



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TEMA:

**Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.)
por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo
(*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti**

AUTORA:

Menéndez Tarira, Nicole Alejandra

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera Agroindustrial**

TUTORA:

Lcda. Patricia García Mora, Ph. D.

Guayaquil, Ecuador

25 de febrero, 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

Agroindustria

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Menéndez Tarira, Nicole Alejandra**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

TUTORA

Lcda. Patricia García Mora, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Menéndez Tarira, Nicole Alejandra

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022

LA AUTORA:

Menéndez Tarira, Nicole Alejandra



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Menéndez Tarira, Nicole Alejandra

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular, **Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022

LA AUTORA:

Menéndez Tarira, Nicole Alejandra



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti**, presentado por la estudiante **Menéndez Tarira, Nicole Alejandra**, de la carrera de **Agroindustria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.



Document Information

Analyzed document	Menéndez Nicole TIC B2021.docx (D128044403)
Submitted	2022-02-16T18:03:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	nicole.menendez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2022

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTO

Le otorgo mi eterno agradecimiento a Dios por la vida, por permitirme aprender y mejorar cada día, por guiarme y nunca abandonarme, ser mi luz y fuerza para afrontar todos los obstáculos que se me presenten en la vida.

Quiero agradecerle, también, a mi mami Graciela Tarira y a mi papi Lester Menéndez que son mi pilar fundamental, gracias por brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por ayudarme a cumplir una de mis metas que significa felicidad y orgullo para mí y al mismo tiempo para ustedes. Mi eterna gratitud para ustedes que me han enseñado que nunca hay que darse por vencidos, aunque la vida nos presente dificultades siempre hay que buscar la manera de seguir adelante. Aprecio mucho los consejos, lecciones, amor, valores y principios que me han inculcado porque gracias a ustedes soy esta persona. Es un orgullo ser su hija, son los mejores padres. Los amo infinitamente, no sé qué haría sin ustedes, son mi razón de ser, mi modelo a seguir y mi inspiración.

A mi hermana Valeria por ser como una mamá para mí y estar siempre orgullosa de todo lo que hago, gracias por ser un soporte y ayudarme en mis momentos más difíciles, agradezco que siempre estes pendiente de mí, por esos consejos y largas charlas de reflexión que sin duda me han ayudado mucho en la vida, por consentirme, motivarme, tenerme paciencia y mostrarme tu amor. Gracias por ser como mi mamá, mejor amiga y hermana. Te amo con mi vida y gracias por siempre creer en mí.

A mi hermano Lester por motivarme cuando me quería rendir, por llenarme de alegría todos los días y consentirme, gracias por esas horas de películas, chistes, juegos, peleas, gritos, bromas. Estoy muy agradecida que me acompañaras en cada etapa de mi carrera y me ayudaras en los experimentos dándome tú opinión.

Mariuxi mi hermana mayor por escucharme detenidamente en mis dudas y problemas y darme su opinión y consejos de vida, por brindarme una amistad sincera e incondicional, gracias por mimarme y cuidarme siempre.

Mi perrita Candy que es como mi hija por estar siempre pendiente de mí, por acompañarme en todas mis noches de desvelo y nunca abandonarme.

A mi amiga Fernanda por ayudarme, enseñarme que las verdaderas amistades son aquellas que te ayudan a crecer. Por siempre sacarme una sonrisa en los momentos de estrés, gracias por todas esas experiencias y momentos inolvidables durante estos años de carrera, los guardaré por siempre en mi corazón.

Nicole Alejandra, Menéndez Tarira

DEDICATORIA

A mis padres que me brindaron su apoyo en todo momento y estuvieron siempre pendientes de mí; a mis hermanos por demostrarme su amor cada día, a mi perrita por estar siempre conmigo y sobre todo a mí por no rendirme y lograr cumplir con una de mis metas.

Nicole Alejandra, Menéndez Tarira



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Lcda. Patricia García Mora, Ph. D.

TUTORA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.

COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CALIFICACIÓN

Lcda. Patricia García Mora, Ph. D.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	5
1.1.1 Objetivo general.	5
1.1.2 Objetivos específicos.....	5
1.2 Hipótesis.....	5
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Proteína.....	7
2.2 Aminoácidos	7
2.3 Compuestos bioactivos.....	9
2.4 Pastas	10
2.4.1 Clasificación.	10
2.4.2 Ingredientes básicos de las pastas.	13
2.4.3 Producción.	13
2.4.4 Valor nutricional.....	14
2.5 Harina de trigo	15
2.5.1 Producción.	15
2.5.2 Generalidades.	15
2.5.3 Proteína.....	16
2.5.4 Aminoácidos.....	17
2.5.5 Compuestos bioactivos.	18
2.5.6 Valor nutricional de la harina de trigo marca comercial 1.....	19
2.6 Harina de arroz.....	20
2.6.1 Producción.	20
2.6.2 Generalidades.	21
2.6.3 Proteína.....	21
2.6.4 Aminoácidos.....	21
2.6.5 Compuestos bioactivos.	23
2.6.6 Valor nutricional de la harina de arroz marca comercial 2.	24
2.7 Fréjol mungo (<i>Vigna radiata</i>)	25
2.7.1 Producción.	25
2.7.2 Generalidades.	26
2.7.3 Proteína.....	27
2.7.4 Aminoácidos.....	28

2.7.5 Compuestos bioactivos.	28
2.7.6 Valor nutricional.....	30
2.8 Combinación de cereales con leguminosas	31
2.8.1 Fréjol mungo, arroz y trigo.....	32
2.9 Determinación de costo/beneficio	34
3 MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1 Ubicación del ensayo.....	35
3.1.1 Características climáticas.	35
3.2 Tipo de investigación	35
3.3 Materiales y equipos	36
3.3.1 Materiales.....	36
3.3.2 Equipos.	36
3.3.3 Insumos.....	37
3.3.4 Materia prima.	37
3.4 Diseño experimental	37
3.4.1 Fórmula testigo para la elaboración de fideos.	37
3.4.2 Restricciones.....	37
3.5 Unidad de análisis	38
3.5.1 Población.	38
3.5.2 Muestreo.	38
3.6 Combinaciones de fideos	38
3.7 Análisis de Varianza	39
3.8 Variables de estudio	40
3.8.1 Variables cuantitativas para la harina de fréjol mungo.....	40
3.8.2 Variables cualitativas para la harina de fréjol mungo	40
3.8.3 Variables cuantitativas para los fideos.....	40
3.8.4 Variables cualitativas para los fideos.....	41
3.9 Elaboración de fideos	41
3.9.1 Proceso para la obtención de harina de fréjol mungo.	41
3.9.2 Proceso para la obtención de fideos.....	43
3.10 Caracterización física y química de la harina.....	45
3.11 Características físicas, químicas y microbiológicas del fideo	45
3.11.1 Caracterización física y química de los fideos.	45
3.11.2 Caracterización microbiológica.....	46
3.11.3 Caracterización sensorial.	46

4 RESULTADOS	48
4.1 Harina de fréjol mungo	48
4.1.1 Caracterización física y química.	48
4.1.2 Rendimiento.	48
4.2 Fideos	49
4.2.1 Evaluación sensorial.....	49
4.2.2 Selección de la mejor formulación.	62
4.2.3 Comparación del mejor tratamiento con la fórmula testigo.	62
4.2.4 Evaluación física y química.	64
4.2.5 Análisis microbiológicos.	64
4.2.6 Perfil de aminoácidos.	65
4.3 Costo/ beneficio	66
4.3.1 Costo unitario.	66
4.3.2 Beneficio costo.	67
5 DISCUSIÓN	69
5.1 Harina de fréjol mungo	69
5.1.1 Caracterización física y química.	69
5.2 Fideos	71
5.2.1 Fideos testigo y la mejor formulación.....	71
5.2.2 Caracterización física, química y microbiológica.....	71
5.2.3 Perfil de aminoácidos.	73
5.2.4 Costos.	75
6 CONCLUSIONES	77
7 RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los aminoácidos	9
Tabla 2. Requisitos físicos y químicos para pastas de vegetales	11
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias	12
Tabla 4. Valor nutricional de pasta blanca	14
Tabla 5. Componentes de la harina de trigo	16
Tabla 6. Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo	16
Tabla 7. Aminoácidos presentes en la harina de trigo	18
Tabla 8. Efecto funcional y nutraceutico de los compuestos bioactivos del trigo	19
Tabla 9. Información nutricional de la harina marca comercial 1.	20
Tabla 10. Aminoácidos presentes en el arroz.....	23
Tabla 11. Información nutricional de la harina de arroz de marca comercial 2.	25
Tabla 12. Características físicas y químicas.....	27
Tabla 13. Aminoácidos presentes en la harina fréjol mungo.....	28
Tabla 14. Actividades y compuestos biológicos del fréjol mungo.....	29
Tabla 15. Información nutricional de 100 g del fréjol mungo crudo	31
Tabla 16. Cuadro comparativo de aminoácidos esenciales entre las harinas de fréjol mungo, trigo, arroz y carne bovina	33
Tabla 17. Fórmula testigo.....	37
Tabla 18. Restricciones para la elaboración de fideos.....	38
Tabla 19. Formulaciones de los diferentes tratamientos.....	39
Tabla 20. Análisis de varianza.....	40
Tabla 21. Normas para la caracterización física y química de la harina de origen vegetal	45
Tabla 22. Normas para la caracterización física y química de los fideos	46
Tabla 23. Normas utilizadas para la caracterización microbiológica de los fideos.....	46
Tabla 24. Parámetros para el análisis sensorial	47
Tabla 25. Resultados de los análisis químicos	48
Tabla 26. Promedio de valoración de las formulaciones.....	49

