y zanahoria blanca. Esto puede deberse al alto contenido de minerales (Flores y Manosalvas, 2019, pág. 5).

Se realizaron una investigación del desarrollo de un producto nutraceútico con base de harina de chocho, avena y amaranto, donde reportaron 9,99% de fibra (Quishpe et al., 2023, pág. 2). Así mismo, (Cueva y Díaz, 2018, pág. 4) , confirmaron que, el porcentaje de harina de chocho más aceptable fue del 30%. Por lo mismo, sustituir la harina de trigo por harina de chocho, el porcentaje de fibra

aumentaba conforme al nivel de sustitución debido al alto contenido de fibra que posee la harina de chocho.

4.8.2. Análisis microbiológico de las hojuelas

Tabla 4-18. Resultados del análisis microbiológico del producto final

Requisito	NTE INEN 2 561:2010		F 3
	Mínimo	Máximo	
Recuento estándar en placa (UFC/g)	1×10^3	1×10^4	$3,0 \times 10^3$
Mohos y levaduras (UFC/g)	10,00	10^2	Ausencia
<i>E. Coli</i> (UFC/g)	< 10,00	-	Ausencia

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Los resultados del análisis microbiológico se detallan en la tabla 4-18 y se comparan con los estándares establecidos por la normativa NTE INEN 2 561:2010 SNACKS. Los resultados indicaron un Recuento Estándar en Placa de $3,0 \times 10^3$ UFC/g, lo que se encuentra por debajo del límite máximo establecido en 10 000 UFC/g. Para la presencia de Mohos y levaduras, así como para la bacteria *Escherichia coli* se observa ausencia. Por lo tanto, se concluye que el producto final fue elaborado de manera higiénica, lo que garantiza su seguridad para el consumo humano. (Chavarria et al., 2014, pág. 12) realizaron una investigación sobre la detección de microorganismos en maíz tierno molido comercializado, donde destacan que el elevado crecimiento de microorganismos indicadores, como coliformes, encontrados en muestras de maíz tierno molido comercializado, representa un riesgo significativo para la salud humana. La presencia de mohos, levaduras y coliformes en niveles elevados en estos alimentos puede causar problemas de salud debido a la síntesis de metabolitos tóxicos, que son mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos para humanos.

La información que brinda (Tecoal, 2019, pág. 13) destaca que la ingestión de alimentos contaminados con cepas patógenas de *E. coli* puede desencadenar intoxicaciones alimentarias, manifestándose con síntomas que van desde malestar estomacal hasta diarrea severa e incluso complicaciones graves como el síndrome urémico hemolítico (SUH). Además, se resalta la importancia de medidas preventivas como la cocción adecuada de los alimentos y una buena higiene personal y de los alimentos para evitar la contaminación por *E. coli*, subrayando la necesidad de mantener altos estándares de seguridad alimentaria para así proteger la salud pública.

4.9. Etiquetado nutricional

La definición a nivel internacional establece que el etiquetado alimentario abarca cualquier tipo de etiqueta, rótulo, marca, imagen u otro elemento descriptivo o gráfico que esté escrito, impreso, estampado, grabado en relieve o en huecograbado, o adherido al envase de un alimento o producto alimenticio (FAO, 2007, pág. 2).

El etiquetado nutricional se construyó mediante los resultados de los análisis bromatológicos de la materia prima realizados en los laboratorios de la ESPOCH y el laboratorio LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato; se tomó de referencia bibliográfica la bitácora Académica USFQ acerca de Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana.

Para el rotulado del producto final se tomó de referencia la normativa NTE INEN 1334-1:2011 Rotulado de productos alimenticios para el consumo humano parte 1, NTE INEN 1334-2:2011 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano parte 2, NTE INEN 1334-3 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables, a partir de estos parámetros brindando a los consumidores información detallada de los componentes nutricionales del alimento para que puedan informarse de la ingesta diaria en base a una dieta de 2000 calorías y tomen decisiones en base la composición nutricional (FDA, 2024, pág. 10).

Para establecer el etiquetado nutricional del snack con mayor aceptabilidad, se utilizaron diferentes ingredientes mencionados en la tabla 4-19. Se estableció un tamaño de porción de 30 g, habiendo con 1 porción por envase y de acuerdo con la cantidad por porción el producto aporta de energía 460 kJ (110 kcal), además, proporciona información detallada de grasa total 84 kJ (20 kcal), grasa saturada (0,43 g), colesterol (0 mg), sodio (8,17 mg), carbohidratos totales (18,16 g), fibra dietética (2,25 g) y proteína (5 g), estos cálculos se realizaron para un porcentaje diario requerido en base de 8380 kJ (2000 cal).

FAO menciona que es esencial seguir las regulaciones y directrices establecidas por la Comisión del Codex Alimentarius para proteger la salud de los consumidores y la excelencia de los alimentos que se ponen a la venta. Las regulaciones, respaldadas por evidencia científica, aseguran la seguridad y aptitud de los alimentos para el consumo. Además, al incluir información nutricional detallada y precisa en las etiquetas, se permite a los consumidores tomar decisiones fundamentadas sobre su alimentación, promoviendo así una dieta equilibrada y saludable. De

acuerdo con las directrices establecidas, se determina que el producto cumple con las propiedades nutricionales necesarias para su comercialización.

Tabla 4-19: Ingredientes utilizados en la elaboración de hojuelas

Ingrediente	Cantidad (%)	Cantidad (g)
Harina de maíz	54,03	2 609,74
Harina de chocho	20,70	1 000,00
Extracto de malta	4,14	200,00
Saborizante chocolate	3,62	174,90
Azúcar	16,00	772,80
Colorante Chocolate Brown HT	1,50	72,60
TOTAL	100,00	4830,00

Realizado por: Barraqueta N., 2024

Tabla 4-20: Información nutricional de las hojuelas

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción: 30g		
Porciones por envase: 1		
Cantidad por porción		
Energía	460 kJ (110 kcal)	
Energía de la grasa	84 kJ (20 kcal)	
		% Valor diario
Grasa total	2 g	3%
Ácidos grasos saturados	0 g	0%
Ácidos grasos trans	0 g	
Ácidos grasos monoinsaturados	0 g	
Ácidos grasos poliinsaturados	0 g	
Colesterol	0 g	0%
Sodio	10mg	0%
Carbohidratos	18 g	6%
Fibra dietética	2 g	9%
Azúcar	6g	
Proteína	4 g	8%
Calcio	12,93 mg	2%
Hierro	1,94 mg	14%

Realizado por: Barraqueta N., 2024

4.10. Etiquetado de semáforo

El Ministerio de Salud Pública de Ecuador, a través del Acuerdo Ministerial 4522 publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 134 del 29 de noviembre de 2013, emitió el "Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano", el cual es oficialmente regulado por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). Esta entidad incorporó el etiquetado de alimentos en forma de semáforo con el objetivo de facilitar su comprensión por parte de la población y contribuir a la lucha contra la obesidad. En Ecuador, se ha adoptado el Semáforo Nutricional (SN) como referencia debido a su facilidad de comprensión e interpretación, superando las barreras educativas, lo que permite que toda la población pueda adquirir conocimientos básicos sobre los componentes nutricionales y tomar decisiones nutricionales adecuadas (Cantuña et al., 2021, pág. 10).

El Semáforo Nutricional (SN) es fácil de entender, ya que utiliza tres barras de colores para indicar si un alimento procesado es alto, medio o bajo en azúcar, grasa y sal. Sin embargo, esta simplicidad también puede ser un inconveniente, ya que proporciona una visión muy general sobre la información nutricional de los alimentos, lo que podría generar confusión en los consumidores y conductores a evitar alimentos que, aunque altos en grasa, son nutritivos (Cantuña et al., 2021, pág. 10).

A continuación, se muestra el SN de las hojuelas a partir de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*).



Ilustración 4-6: Etiqueta de semáforo nutricional de las hojuelas

4.11. Logo del producto

El logo que presentará el producto será el siguiente:



Ilustración 4-7: Logo destinado por el proyecto de investigación MIKUNA



Ilustración 4-8: Significado de las partes del logo

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se desarrolló un producto tipo snack con base a la mezcla de harinas de granos andinos como el maíz (*Zea mays*) y chocho (*Lupinus mutabilis*) utilizando la técnica de extrusión.
- El análisis físicoquímico de las materias primas, determinó altos contenidos de cenizas, grasa y fibra tanto para harina de chocho como harina de maíz. Al igual la caracterización microbiológica dieron los siguientes resultados: su carga microbiana está por debajo de los límites de las Normas Técnicas INEN NTE 2051:2013 y INEN NTE 616:2015 para harina de maíz y harina de chocho respectivamente.
- La evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor y consistencia permitió definir la mejor formulación para elaborar snacks de harina de maíz y harina de chocho. El tratamiento F3 (54,03 % de harina de maíz y 20,70 % de harina de chocho), fue el mejor tratamiento evaluado obteniendo una alta aceptación entre potenciales consumidores adolescentes, jóvenes y adultos.
- Se evaluó la calidad microbiológica del producto terminado, y se evidenció que, al finalizar la cadena de producción, no se presenta contaminación microbiológica de coliformes totales, mohos y levaduras ni *Escherichia coli*. Además, se determinó que existe una baja cantidad de proteína (10,8 %) y en fibra (5,19 %) en comparación con otros productos del mercado; tiene 6,81 % de humedad, 1,25 % de cenizas y 4,30 % de grasa.

5.2. Recomendaciones

- Realizar un análisis de micronutrientes del producto y contrastarlo con el de un producto elaborado únicamente con maíz, con el propósito de obtener una perspectiva más completa sobre las ventajas de incluir chocho u otro alimento con alto valor nutricional.
- Determinar el tiempo de vida útil del snack.
- Para posteriores estudios, se recomienda la utilización de equipos que proporcionen una alta detección sensible de contaminantes metálicos.

- Aumentar la cantidad de harina de chocho en el aperitivo para potenciar el valor nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AÇAR, Yasemin. y AKBULUT, Gamze.** “Evaluation of Aflatoxins Occurrence and Exposure in Cereal-Based Baby Foods: An Update Review”. *Current Nutrition Reports*. [en línea] 2024, (Turquía), vol. 13(1), pág. 60 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10923960/pdf/13668_2024_Article_519.pdf
2. **AGUILAR, Juan et al.** “Aceptación del sabor de un snack saludable adicionado con harina de soya utilizando la prueba de umbral de detección”. *FACE: Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales* [en línea] 2019, (España), vol. 19(1), pág. 16 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/face/article/view/484/6543>
3. **Ai, Yongfeng y Jane, Jay.** “Macronutrients in Corn and Human Nutrition”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [en línea] 2016, (China), vol. 15(3), pág. 581 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33401819/>
4. **ALONSO, José.** *Adaptación olfativa y autismo*. [blog] España:Jralonso, 2020 [Consulta: 23 diciembre 2023]. Disponible en: <https://jralonso.es/2019/06/16/adaptacion-olfativa-y-autismo/>
5. **BALDEON, M.** “Taller de Chocho o Tarwi y Los Ácidos Grasos Esenciales”. *INIAP*. [en línea] 2003, (Ecuador), vol. 1(2), pág. 2 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1499/1/iniapscr2010CD17CVev.pdf>
6. **BALENTINE, Douglas.** Requisitos para etiquetado de alimentos de la FDA y actualizaciones en la etiqueta de información nutricional y tamaños de las porciones. [en línea] 2021, (Estados Unidos), vol. 1(1), pág. 5 [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <https://iica.int/sites/default/files/2021-11/SPA%20-%20Presentation%20Food%20Labeling%20and%20NFL%20Update%20for%20Columbia%20IICA%204272021.pdf>
7. **BELTRÁN, Liliana.** *Subproductos agroindustriales y la valorización de recursos autoctonos: procesamiento y técnicas de análisis*. [en línea] 1ra ed. Argentina: INTA, 2022 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: file:///C:/Users/alejo/Downloads/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Gabilondo_J_et-al_Subproductos_agroindustriales.pdf

- 8. BERRU, Luis et al.** “Chemical Composition, Tocopherol and Carotenoid Content of Seeds from Different Andean Lupin (*Lupinus mutabilis*) Ecotypes”. *PubMed* [en línea] 2021, (España), vol. 76(1), pág. 98 [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33523360/>
- 9. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO.** “Criterios de calidad y seguridad de las unidades asistenciales de medicina nuclear”. *Boletín Oficial Del Estado* [en línea] 2023, (España), vol. 1(1), pág. 103 [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2023/07/19/pdfs/BOE-A-2023-16649.pdf>
- 10. CABALLERO, Evelin y BERMUDEZ, Diara.** Atención y Emaciación en Niños con Desnutrición. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia. 2018, pág. 14 [Consulta: 10 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/737fa795-3bae-4cb6-ac52-843a32526226/content>
- 11. CAICEDO, Carlos.** *Poscosecha y Mercadeo de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*. [en línea] 1ra ed. Ecuador: INIAP, 2001. [Consulta: 10 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2700/1/iniapscpm105.pdf>
- 12. CALDERÓN, Cinthya et al.** “Impact of extrusion on the physicochemical parameters of two varieties of corn (*Zea mays*)”. *AIMS Agriculture and Food* [en línea] 2023, (Ecuador), vol. 8(3), pág. 873 [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: file:///C:/Users/alejo/Downloads/10.3934_agrfood.2023046.pdf
- 13. CANTUÑA, María et al.** “Etiquetado nutricional de alimentos procesados (semáforo nutricional) y su relación con factores socioeconómicos, culturales, demográficos y publicitarios, según padres de niños entre 5-11 años de dos colegios de Quito”. *Revista Ecuatoriana de Pediatría* [en línea] 2021, (Ecuador), vol. 22(3), pág. 5 [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1352441>
- 14. CÉSPEDES, Paola.** “Elaboración experimental de harina de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) como complemento alimenticio para consumo humano periodo 2000-2019”. *Ventana Científica Estudiantil* [en línea] 2022, (Bolivia), vol. 3(4), pág. 4 [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica-estudiantil/article/view/1301>

15. CEUPE, Magazine. *Saborizantes: Qué son, tipos y ejemplos Dentro de los aditivos alimentarios.* Ceupe [blog] España: CEUPE, 2020 [Consulta: 27 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/saborizantes.html#:~:text=Un%20saborizante%20es%20un%20aditivo,y%20el%20olfato%20del%20consumidor.>

16. CHAVARRÍA, Marleny et al. “Detección de microorganismos en maíz tierno molido comercializado en Maracay, estado Aragua, Venezuela”. *Sociedad Venezolana de Microbiología* [en línea] 2014, (Venezuela), vol. 34(1), pág. 35 [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/rsvm/v34n1/art08.pdf>

17. CHAVARRÍAS, Martha. *El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria.* [blog] España: EROSKI, 2020 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-ph-de-los-alimentos-y-la-seguridad-alimentaria.html>

18. CORAL, Valeria y GALLEGOS, Ramiro. “Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho proximal” *PUCE* [en línea] 2015, (Ecuador), vol. 3(1), pág. 9 [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://www.fao.org/infoods/infoods/tablas-y-bases-de-datos/ecuador/es/>