Tabla 27. ANOVA del parámetro olor	51
Tabla 28. Estadística de ajuste.....	52
Tabla 29. ANOVA parámetro color	54
Tabla 30. Estadística de ajuste.....	54
Tabla 31. ANOVA del parámetro sabor	56
Tabla 32. Estadística de ajuste.....	57
Tabla 33. ANOVA parámetro consistencia	58
Tabla 34. Estadística de ajuste.....	59
Tabla 35. ANOVA parámetro aceptabilidad	60
Tabla 36. Estadística de ajuste.....	61
Tabla 37. Solución presentada por el software estadístico	62
Tabla 38. Comparación de la mejor formulación con la testigo.....	63
Tabla 39. Análisis físicos y químicos	64
Tabla 40. Análisis microbiológicos de los fideos.....	64
Tabla 41. Aminoácidos presentes en los fideos.....	66
Tabla 42. Costo de la materia prima para producir fideos tipo espagueti.....	67
Tabla 43. Costo de materiales indirectos y directos.....	67
Tabla 44. Beneficio costo	68
Tabla 45. Composición de aminoácidos en los fideos	74
Tabla 46. Marcas de fideos en el país.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del ensayo	35
Gráfico 2. Diagrama de flujo de la harina de fréjol mungo.....	41
Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de fideos.	43
Gráfico 4. QDA	50
Gráfico 5. Olor de los fideos tipo espagueti	53
Gráfico 6. Color de los fideos tipo espagueti.....	55
Gráfico 7. Sabor de los fideos tipo espagueti.....	57
Gráfico 8. Consistencia de los fideos tipo espagueti	59
Gráfico 9. Aceptabilidad de los fideos tipo espagueti	61
Gráfico 10. Análisis sensorial.....	63

RESUMEN

Las pastas son un alimento de consumo masivo en el país debido a sus características como el sabor, tiempo de cocción, versatilidad y costos asequibles. La presente investigación tuvo como finalidad el desarrollo de un fideo tipo espagueti, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por las harinas de arroz y fréjol mungo con el 5, 10, 15, 20 y 25 % respectivamente, con el objetivo de crear una pasta de alto valor proteico gracias a su composición de aminoácidos. La harina de fréjol mungo que se obtuvo fue caracterizada física y químicamente. Para su producción se llevaron a cabo varias operaciones como son la selección, limpieza, remojo, secado y molienda; logrando obtener como resultado un rendimiento del 62.11%. Por medio del Software *Design Expert 11* se logró obtener la mejor formulación en base a los análisis sensoriales, la combinación fue de 20 % fréjol mungo, 20 % arroz y 27.96 % de harina de trigo, a la cual se le realizó la caracterización física, química, microbiológica, y composición de aminoácidos, los resultados fueron 10.04 % humedad, 12.91 % proteína, ausencia de *Staphylococcus aureus* y mohos y levadura, logrando así obtener una pasta que cumple con los parámetros indicados por la norma INEN para este tipo de producto. El fideo seleccionado tuvo un beneficio/costo de USD 1.30, lo que indica que por cada dólar que se invierta se obtiene una ganancia de USD 0.30 resultando ser factible.

Palabras claves: fideo, harina de fréjol mungo, harina de arroz, harina de trigo, proteína, aminoácidos.