19. CUEVA, María et al. “La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura”. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* [en línea] 2021, (Ecuador), vol. 61(4), pág. 556 [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/09/1392385/364-1305-1-pb.pdf>

20. CUEVA, Paúl. y DÍAZ, Mileni. Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. Ecuador. 2018, pág. 16 [Consulta: 10 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c6a610cc-81f2-434a-9daa-01c19a897359/content>

21. CUEVAS, Lucía. et al. “Stunting in children population in localities under 100 000 inhabitants in Mexico”. *Salud Publica de México* [en línea] 2019, (México), vol. 61(6), pág. 833 [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342019000600833&script=sci_abstract&tlng=en

22. DÍAZ, Mercedes et al. *Naranja dulce, limón partido: antología de la lírica infantil mexicana*. [en línea] 1ra ed. México: Biblioteca Miguel de Cervantes, 2018. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.cervantesvirtual.com/obra/naranja-dulce-limon-partido-antologia-de-la-lirica-infantil-mexicana-924524/>

23. ESPINOSA, Julia. *Métodos de evaluación sensorial*. [en línea] 1ra ed. Cuba: Editorial Universitaria, 2018. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.google.com.ec/books/edition/Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_los_Alimentos/heDzDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

24. ESTRELLA, Paola. *Tecnigrava. Resúmenes Del Xii Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. [blog] Ecuador: El Universo, 2006 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2006/06/24/0001/71/78B4FBACBB1E4BF0A426D51591640AF6.html/>

25. FAO. *Etiquetado de los Alimentos*. [en línea] 5ta ed. Italia: Viale delle Terme di Caracalla, 2019. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1390s/a1390s.pdf>

26. FAO. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo* [en línea] 1ra ed. Italia: FAO, 2022. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/es>

27. FLEURY, Manon. *Cereales* [en línea] 1ra ed. España: Cinco Tintas, 1979. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.booksforchefs.com/es/libros-profesionales-de-pasteleria/1104-cereales-manon-fleury-.html>

28. FLORES, Jorge. Efecto de los parámetros de extrusión sobre la calidad nutricional y de textura en la mezcla de maíz *Zea mays*, Chocho *Lupinus mutabilis* y zanahoria blanca *Arracacia xanthorrhiza* en el snack [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnica del Norte. Ecuador. 2020, pág. 21 [Consulta: 30 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9782>

29. GALÁN, Pilar et al. “Scientific update of Nutri-Score: improvements to correct some of its limitations and to ensure greater consistency with nutritional recommendations”. *Nutricion*

Hospitalaria [en línea] 2022, (México), vol. 39(6), pág. 1417 [Consulta: 25 enero 2024].
Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36285588/>

30. GARCÍA, Joaquín et al. *Experimental Organic Chemistry* [en línea] 1ra ed. España: Universidad de Granada, 2015. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128038932/experimental-organic-chemistry>

31. GUAUQUE, María et al. *Manual de bromatología proximal en alimentación animal* [en línea] 1ra ed. Colombia: SENA, 2022. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/7847>

32. GUERRA, Isabel. “Design of a strategic marketing plan for the entrepreneurship of food products with added value”. *Imaginario Social* [en línea] 2022, (Ecuador), vol. 5(1), pág. 5 [Consulta: 27 enero 2024]. Disponible en: <https://www.revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/76/172>

33. HERRERA, María et al. *Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana.* [blog] Ecuador: USFQ, 2019 [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/bitacora/issue/view/191>

34. INEN. NTE 1334-1. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos. [en línea] 2011, (Ecuador), pág. 6 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.1.2011.pdf

35. INEN. NTE INEN 0258:2000. Azúcar crudo. Requisitos. [en línea] 2015, (Ecuador), pág. 4 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2145.2000.pdf>

36. INNOTEK. Análisis microbiológico de alimentos. [en línea] 2019, (España), pág. 1 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.innotec-laboratorios.es/analisis-de-alimentos/analisis-microbiologico/>

37. LEÓN, Jéssica et al. “Control microbiológico de alimentos en la vía pública en Cuenca”, Ecuador. *Revista Chilena de Nutrición* [en línea] 2023, (Ecuador), vol. 50(3), pág. 261 [Consulta:

30 enero 2024]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182023000300261

38. LIOTÉCNICA. *Extracto de Malta en Polvo* [blog] Brasil: Liotécnica, 2019 [Consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://liotecnica.com.br/es/ingredientes/extracto-de-malta-en-la-panificacion/>

39. MANOSALVAS, Luis et al. “Efecto de la humedad de alimentación y temperatura de extrusión sobre el contenido nutricional de un snack a base de maíz, chocho y papa”. *Revista Bases de La Ciencia*. [en línea] 2019, (Ecuador), vol. 4(3), pág. 67 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1911>

40. MARTÍN, Carmen et al. “Control microbiológico ambiental”. *Enviromental Microbiological Ambiental* [en línea] 2014, (España), vol. 34(1), pág. 14 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-control-microbiologico-ambiental-S0213005X16302154>

41. MATOS, María. “Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas”. *Dialnet*. [en línea] 2013, (España), vol. 1(1), pág. 10 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=QqzmR3X2qlg%3D>

42. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1407 de 2022: Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano. [en línea] 2022, (Colombia), pág. 12 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%201407%20de%202022.pdf

43. MINSA. Informe del primer semestre: Estado Nutricional de Niños y Gestantes que acceden al establecimiento de salud. [en línea] 2023, (Perú), pág. 16 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5209893/Informe%20Gerencial%20SIENHIS%20Ni%C3%B1os%20Primer%20Semestre%202023.pdf?v=1696019522>

44. NATHAN, R et al. “Food innovation adoption and organic food consumerism-a cross national study between Malaysia and Hungary”. *Foods*, [en línea] 2021, (India), vol. 10(2), pág. 20 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/2/363>

- 45. OMS.** *Aditivos alimentarios*. [blog] Suiza: OMS, 2018 [Consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- 46. OMS.** *Inocuidad de los alimentos*. [blog] Suiza: OMS, 2020 [Consulta: 20 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- 47. OMS.** *Juntos llegamos más lejos: la ONU en Ecuador, trabajando contra la desnutrición crónica infantil*. [blog] Suiza: OMS, 2022 [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://ecuador.un.org/es/213134-juntos-llegamos-más-lejos-la-onu-en-ecuador-trabajando-contra-la-desnutrición-crónica>
- 48. OMS.** *Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador*. [blog] Suiza: OMS, 2023 [Consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://ecuador.un.org/es/sdgs>
- 49. OMS.** *Control de calidad de medicinas*. [blog] Suiza: OMS, 2022 [Consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/control-calidad-medicinas>
- 50. ONU.** *Sistemas de control alimentario*. [blog] España: FAO, 2022 [Consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/food-safety/food-control-systems/es/>
- 51. PÉREZ, Esteban et al.** “Cuantificación por absorción atómica de Cu, Fe y Zn en alcohol destilado y agua“. *UNED* [en línea] 2018, (Grecia), vol. 10(2), pág. 387 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-387.pdf>
- 52. PÉREZ, Katherine et al.** “High-protein snack: an extruded from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.)”. *Scientia Agropecuaria* [en línea] 2017, (Perú), vol. 8(4), pág. 377 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322130186_High-protein_snack_an_extruded_from_quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd_tarwi_Lupinus_mutabilis_Sweet_and_sweet_potato_Ipomoea_batatas_L
- 53. PRIMICIAS.** *Desnutrición niños indígenas Ecuador* [blog] Ecuador: La Primicia, 2022 [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/desnutricion-ninos-indigenas-ecuador/>