ABSTRACT

Pasta is a food of mass consumption in the country due to its characteristics such as flavor, cooking time, versatility, and affordable costs. The purpose of this research was to develop a spaghetti-type noodle, partially replacing wheat flour with rice flours and mung beans with 5, 10, 15, 20 and 25% respectively, with the aim of creating a pasta of high protein value thanks to its amino acid composition. The mung bean flour that was obtained was characterized physically and chemically. For its production, several operations were carried out such as selection, cleaning, soaking, drying and grinding; achieving as a result a yield of 62.11%. Through the Software Design Expert 11 it was possible to obtain the best formulation based on sensory analysis, the combination was 20% mung bean, 20% rice and 27.96% wheat flour, which was performed the physical, chemical, microbiological, and amino acid composition, the results were 10.04% moisture, 12.91% protein, absence of *Staphylococcus aureus* and molds and yeast, thus achieving a paste that meets the parameters indicated by the INEN standard for this type of product. The selected noodle had a profit / cost of USD 1.30, which indicates that for each dollar that is invested a profit of USD 0.30 is obtained, which proves to be feasible.

Keywords: noodle, mung bean flour, rice flour, wheat flour, protein, amino acids.

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los hábitos y tendencias alimentarias se están viendo modificadas a nivel mundial. Dichos cambios están asociados al estilo de vida, factores culturales, cambio climático, creencias religiosas y a la mayor conciencia poblacional sobre la estrecha relación entre el binomio alimentación y salud.

Esto ha generado un gran interés por el desarrollo de nuevos productos de origen vegetal, que puedan suplir a los de origen animal y al mismo tiempo cubrir las recomendaciones nutricionales diarias de la sociedad.

Las leguminosas y los cereales son la base de la alimentación en muchos países debido a su bajo coste de producción, elevada sostenibilidad y su gran aporte nutricional. Ambos son ricos en proteínas, minerales, vitaminas, fibra y energía; siendo por esto conocidos como: “la carne del pobre” en los países menos industrializados.

El consumo de leguminosas y cereales en cantidades adecuadas puede aportar proteínas de alta calidad, reduciendo la necesidad de consumir alimentos de origen animal como fuente proteica. Esto es debido a que gracias a la combinación de éstos se consigue un aporte completo de aminoácidos esenciales, ya que el déficit de los cereales en lisina se suplementa con el exceso del mismo en las leguminosas.

Ecuador es uno de los mayores productores de cereales y leguminosas a nivel mundial, tales como arroz y fréjol.

De acuerdo con el censo realizado por el INEC en el año 2020, la superficie total cosechada de arroz fue de 312.9 miles de hectáreas, con una producción de 1.3 millones de toneladas (Márquez, Salazar y García, 2021). Además, al ser uno de los alimentos más importantes en la dieta de los ecuatorianos se estima que su consumo anual es de 50 kg por persona (Sánchez, Vayas, Mayorga y Freire, 2020).

El arroz es una buena fuente de carbohidratos que generalmente es consumido para acompañar las comidas, sin embargo, en el mercado se está presentando para su consumo en modo de harina, pudiendo ser usada como ingrediente en la elaboración de distintos productos alimentarios.

En lo referente al fréjol, en Ecuador se cultivan alrededor de 50 especies distintas, ocupando entre todas las leguminosas, el primer lugar en cuanto a su producción y consumo a nivel nacional (Vinces, 2020).

El fréjol mungo, conocido coloquialmente como fréjol paciencia, es una de las variedades menos estudiadas y caracterizadas, desconociéndose la cantidad exacta de hectáreas que se cosechan y por consiguiente el consumo del mismo ya que su disposición en el mercado interno es limitada (Ávila y Litardo, 2018).

A pesar de que, en la actualidad, el consumo de esta leguminosa a nivel culinario se presenta como sopas, menestras y moros cabe la posibilidad de su producción como harinas pudiendo ser usada como ingredientes para nuevos productos.

Las innovaciones en el desarrollo de nuevos productos que formen parte de la vida cotidiana son necesarias para cubrir las nuevas tendencias por parte de los consumidores y al mismo tiempo potenciar el uso de la matriz productiva nacional.

Entre los productos que forman la base de la alimentación nacional aparte del arroz son los fideos, su consumo está en aumento debido a las características que posee tales como el sabor, tiempo de preparación culinaria, tiempo de vida útil y el precio razonable los han convertido aún más populares en el país.

El ingrediente básico de los fideos es la harina de trigo, mezclada con agua y sal donde también se le puede agregar otros ingredientes como huevo y vegetales, con el fin de hacerlas más nutritivas.