- 54. PURBA, Humiras et al.** “Innovation Typology in Food Industry Sector: A Literature Review”. *International Journal of Modern Research in Engineering and Technology (IJMRET)* [en línea] 2018, (Indonesia), vol. 3(2), pág. 27 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326399671_Innovation_Typology_in_Food_Industry_Sector_A_Literature_Review
- 55. QUISHPE, Sofía et al.** (2023). Desarrollo de un producto nutracéutico con base de harina de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), avena (*Avena sativa*) y amaranto (*Amaranthus*) en la Universidad Estatal de Bolívar. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador. 2023, pág. 12. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6277/1/Desarrollo%20de%20una%20producto%20nutraceutico%20Villalta%20-%20Quishpe.pdf>
- 56. REPO, Ritva et al.** “Andean Ancient Grains: Nutritional Value and Novel Uses”. *MDPI* [en línea] 2021, (Perú), vol. 8(1), pág. 15 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-9976/8/1/15#:~:text=Regarding%20nutritionally%20important%20minerals%2C%20quinoa,based%20beverages%20and%20children's%20food.>
- 57. RETSCH.** *Análisis por tamizado Calidad hasta el último grano.* [en línea] 1ra ed. España: Retsch, 2016. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.retsch.es/files/79401/expert-guide-analisis-por-tamizado.pdf>
- 58. REYES, María.** *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos* [en línea] 1ra ed. Perú: Miniterio de Salud, 2020. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://lamejorreceta.ins.gob.pe/sites/default/files/2020-12/tablas-peruanas-QR_0.pdf
- 59. RODRÍGUEZ, Juan.** “Consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos”. *AEEMT* [en línea] 2012, (España), vol. 2(1), pág. 19 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: http://www.aeemt.com/contenidos_socios/Recursos/Documentos_interes/Consecuencia_Higienica_Alteracion_Alimentos_2012.pdf
- 60. SABATH, Ernesto y ROBLES, Luvidia.** “Medio ambiente y riñón: Nefrotoxicidad por metales pesados”. *Nefrología* [en línea] 2012, (México), vol. 32(3), pág. 279 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/es-medio-ambiente-rinon-nefrotoxicidad-por-articulo-X0211699512001359>

- 61. SALAZAR, Diego y OCAÑA, Iván.** Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 2019, pág. 18. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30002>
- 62. SANTACRUZ, Stalin et al.** “Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz”. *ESPAMCIENCIA* [en línea] 2022, (Ecuador), vol. 13(1), pág. 32 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/223/305
- 63. SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA PESCA Y ALIMENTOS.** Protocolo de calidad para harina de maíz o semola de maíz de coccion rapida para preparar polenta. [en línea] 2007, (Argentina), pág. 4 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/valorAr/sello/SAA020_Semola_de%20maiz_v07.pdf
- 64. SHAH, Faiz et al.** “Role of healthy extruded snacks to mitigate malnutrition”. *Food Reviews International* [en línea] 2019, (India), vol. 35(4), pág. 299 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/87559129.2018.1542534#:~:text=Extruded%20snacks%20have%20very%20low,malnutrition%20in%20the%20developing%20world.>
- 65. SILVA, Mauricio.** Diseño de planta agroindustrial para la elaboración de un alimento funcional tipo cereal de desayuno a base de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), amaranto (*Amaranthus sp.*), con trigo (*Triticum vulgare*) y avena (*Avena sativa*). [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad De Las Américas. Ecuador. 2013, pág. 18. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UDLA_8978afb4c30e664770eed4b233f50c2
- 66. TECOAL.** *Escherichia Coli en los Alimentos: Riesgos, Prevención y Seguridad Alimentaria*. Tecosal. [blog] España: Tecosal, 2019 [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://tecoal.net/seguridad-alimentaria/escherichia-coli-en-los-alimentos-riesgos-prevencion-y-seguridad-alimentaria/>
- 67. TIPAZ, Mayra.** Determinación del mejor método de deshidratado en hojuelas de remolacha (*Beta vulgaris*) para la adición a un yogurt. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Estatal de Carchi. Ecuador. 2023, pág. 16. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en:

<http://repositorio.upec.edu.ec/browse?type=author&value=Tipaz+Villarreal%2C+Mayra+Yadira>

68. TIUQUINGA, Jessica. Obtención y caracterización funcional de harina de cáscara de chocho (*Lupinus mutabilis*). [en línea] (Trabajo de titulación). UNACH. Ecuador. 2019, pág. 21. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6141>

69. TSI LIFESCIENCE. *Consumo de Metales Pesados a través de los Alimentos*. TSI LifeScience. [blog] Costa Rica: TSI, 2018 [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/28-consumo-de-metales-pesados-a-trav%C3%A9s-de-los-alimentos>

70. VEGA, Fernando. “El buen vivir-Sumak Kawsay en la constitución y en el PNBV 2013-2017 del Ecuador”. *OBETS* [en línea] 2014, (Ecuador), vol. 9(1), pág. 167 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/39561/1/OBETS_09_01_06.pdf

71. VELARDE, Kristina et al. “Detección de micotoxinas (aflatoxinas) en alimentos primarios y procesados para humanos y animales de granja, en Riobamba-Ecuador”. *Siembra* [en línea] 2023, (Ecuador), vol. 10(1), pág. 17 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/4126>

72. VERGARA, Arnaldo et al. “Soberanía alimentaria en Ecuador: descripción y análisis bibliométrico”. *Revista Venezolana de Gerencia* [en línea] 2022, (Ecuador), vol. 27(28), pág. 498 [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/37830>

73. VILLAMAGUA, Luisa. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de chocho y maíz, que contribuya a mejorar el estado nutricional de los niños y niñas menores de 5 años de los barrios San Vicente, La Loma, Sagrado Corazón, Cochaloma, San Vicente, de la Comunidad de Cangahua, mayo a junio 2013 [en línea] (Trabajo de titulación). PUCE. Ecuador. 2013, pág. 21. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://rraae.cedia.edu.ec/Record/PUCE_3f176f311d5aef68e07fab4a61150898

74. VIVEROS, Giovany. Industrialización del chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de hojuelas confitadas 2013 [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Estatal del

Carchi. Ecuador. 2016, pág. 18. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/486?locale=en>

75. YÁNEZ, Andrea. Aprovechamiento del chocho como fuente de proteína alternativa a la soya en el diseño y desarrollo de una formulación de alimento balanceado para ratones blancos de experimentación (*Mus musculus*) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. Ecuador. 2017, pág. 10. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/e042d9f1-f124-439a-9e95-dc97311725e2>



ANEXOS

ANEXO A: MÉTODO AFECTIVO CON ESCALA HEDÓNICA PICTOGRÁFICA



Método afectivo con escala hedónica pictográfica (Adultos)

Género: Hombre _____ Mujer _____ Edad _____

Instrucción: Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte inferior, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Puntaje	Nivel de agrado
 5	Me gusta mucho
 4	Me gusta moderadamente
 3	No me gusta ni me disgusta
 2	Me disgusta moderadamente
 1	Me disgusta mucho

ATRIBUTO	M 1	M 2	M 3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

ANEXO B: NTE INEN 616:2015 HARINA DE TRIGO. REQUISITOS

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712
Proteína (materia seca)*, mínimo	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483
Cenizas (materia seca), máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171
Acidez (expresado en ácido sulfúrico), máximo	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	NTE INEN 521

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o NTE INEN-ISO 21415-2
Grasa (materia seca), máximo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003.06**
Tamaño de partícula Pasa por un tamiz de 212 μm , mínimo	%	95					-	NTE INEN 517
* Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo $w_N \times 5,7$.								
** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.								

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo

REQUISITO	UNIDAD	Caso	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
<i>E. Coli</i>	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

donde

- n Número de muestras del lote que deben analizarse,
- c Número de muestras defectuosas aceptables,
- m Límite de aceptación,
- M Límite de rechazo.