Las harinas de trigo son deficientes en diferentes aminoácidos esenciales, por lo que el enriquecimiento de las mismas con otras harinas procedentes de cereales y leguminosas podría mejorar la calidad proteica de las pastas.

Debido a lo expuesto, mediante el presente trabajo se pretende sustituir parcialmente la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti a fin de obtener una pasta que posea proteínas de alta calidad nutricional.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Sustituir parcialmente la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Establecer la metodología para la obtención de la harina de fréjol mungo (*Vigna radiata*).
- Caracterizar física y químicamente la harina de fréjol mungo (*Vigna radiata*).
- Establecer las concentraciones óptimas para la sustitución parcial de harina de trigo por las harinas de fréjol mungo y arroz necesarias para el desarrollo de los fideos tipo espagueti.
- Evaluar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales a la mejor formulación de fideos.
- Caracterizar el perfil de aminoácidos esenciales de la mejor formulación de fideos para establecer su calidad proteica.
- Determinar el costo unitario de producción y la rentabilidad de su implementación en el mercado.

1.2 Hipótesis

H0: Es factible la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti que logre cumplir con los parámetros sensoriales y que además presente una mejor calidad proteica.

H1: No es factible la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti que logre

cumplir con los parámetros sensoriales y que además presente una mejor calidad proteica.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Proteína

Es uno de los componentes vitales del organismo.; al igual que los hidratos de carbono y lípidos se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno, pero se diferencian por su contenido en nitrógeno (16 %), que es lo que le posibilita asumir diversas estructuras y con ello varias funciones fundamentales para el desarrollo de la vida (Vázquez y García, 2005).

Las proteínas son consideradas macronutrientes alimentarios y la calidad de las mismas depende de su contenido en aminoácidos esenciales, los cuales ayudan al mantenimiento de la proteína corporal y el incremento de esta durante el crecimiento (Martínez y Martínez, 2006).

La relevancia del consumo de proteínas a nivel corporal viene dada por un lado por su contenido en nitrógeno total que sirve para la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos y por otro lado por su contenido en aminoácidos esenciales. Estos son necesarios ya que sirven como diversos intermedios bioquímicos involucrados en diferentes actividades, metabolismo, funciones celulares y corporales (Tomé, 2018).

2.2 Aminoácidos

Desde un punto de vista estructural, los aminoácidos son los elementos constituyentes de las proteínas y éstas a su vez son las estructuras que componen cualquier tejido vivo. Las fibras musculares, membranas celulares, enzimas y los elementos neuroquímicos del tejido cerebral constituyen ejemplos de tejidos compuestos por proteínas; el (70 %) del organismo (excluyendo el agua y el tejido graso), son proteínas. Es de tal relevancia su presencia, que a estos nutrientes se les conoce como los “constructores de la vida” (Gómez, 2018).

Los aminoácidos proporcionan nitrógeno, esqueletos de hidrocarburos y azufre (componentes esenciales de los organismos), y no pueden ser reemplazados por ningún otro nutriente (incluidos los carbohidratos y los lípidos), porque ni el nitrógeno ni el azufre se fabrican en el cuerpo. Son precursores esenciales para la síntesis de proteínas, péptidos y sustancias de bajo peso molecular (por ejemplo, glutatión, creatina, óxido nítrico, dopamina, serotonina, ARN y ADN) con una gran importancia fisiológica (Wu, 2016).

Un equilibrio óptimo entre los aminoácidos en la dieta y la circulación es crucial para la homeostasis de todo el cuerpo. Existe un creciente reconocimiento de que, algunos aminoácidos regulan las vías metabólicas clave que son necesarias para el mantenimiento, el crecimiento, la reproducción y la inmunidad (Wu, 2009).

La clasificación de los aminoácidos los divide a éstos en esenciales y no esenciales. Los nueve aminoácidos esenciales constituyen un grupo cuyo esqueleto carbonado no puede llegar a ser sintetizado a partir de moléculas simples por los humanos y por consiguiente deben proveerse mediante la alimentación (Fontana, Saéz, Santisteban y Gil, 2006).

Aquellos aminoácidos que no esenciales pueden llegar a ser sintetizados y por lo tanto no necesitan ser suministrados en la dieta. Todos los aminoácidos, tanto los esenciales como no esenciales, deben estar disponibles para que tenga lugar la síntesis de proteína en la célula (Carbonero, 1976).

En la Tabla 1 se presentan la lista de los aminoácidos divididos en esenciales y no esenciales.