5.7 Contaminantes

La harina de trigo debe ser elaborada con granos de trigo que cumpla los niveles máximos de contaminantes establecidos en la Tabla 3 y Tabla 4, según la NTE INEN-CODEX 193.

TABLA 3. Metales pesados en granos de trigo

Metal	Nivel máximo mg/kg
Cadmio	0,2
Plomo	0,2

El análisis de contaminantes para fines de control de calidad puede realizarse de acuerdo a los métodos indicados en la NTE INEN-CODEX STAN 228.

TABLA 4. Micotoxinas en granos de trigo

Micotoxina	Nivel máximo µg/kg
Ocratoxina A	5

El análisis de ocratoxina A puede realizarse de acuerdo a las ISO 15141-1 o ISO 15141-2. El método AOAC 2000.03 puede ser utilizado para fines de control de calidad.

ANEXO C: NTE INEN 2051:2013 CEREALES Y LEGUMINOSAS. MAIZ MOLIDO, SEMOLA DE HARINA, GRITZ. REQUISITOS

4.1.5.3 Requisitos bromatológicos. La sémola, harina y griz del maíz desgerminado deben cumplir con los requisitos indicados en la tabla 6.

TABLA 6. Requisitos de la sémola, harina, griz del maíz

Producto Requisito	SÉMOLA	HARINA	GRITZ	MÉTODO DE ENSAYO
PROTEINA % mínimo	7,0 *	7,0 *	8,0 *	NTE INEN 519
CENIZA % máximo	1,0 *	1,0 *	1,0 *	NTE INEN 520
GRASA % máximo	2,25 *	2,25 *	2,0 *	NTE INEN 523
* Ceniza, proteína y grasa: en base seca				

4.1.5.4 Requisitos microbiológicos. La sémola, harina, griz de maíz desgerminado deben cumplir con los requisitos que se establecen en la tabla 7.

TABLA 7. Requisitos microbiológicos

MICROORGANISMO	N	c	VALORES		
			M	M	Método de ensayo
Mohos	5	2	10 ²	10 ³	

4.1.4.6 Contaminantes. El límite máximo de metales pesados en el maíz molido debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 4.

TABLA 4. Contaminantes

Metal	Requisito
Plomo, mg/kg	0,2
Aflatoxinas , ug/kg (ppb)	20

ANEXO D: NTE INEN 2561 BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS**TABLA 1. Requisitos bromatológicos**

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2 074	

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1 529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1 529-7

ANEXO E: DETERMINACION DE CENIZAS

Se determinó en el laboratorio externo LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato, mediante la metodología AOAC Ed. 21, 2019 923.03.

ANEXO F: DETERMINACION DE PROTEINAS

Se determinó en el laboratorio externo LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato, mediante la metodología AOAC Ed. 21, 2019 2001.11.

ANEXO G: DETERMINACION DE GRASAS

Se determinó en el laboratorio externo LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato, mediante la metodología AOAC Ed. 21, 2019 2003.06.

ANEXO H: DETERMINACION DE FIBRA

Se determinó en el laboratorio externo LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato, mediante la metodología AOAC 985.29. Ed. 21, 2019.

ANEXO I: DETERMINACION DE HUMEDAD

Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:2013

Procedimiento

1. Tarar los crisoles en la estufa a $130\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 min, luego trasladar al desecador y repetir hasta peso constante.
2. Pesar 2 g de muestra en la cápsula previamente tarada y distribuirla uniformemente.
3. Se ubica la muestra con la cápsula en la estufa a la temperatura y tiempo establecido que es de $130\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el día siguiente o un Max de 3-5 horas.
4. Se retira de la estufa la capsula con la muestra con ayuda de las pinzas y se deja enfriar en el desecador durante 30 min.
5. Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de la masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda los 0,1 mg.

La humedad del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\% \textit{Humedad} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Donde:

% Humedad= contenido de humedad en porcentaje de masa.

m1=masa de la cápsula vacía, en gramos.

m2=masa de la cápsula con la muestra antes del secado, en gramos.

m3=masa de la cápsula con la muestra desecada, en gramos.

ANEXO J: DETERMINACION DE ACIDEZ

Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015

Procedimiento

1. Pesar 5 g de muestra y colocarlo en el matraz Erlenmeyer.
2. Colocar 50 ml de etanol al 90 % y mezclar.
3. Dejar reposar por 24 horas e ir agitando.
4. Tomar 10 ml del sobrenadante y colocarlo en un matraz Erlenmeyer.
5. Colocar en la bureta la solución de Hidróxido de Sodio 0,02 N
6. Colocar 2 ml de la solución indicadora de fenolftaleína en el matraz Erlenmeyer.
7. Titular con la solución de NaOH 0,02 N hasta el viraje de color rosada pálido y mezclar hasta que desaparezca, luego seguir titulando hasta que permanezca el color rosa pálido durante 30 segundo.
8. Anotar los ml utilizados en la titulación.

$$\% A = \frac{490NV}{m(100 - H)} \times \frac{V1}{V2}$$

Dónde:

% A= Contenido de acidez en porcentaje de masa.

N= Normalidad de la solución de NaOH.

V= Volumen de la solución de NaOH empleado en la titulación en cm³

V1 = Volumen del alcohol empleado en cm³

V2 = Volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm³

m= masa de la muestra en g

H= porcentaje de humedad en la muestra.

ANEXO K: DETERMINACION DE TAMANO DE PARTICULA

Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015

Procedimiento

1. Escoger los tamices y colocar uno encima de otro, quedando en orden decreciente de arriba hacia abajo.
2. Pesar 100 g de muestra
3. Trasladar la muestra al tamiz superior de la columna de tamices, poner la tapa y colocar en el aparato de vibración durante 5 minutos.
4. Disgregar los aglomerados con la ayuda de un pincel fino contra la malla, empezando por el tamiz superior y así sucesivamente hasta llegar al último tamiz.
5. Pesar cuantitativamente en una hoja de papel, previamente pesada, la fracción de la muestra retenida en cada uno de los tamices.

$$\% \mathbf{MR} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Dónde:

% MR= masa retenida de harina, en porcentaje de masa.

m= Masa de la muestra de harina en g.

m1 = Masa del papel sin harina en g.

m2 = Masa del papel con la fracción de harina en g.

ANEXO L: DETERMINACION DE METALES PESADOS (CADMIO Y PLOMO)

Se determinó mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015

Procedimiento

1. Pretratamiento

Homogeneizar el producto si es necesario, utilizando equipos no contaminantes. Compruebe si hay lixiviación de metales si el aparato consta de piezas metálicas.

2. Secado

En un crisol, pesar 10-20 g de porción de prueba con precisión de 0,01 g. Secar en estufa, al baño maría o en una placa caliente a 100°C, si existe riesgo de ebullición fuerte en la etapa de incineración. Proceder según el tipo de horno.

3. Ceniza

1.1. *Incineración en horno programable.* Colocar el plato en el horno a una temperatura inicial no superior a 100°C. Aumente la temperatura a una velocidad máxima de 50 °C/h a 450 °C. Deje reposar el plato durante al menos 8 horas o toda la noche.

1.2. *Incineración en un horno de mufla con termostato después del secado y preincineración en el aparato descrito en 2.* Coloque el crisol con la porción de prueba cubierta con la tapa de vidrio sobre la placa de cerámica y deje que el aire purificado que pasa a través de un tubo de vidrio barra el producto. Coloque la lámpara de infrarrojos en la cubierta. Pre-enciende el producto aumentando la temperatura lentamente con una lámpara IR aumentando gradualmente la temperatura en la placa caliente al máximo. La temperatura final sobre la placa de cerámica debería ser de unos 300°C. El tiempo necesario para la preincineración varía según el producto. Coloque el crisol en un horno de mufla a 200°-250°C y aumente lentamente la temperatura a 450°C a una velocidad no superior a 50°C/h. Dejar reposar durante al menos 8 h o toda la noche. Saque el crisol del horno y déjelo enfriar.

4. Solución

Mojar las cenizas con 1-3 ml de agua y evaporar en baño de agua o placa caliente. Vuelva a colocar el crisol en el horno a no más de 200°C y aumente la temperatura (50°-100°C/h) a 450°C. Proceder a incinerar a 450°C durante 1-2 h o más. Repita el procedimiento hasta que el producto se haya convertido en ceniza por completo, es decir, la ceniza debe ser blanca/gris o ligeramente coloreada. El número de repeticiones necesarias varía según el tipo de producto. Agregue 5 ml de HCl 6M, al crisol asegurándose de que todas las cenizas entren en contacto con el ácido. Evaporar el ácido en un baño de agua o en una placa caliente. Disolver el residuo en 10.0-30.0 ml, al 0.1 ml más cercano, de HNO₃ 0.1 M. Agite el crisol con cuidado para que todas las cenizas entren en contacto con el ácido. Cubrir con vidrio de reloj y dejar reposar durante 1-2 h. Luego revuelva bien la solución en el crisol con una varilla agitadora y transfiera el contenido a una botella de plástico. Trate los espacios en blanco de la misma manera que los productos. Incluya 2 blancos con cada lote analítico.

5. Espectrofotometría de absorción atómica

El Pb y el Cd en los alimentos generalmente requieren AAS en horno de grafito para su determinación. El Zn, Cu y Fe se pueden determinar, en la mayoría de los alimentos, mediante AAS a la llama.





ANEXO M: DETERMINACION DE MOHOS Y LEVADURAS

Se determinó mediante la metodología establecida en la Guía de Laboratorio de Microbiología de alimentos, ESPOCH.

Procedimiento

Preparación de la muestra

- Pesar 0.117g de muestra de harina y diluir en un matraz con agua de peptona al 0.1%
- previamente esterilizado.
- Realizar las diluciones en tubos de ensayo, marcar 2 placas por dilución y sembrar en cada una 1ml de la dilución de los respectivos tubos.
- Verter 20 ml de medio O.G.Y.E. Agar (Oxytetracycline Glucose Yeast Extact Agar), para mohos y levaduras en cada caja petri.
- Extender las muestras por toda la placa con un asa de drigalsky y dejar secar la superficie.
- Incubar las cajas Petri a temperatura 25°C #1 de 3 a 5 días.
- Para determinar el número de mohos y levaduras se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 10 \times n \times f$$

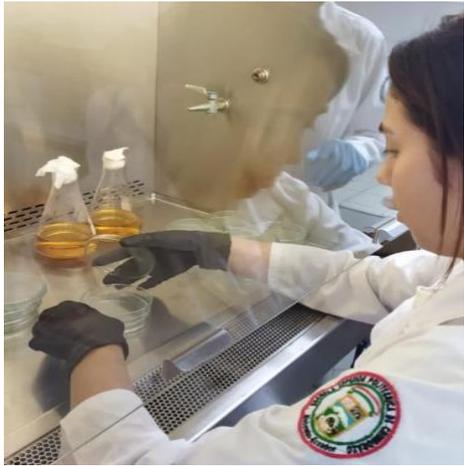
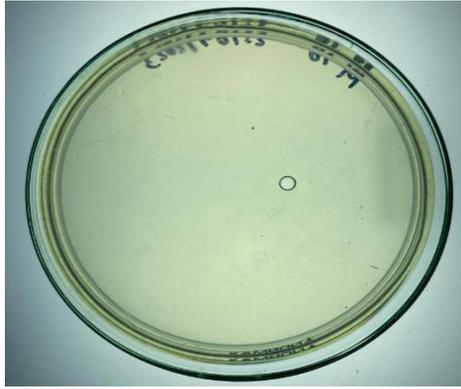
Donde:

C = unidades formadoras de colonias de microorganismos

n = Número de Unidades Formadoras de Colonia contadas en la placa de Petri

10 = Factor para convertir el inóculo sembrado a 1 ml

f = Factor de dilución.



ANEXO N: DETERMINACION DE ESCHERICHIA COLI Y COLIFORMES

Se determino mediante el procedimiento establecido en la guía para el uso de las placas Microfast para el recuento de E. coli y coliformes.

- Pesar 0.117g de muestra de harina y diluir en un matraz con agua de peptona al 0.1%
- previamente esterilizado.
- Realizar las diluciones en tubos de ensayo, marcar 2 placas por dilución y sembrar en cada una 1ml de la dilución de los respectivos tubos.
- Verter 1ml de cada dilución por duplicado en cada placa, esperar que se solidifique el gel e incubar a temperatura ambiente por 24 horas.
- Leer la placa, donde: cualquier azul en una colonia (de azul a rojo-azul) indica la presencia de E. coli, y las colonias rojas y azules con gas indican presencia de coliformes.

ANEXO O: DETERMINACION DE INDICE DE PEROXIDO



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS
QUIMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS QUIMICO

ANALISIS SOLICITADO POR: Srta. Ailin Barrazueta

TIPO DE MUESTRA: Hojuelas de harina de chocho y harina de maíz

FECHA DE ANALISIS: 01 de marzo del 2024

PROCEDENCIA: Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo

EXAMEN FÍSICO

ATRIBUTO	Descripción
Color	Crema
Sabor	Ligeramente dulce
Aspecto	Partículas finas homogéneas

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	*VALORES DE REFERENCIA	RESULTADOS
Índice de peróxidos	meqO ₂ /kg	NTE INEN 277	Max. 10	0..60

*Referencia Norma NTE INEN -2561 snacks

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra fue receptada en laboratorio

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 📠032 942 322
Saqmie Laboratorio 📍
Riobamba - Ecuador



ANEXO P: CONTAMINANTES PLOMO Y CADMIO DE LA MATERIA PRIMA

SOLAAR AA Report

Nombre Operador: Lab. Investigación

Fecha Informe: 03/10/2023 04:09:37

Fichero Result.: C:\SOLAARM\DATA\RESULTADOS\PLOMO\NATALY\Pb-AILIN BARRAZUETA.SLR

Parámetros Calibrac. - Pb

Modo Calibrac.: Normal

Ajuste Lineal: Linear

Usar Calibr. Almacenada: No

Unidades Concentrac.: mg/L

Unidades Escala: mg/L

Factor Escala: 1.0000

Ajuste Aceptable: 0.990

Re-escalar Limite: 20.0%

Acción Fallida : Señalizar y continuar

Estándar Maestro: 7.0000

Estándar1 0.3000

Estándar3 1.5000

Estándar2 0.9000

Estándar4 3.0000

Registro de trazabilidad Elemento - Pb

No cambios registr. para este elemento

Result. Disolución - Pb

ID Muestra	Señal Abs	Rsd %	Conc. mg/L	Conc. Corregida mg/L
Pb Blanco	0.0003		0.0000	
Pb Estándar 1	0.0070		0.3000	
Pb Estándar 2	0.0340		0.9000 U	
Pb Estándar 3	0.0590		1.5000	
Pb Estándar 4	0.1248		3.0000	
Pb AVENA	-0.0004		0.0649 C	0.0649 C
Pb CHOCHO	-0.0007		0.0591 C	0.0591 C
Pb SAMBO	-0.0009		0.0531 C	0.0531 C
Pb MAIZ	0.0002		0.0802 C	0.0802 C
Pb FRUTIPAN	0.0004		0.0848	0.0848