Tabla 1. Clasificación de los aminoácidos

No esenciales	Esenciales
Alanina	Arginina
Glicina	Histidina
Serina	Isoleucina
Aspártico	Leucina
Asparagina	Lisina
Glutámico	Metionina
Prolina	Fenilalanina
Cisteína	Treonina
Tirosina	Triptófano
Glutamina	Valina

Fuente: Carbonero (1976)

Elaborado por: La Autora

2.2.1.1 Correcta digestión.

Para que los aminoácidos sean aprovechados, es fundamental que estos puedan ingresar al torrente sanguíneo tras una adecuada digestión de las mismas; ésta es realizada por las enzimas proteolíticas del tracto intestinal (Pincirolí, 2010). El proceso comienza con la pepsina, enzima presente en el jugo gástrico, y continúa con las proteasas segregadas por el páncreas (tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidasas A y B y elastasa) y por las células de la mucosa intestinal (aminopeptidasas y dipeptidasas), los aminoácidos absorbidos pasan a la arteria hepática donde son transportados al hígado para ser absorbidos (Pincirolí, 2010).

2.3 Compuestos bioactivos

Son sustancias químicas de origen vegetal, no considerados como nutrientes, que están presentes en muchas frutas, verduras, leguminosas y cereales (Biesalski et al., 2009). Estos influyen en la actividad celular y en mecanismos fisiológicos; además, han demostrado tener efectos positivos

en nuestro organismo ante la aparición de distintas enfermedades ocasionadas por el estrés oxidativo, cuando son consumidos de manera regular, debido a su capacidad para atrapar radicales libres (Walia, Gupta y Sharma, 2019).

2.4 Pastas

Según la norma NTE INEN 1375 (2014), las pastas alimenticias o fideos, son productos no fermentados, los cuales se obtienen por medio de la mezcla de agua potable con harina de trigo o sémola de trigo duro o la mezcla de ambas y son sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a un posterior proceso de secado.

2.4.1 Clasificación.

Como menciona la norma NTE INEN 1375 (2014), la clasificación de la pasta está conformada por:

Forma

- Pastas alimenticias o fideos largos: spaghetti, tallarines fettuccini, cabello de ángel y otros.
- Pastas alimenticias o fideos cortos: lazos, codito, caracoles, conchitas, tornillo, macarrón, letras, números, animalitos, penne rigate, fusilli y otros.
- Pastas alimenticias o fideos enroscados: son las pastas alimenticias o fideos largos que se presentan en forma de madejas, nidos, espiral y otros.
- Pastas rellenas: ravioli, cappelletti, tortellini y otros.
- Pastas en láminas: lasañas, canelones y otros.

Composición

- Pastas alimenticias o fideos de sémola de trigo duro.

- Pastas alimenticias o fideos de harina de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos de la mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos de sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos compuestos.
- Pastas alimenticias o fideos rellenos.

2.4.1.1 Evaluación física y química.

La Norma NTE INEN 1375 (2014) menciona cuales son los requisitos que deben cumplir las pastas de origen vegetal, dichos parámetros se ven reflejados en la Tabla 2.

Tabla 2. Requisitos físicos y químicos para pastas de vegetales

Requisito	Mínimo	Máximo
Humedad, %	-	14.0
Proteína, %	10.0	-

Fuente: NTE INEN 1375 (2014)

Elaborado por: La Autora

Onwurafor, Uzodinma, Obeta y Akubueze (2020), en su estudio realizaron una mezcla de harinas de trigo, maíz y fréjol mungo (70, 20, 10 %), presentaron un valor de 9.09 % de humedad y 13.46 % de proteína, asimismo Yaver y Bilgiçli (2020) obtuvieron una humedad de 7.83 % y 15.56% de proteína, sus fideos eran elaborados a base de harina de trigo con 20 % de fréjol mungo y huevo.

Azkie, Wahjuningsih y Wibowo (2021), elaboraron unos fideos a base de almidón de sagú y harinas de fréjol mungo y sagú con 50, 30 y 20% respectivamente, presentaron un valor de 9.64 %. En cuanto a los

elaborados a base de harina de trigo Akubor y Fayashe (2018), indicaron un resultado de 6.70 %, en cambio Mahmoud, Nassef y Basuny (2012), obtuvieron 11.36 %. Asimismo en el estudio de Okpala, Egbadon y Okoye (2016), presentaron un 11.42 % en proteína.