SOLAAR AA Report

Nombre Operador: Lab. Investigación

Fecha Informe: 03/10/2023 03:56:04

Fichero Result.: C:\SOLAARM\DATA\RESULTADOS\CADMIO\NATALY\Cd-AILIN BARRAZUETA.SLR

Parámetros Calibrac. - Cd

Modo Calibrac.: Normal

Ajuste Lineal: Linear

Usar Calibr. Almacenada: No

Unidades Concentrac.: mg/L

Unidades Escala: mg/L

Factor Escala: 1.0000

Ajuste Aceptable: 0.990

Re-escalar Limite: 20.0%

Acción Fallida : Señalizar y continuar

Estándar Maestro: 1.5000

Estándar1 0.0200

Estándar3 0.1000

Estándar2 0.0600

Estándar4 0.2000

Registro de trazabilidad Elemento - Cd

No cambios registr. para este elemento

Result. Disolución - Cd

ID Muestra	Señal Abs	Rsd %	Conc. mg/L	Conc. Corregida mg/L
Cd Blanco	-0.0015		0.0000	
Cd Estándar 1	0.0094		0.0200	
Cd Estándar 2	0.0390		0.0600	
Cd Estándar 3	0.0665		0.1000	
Cd Estándar 4	0.1398		0.2000	
Cd AVENA	0.0007		0.0058	0.0058
Cd CHOCHO	0.0030		0.0091	0.0091
Cd SAMBO	0.0004		0.0054	0.0054
Cd MAIZ	0.0006		0.0057	0.0057
Cd FRUTIPAN	0.0053		0.0124	0.0124

ANEXO Q: RESULTADOS HARINA DE CHOCHO

	15122308	11122308	por AA*			
			Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PE03-7.2-MB AOAC 990.12. Ed. 21, 2019	UFC/g	6,5x10 ⁵
			Coliformes Totales, Compact Dry	PE01-7.2-MB AOAC R.L.: 110402. Ed. 21, 2019	UFC/g	5,0x10 ⁴
			Cenizas, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 923.03	%	2,81
			Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	46,2
			Humedad, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 925.10	%	7,51
			*Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	21,9
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	28,6
			*Carbohidratos Totales, Cálculo	Cálculo	%	7
			*Energía, Cálculo	Cálculo	kcal /100g	354
					kJ/100g	1480
			§ ¹² Hierro por AA*	Absorción Atómica	mg/100g	94,7

ANEXO R: RESULTADOS HARINA DE MAIZ

 LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS Certificado No: 22-151		Pág.: 3 de 4				
MATERIA PRIMA HARINA DE MAIZ	15122306	11122306	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PE03-7.2-MB AOAC 990.12, Ed. 21, 2019	UFC/g	90 (e)
			Coliformes Totales, Compact Dry	PE01-7.2-MB AOAC R.L.: 110402, Ed. 21, 2019	UFC/g	<10
			Cenizas, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 923.03	%	1,73
			Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	6,95
			Humedad, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 925.10	%	8,36
			^aGrasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	5,16
			^aFibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	10,5
			^aCarbohidratos Totales, Cálculo	Cálculo	%	67
			^aEnergía, Cálculo	Cálculo	kcal /100g	343
					kJ/100g	1437
			^{b2}Hierro por AA*	Absorción Atómica	mg/100g	9,2

ANEXO S: RESULTADOS HOJUELAS DE HARINA DE MAIZ Y CHOCHO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**



Acreditación N° SAE LEN 10-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01292

Certificado No:22-151		R01-7.8.03
Solicitud N°: 22-151		Pág.: 1 de 4
Fecha recepción:	14 de diciembre de 2024	Fecha de ejecución de ensayos: 22 de enero al 16 de febrero de 2024
Información del cliente:		
Empresa:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	C.I./RUC: 0660001250001
Representante:	Ing. Renata Alvarado	TiE: 0994042767
Dirección:	Panamericana Sur km 1 1/2	E mail: renata.alvarado@esPOCH.edu.ec
Ciudad:	Riobamba - Ecuador	
Descripción de las muestras:		
Producto:	Suplementos ver código de cliente	Peso: 200g cada muestra
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: funda plástica
Lote:	n/a	No de muestras: nueve
F. Elb.:	n/a	F. Exp.: n/a
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días
Cierres seguridad:	Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 14 de diciembre de 2024

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
HOJUELAS CHOCHO + MAIZ AILIN BARRAZUETA L.	15122301	11122301	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PE03-7.2-MB AOAC 990.12, Ed. 21, 2019	UFC/g	3,0x10 ³
			Coliformes Totales, Compact Dry	PE01-7.2-MB AOAC R.L: 110402, Ed. 21, 2019	UFC/g	<10
			Cenizas, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 923.03	%	1,25
			Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	%(Nx6,25)	10,8
			Humedad, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 925.10	%	6,81
			*Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	4,30
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	5,19
			*Carbohidratos Totales, Cálculo	Cálculo	%	67
			*Energía, Cálculo	Cálculo	cal /100g	350
					kJ/100g	1465
			Hierro por AA	Absorción Atómica	mg/100g	89,3

ANEXO T: CALCULOS PARA EL ETIQUETADO NUTRICIONAL, PORCION DE 30 g

INGREDIENTES	en 100%	en 30g	CALORIAS (kcal)	CARBOHIDRATOS (g)	GRASAS (g)	Grasas saturadas (g)	Grasas Trans(g)	Monoinsaturadas (g)	Poliinsaturadas(g)	Colesterol (mg)	Fibra (g)	PROTEINA (g)	HIERRO (mg)	CALCIO (mg)	FOSFORO (mg)	VITAMINA A (µg)	SODIO mg
HARINA DE MAIZ	54,03	16,21	55,60	10,86	0,84	0,39	0,00	0,11	0,34	0,00	1,70	1,13	1,49	1,13	34,04	1,78	5,67
HARINA DE CHOCHO	20,70	6,21	21,99	0,43	0,99	0,02	0,00	0,07	0,04	0,00	0,45	2,87	0,27	10,93	27,33	0,00	0,93
EXTRACTO DE MALTA	4,14	1,24	4,86	1,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,06	0,46	3,76	0,00	1,20
CHOCOLATE	3,62	1,09	5,93	0,66	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,16	0,00	0,27	0,27
AZUCAR	16,00	4,80	19,15	4,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,24	0,05	0,00	0,00
COLORANTE CHOCOLATE	1,50	0,45	1,51	0,24	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09
TOTAL	100,00	30,00	109,04	18,16	2,18	0,43	0,00	0,18	0,39	0,00	2,25	4,09	1,94	12,93	65,18	2,05	8,17

ANEXO U: REALIZACION DE ENCUESTA



Método afectivo con escala hedónica pictográfica (Adultos)

Género: Hombre Mujer Edad 24

Instrucción: Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte inferior, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

	Puntaje	Nivel de agrado
	5	Me gusta mucho
	4	Me gusta moderadamente
	3	No me gusta ni me disgusta
	2	Me disgusta moderadamente
	1	Me disgusta mucho

ATRIBUTO	M1	M2	M3
Color	4	5	5
Olor	5	4	5
Sabor	4	5	5
Consistencia	5	5	5

ANEXO V: FICHA TÉCNICA EN POLVO



DOCUMENTO TECNICO

QUITO – ECUADOR

Teléfonos: 2675-365 / 2673-301
Email: calidad@extractosandinos.com
ventas.sierra@extractosandinos.com
www.extractosandinos.com

FICHA TECNICA

Código:	Norma:	Versión del documento:	Versión individual:	Vigencia:	Revisión anual:	Revisión adicional
04/CC/FR/01-01	Norma ISO 22000:2018	2	2	ago-2017	2/4/2021	10/5/2021