Para la humedad los fideos de trigo del estudio de Okpala et al. (2016), fue de 7.15 %, Filip y Vidrih (2015), obtuvieron 7.16 %, por su parte Akubor y Fayashe (2018) presentaron un porcentaje de 10.86%. Abdel, El sherf, Hammam y Gad El Karim (2011) realizaron la misma mezcla dando como resultado 8.66 %.

2.4.1.2 Características microbiológicas.

En la Tabla 3 se indican los requisitos microbiológicos que las pastas alimenticias deben cumplir según la Norma NTE INEN 1375 (2014).

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias

Requisito	Unidad	Límite de aceptación	Límite de rechazo
Mohos y levaduras	UFC/g	1×10^2	1×10^3
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	1×10^1	1×10^2

Fuente: NTE INEN 1375 (2014)

Elaborado por: La Autora

2.4.1.3 Perfil de aminoácidos

Un estudio realizado por Abdel et al. (2011) determinaron el perfil de aminoácidos de unos fideos realizados con una sustitución parcial de harina de trigo por la de fréjol mungo, los valores para la pasta que contenía 20 % de harina de fréjol mungo fueron: leucina 0.42, isoleucina 0.23, lisina 0.20, metionina + cisteína 0.23, fenilalanina + tirosina 0.52, treonina 0.15, valina 0.36, alanina 0.26, ácido aspártico 0.38, ácido glutámico 1.64, glicina 0.22,

histidina 0.20, serina 0.31, arginina 0.29 los resultados fueron presentados en g aminoácidos/ 100 g de muestra.

2.4.2 Ingredientes básicos de las pastas.

Harina de trigo duro (*Triticum aestivum* L.) es el principal ingrediente que se utiliza para la elaboración de fideos; éstos, además de ser ricos en hidratos de carbono también pose proteínas que contienen determinados aminoácidos esenciales como la leucina, seguido de arginina, fenilalanina y valina con valores intermedios, por lo que su calidad proteica es limitada (Tan, Li y Tan, 2009).

2.4.2.1 Pasta de buena calidad.

Las pastas de buena calidad son aquellas que, al someterse al proceso de cocción son firmes, no se deshacen, dejan el agua limpia e incolora y son capaces de absorber, de manera fácil, los jugos o salsa con los que se les acompaña; durante su ingesta, poseen una consistencia semidura y un sabor característico (Silva, Pizarro, Cortés, Morales y Acevedo, 2012).

2.4.3 Producción.

En Ecuador, el tamaño del mercado de pastas empacadas y a granel está estimado en cerca de 112 millones de dólares en el 2012, teniendo un crecimiento anual promedio de 2.4 % en los últimos años, según los datos del INEC, las pastas son el tercer producto con mayor aceptación en los hogares ecuatorianos después del arroz y la papa, la mayoría de las pastas que se comercializan se realizan localmente, lo que supone un 75 % de total comercializado (Campoverde, 2018).

A nivel nacional, entre los años 2016 y 2019, las exportaciones presentaron una tendencia creciente, experimentándose en el año 2019 un crecimiento del 72 % respecto al año anterior, de igual manera, las importaciones se vieron aumentadas, con un incremento del 9 % del 2018 al

2019; además, en octubre de 2020, las exportaciones fueron 47 % y las importaciones 82 % sobre el total registrado en el año 2019, en general, este sector reporta una balanza comercial deficitaria, representando las exportaciones en 2019 el 47 % del total importado en ese año (Cooperación Financiera Nacional, 2021).

2.4.4 Valor nutricional.

La elaboración de pastas se da a partir de una mezcla entre harina de trigo con agua y sal, hasta formar una masa que será laminada y cortada en diferentes formas (Escalante, 2019).

La composición y el valor nutritivo de estas dependerá de la composición de la harina que se utilice, o su grado de extracción, es así que, a mayor porcentaje de extracción, mayor será el contenido en fibra, vitaminas y minerales; si las pastas son rellenas o enriquecidas, el valor nutritivo se incrementa en función del alimento o nutriente que se adicione (huevos, leche, vitaminas, entre otras) (Zudaire, 2003).

A continuación, en la Tabla 4 se detalla el valor nutricional de las pastas blancas, elaboradas a base de trigo.

Tabla 4. Valor nutricional de pasta blanca

Parámetro	Unidad	Valor
Energía	kcal	360
Carbohidratos	g	74
Proteínas	g	12
Grasas	g	1.8
Fibras	g	2.9
Potasio	g	250

Fuente: Licata (2017)

Elaborado por: La Autora

2.5 Harina de trigo

2.5.1 Producción.

La producción nacional de trigo es escasa frente a la demanda del país; se estima que la demanda de las molineras supera las 600 000 toneladas y la producción nacional no supera las 7 000 toneladas (El Universo, 2021).