Nombre del producto:

Nombre comercial:	CHOCOLATE POLVO SG-3321
Referencia:	PTSP00026
Usos:	Ampliamente usado en la industria alimenticia. Uso industrial solamente. No ingerir como tal
Dosis orientativa:	1.0 - 2.0 g/kg

Análisis organolépticos

Apariencia:	Polvo fino
Color:	Marrón
Olor y sabor:	Característico

Análisis físico-químicos:

PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	MÉTODO
Densidad (20 °C)	Mínimo - Máximo 0,18 - 0,58	g/ml	Método AOAC 963.37
Humedad (%)	Mínimo - Máximo máx 12	N/A	NTE INEN-ISO 3953

Método de producción

Producidos por la mezcla mecánica de aditivos y químicos aromáticos

Composición

Aldehídos, aceites, ácidos orgánicos, cetonas, lactonas, compuestos organosulfurados, ésteres, alcoholes, cocoa, colorante natural, resaltadores y fijadores de sabor

Información adicional

Contenido de alérgenos:	Libre de alérgenos
Contenido de metales pesados:	Contenido de metales permitido bajo CE **
Declaración de Transgénicos:	No contiene ni está compuesto por GMO
Propiedades microbiológicas:	N/A
Solubilidad:	Soluble en agua
Declaraciones obligatorias:	N/A
Envase y empaque :	Distribución en envases de orden alimentario de acuerdo a la cantidad solicitada por el cliente
Vida útil:	12 meses
Condiciones de almacenamiento:	Almacenar en área seca y fresca protegido de la luz
Sabor:	Idéntico al natural
* Organismos o Normas de referencia:	* Aprobados por la FDA / ** Reglamento (CE) NO 1881/2006 contaminantes

Nota: Este documento contiene información descriptiva del producto, es responsabilidad del usuario realizar análisis y evaluaciones propias y así determinar la funcionalidad en aplicaciones específicas acorde a sus necesidades. La información presentada corresponde al producto en el empaque original bajo las condiciones de almacenamiento recomendados.

Se aceptaran devoluciones hasta tres meses posteriores a la fecha de entrega, unicamente por defectos de fábrica

ANEXO W: CARTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS
DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
(CEISH-ESPOCH)



Carta de aprobación definitiva
- estudios observacionales/de intervención

Riobamba, 18 de diciembre de 2023

N.D. Verónica Dayana Villavicencio Barriga.
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

ASUNTO: CARTA RESPUESTA DE REVISIÓN DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN OBSERVACIONAL.

Por medio de la presente y una vez que el protocolo de investigación presentado por la N.D. Verónica Dayana Villavicencio Barriga, que titula **ESTUDIO DE PERCEPCIONES, COSTUMBRES, CONOCIMIENTOS Y PRÁCTICAS SOBRE USO DE PLANTAS MEDICINALES EN ADULTOS DE LA AMAZONÍA Y SIERRA ECUATORIANA CON MIRAS AL DISEÑO DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO. PROYECTO: MIKUNA**, ha ingresado al Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo CEISH-ESPOCH, con fecha 23-11-2023 (versión N° 02), y cuyo código asignado es OI-02-CEISH- ESPOCH-2023, luego de haber sido revisado y evaluado, dicho proyecto está **APROBADO** para su ejecución.

Como respaldo de lo indicado, reposan en los archivos del CEISH-ESPOCH, tanto los requisitos presentados por el investigador, así como también los formularios empleados por el comité para la evaluación del mencionado estudio.

En tal virtud, los documentos aprobados y sumillados del CEISH-ESPOCH que se adjuntan en digital al presente informe son los siguientes:

- **Copia del protocolo de investigación**
- Título "Estudio de percepciones, costumbres, conocimientos y prácticas sobre uso de plantas medicinales en adultos de la Amazonía y sierra ecuatoriana con miras al diseño de un suplemento alimenticio. Proyecto: MIKUNA.
- Nro. de versión 02
- fecha de aprobación 11/12/2023

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Teléfono: 03-2998200 Ext. 3035
Facultad de Salud Pública, modular de carrera de medicina, planta baja, frente a oficinas administrativas de la facultad.
esPOCH.edu.ec

Correo electrónico: inves.ceish@esPOCH.edu.ec




esPOCH

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS
DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
(CEISH-ESPOCH)



- Nro. de hojas 30
- Documento de consentimiento informado
- Nro. de versión, 02
- fecha de aprobación, 11/12/2023
- Nro. de hojas, 08
- Otros Instrumentos presentados y aprobados, según sea el caso.
- Instrumentos que se utilizarán para la ejecución de la investigación.
- Nro. de versión. 01
- Fecha de aprobación. 11/12/2023
- Nro. de hojas 06
- Currículo vitae de los investigadores
- Nro. de versión. 02
- Fecha de aprobación. 13/11/2023
- Nro. de hojas 159
- Declaración de responsabilidad del investigador principal.
- Nro. de versión. 02
- Fecha de aprobación. 11/12/2023
- Nro. de hojas 2
- Carta de interés
- Nro. de versión. 02
- Fecha de aprobación. 11/12/2023
- Nro. de hojas 2

Cabe indicar que la información de los requisitos presentados es de responsabilidad exclusiva del investigador, quien asume la veracidad, originalidad y autoría de los mismos.

Así también se recuerda las obligaciones que el investigador principal y su equipo deben cumplir durante y después de la ejecución del proyecto.

- Informar al CEISH-ESPOCH la fecha de inicio y culminación de la investigación. Para el inicio del proyecto, se solicita al investigador, una vez recibida esta carta de

ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2,

Teléfono: 03-2998200 Ext. 3035

Correo electrónico: investigacion@esPOCH.edu.ec

Facultad de Salud Pública, modular de carrera de medicina, planta baja, frente a oficinas administrativas de la facultad.

esPOCH.edu.ec

esPOCH



epoch

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS
DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
(CEISH-ESPOCH)



aprobación definitiva, comunicar a través de correo electrónico la recepción de este documento y la fecha de inicio de ejecución de la investigación.

- Presentar a este comité informes periódicos del avance de ejecución del proyecto, según lo estime el CEISH-ESPOCH.
- Cumplir todas las actividades que le corresponden como investigador principal, así como las descritas en el protocolo con sus tiempos de ejecución, según el cronograma establecido en dicho proyecto, vigilando y respetando siempre los aspectos éticos, metodológicos y jurídicos aprobados en el mismo.
- Aplicar el consentimiento informado a todos los participantes, respetando el proceso definido en el protocolo y el formato aprobado.
- Al finalizar la investigación, entregar al CEISH-ESPOCH el informe final del proyecto.

Atentamente,



VERÓNICA CARLINA
DELGADO LÓPEZ

Presidente CEISH-ESPOCH

N.D Verónica Delgado



GABRIEL ALEJANDRO
TAMAYO BECERRA

Secretario CEISH-ESPOCH

Abg. Gabriel Tamayo

**Adaptado del CEISH codificado DIS-CEISH-PUCE 17-005 y DIS-CEISH-INSPI-09-009*

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2,

Teléfono: 03-2998200 Ext. 3035

Correo electrónico: inves.ceish@epoch.edu.ec

Facultad de Salud Pública, modular de carrera de medicina, planta baja, frente a oficinas administrativas de la facultad.

epoch.edu.ec

epoch



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 04 / 07 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Noelia Ailín Barrazueta López
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Bioquímica y Farmacia
Título a optar: Bioquímica Farmacéutica
 BQF. Adriana Isabel Rodríguez Basantes MSc. Directora del Trabajo de Integración Curricular
 Dr. Carlos Pilamunga Capus PhD. Asesor del Trabajo de Integración Curricular