Realmente, solo un 2 % de la demanda nacional se cubre con la producción de trigo del país, por lo que es indispensable la importación, siendo la empresa Moderna los líderes en su uso, utilizando del 60 al 70 % de la cosecha del país, por consiguiente, se debe considerar la implementación de otras materias primas tales como leguminosas y otros cereales para lograr suplir esa carencia de harina de trigo y así lograr abastecer al mercado interno (Bernal, 2020).

2.5.2 Generalidades.

La harina de trigo es uno de los alimentos más antiguos que el ser humano ha consumido y está presente en muchos ámbitos de la vida, este producto se ha desarrollado a partir de la molienda del grano de trigo, cereal que el hombre empezó a cultivar hace 10 000 años en el Oriente Medio. La harina forma parte de la base de la alimentación de muchos países y a partir de ella se elaboran productos como pan, pastas, tortas, entre otros (Sifre et al., 2019).

De hecho, debido a sus características fisicoquímicas y a la composición química de la misma, la harina de trigo es la única que tiene la capacidad de formar una masa resistente, viscoelástica y cohesiva dispuesta para retener gas y realizar productos horneados ligeros y aireados, en comparación con las demás harinas de cereales (Houseney, 1994).

La Tabla 5 presenta los porcentajes de los principales componentes que posee la harina de trigo.

Tabla 5. Componentes de la harina de trigo

Componente	Unidad	Valor
Almidón	%	70 – 75
Agua	%	14
Proteínas	%	10 - 12
Polisacáridos	%	2 – 3
Lípidos	%	2

Fuente: De la Vega (2009)

Elaborado por: La Autora

2.5.2.1 Características físicas y químicas.

Según detalla la NTE INEN 616 (2015) los requisitos físicos y químicos que deben poseer las harinas de trigo se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo

Parámetro	Unidad	Valor
Humedad	%	14.5
Proteína	%	10.5
Grasa	%	2

Fuente: NTE INEN 616 (2015)

Elaborado por: La Autora

2.5.3 Proteína.

La mayor parte del trigo consumido por los seres humanos se procesa a partir de harina blanca, la cual se produce mediante la molienda a fin de eliminar el germen y el salvado. Por tanto, solo presenta las células del endospermo amiláceo y contiene altas proporciones de almidón y gluten, las principales proteínas presentes en la harina de trigo son las albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas y estas presentan diferentes

grados de solubilidad en función al solvente usado (Shewry y Halford, 2002).

La albumina y la globulina se encuentran en la harina solo en cantidades pequeñas (1 al 6 %) y provienen principalmente del germen y de las capas periféricas del grano de trigo; éstas se disuelven en el agua durante el amasado y la función principal de las mismas es ser sustento alimenticio para las levaduras (Conty, 2005).

Las proteínas del gluten (gliadinas y gluteninas) juegan un papel importante en la determinación de la calidad de horneado de la harina de trigo; así, mientras que las gluteninas contribuyen a la fuerza y elasticidad de la masa (tenacidad y elasticidad), las gliadinas intervienen en la viscosidad y extensibilidad de la masa, además de actuar como un adhesivo, ya que ayudan a mantener unidas las partículas de glutenina (Wieser, 2007).

Estas proteínas, cuando se ponen en contacto con el agua, se pegan y con el amasado, logran formar el gluten permitiendo así darle estructura a los productos; el gluten es una proteína que se forma en la masa gracias a la presencia de agua y al proceso de amasado (Universidad Nacional de La Plata, 2019).

A nivel nutricional, estas harinas son de baja calidad proteica debido a que son deficitarias en algunos aminoácido esencial como la lisina, hecho que podría mejorarse al mezclar dicha harina con unas procedentes de otras leguminosas que sean ricas en dichos aminoácidos escasos (Férrandez, 2020).

2.5.4 Aminoácidos.

La harina de trigo posee diferentes aminoácidos, los cuales se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Aminoácidos presentes en la harina de trigo

Aminoácidos	Unidad	Valor
Histidina	mg	0.18
Isoleucina	mg	0.37
Leucina	mg	0.70
Lisina	mg	0.19
Cisteína	mg	0.21
Fenilalanina	mg	0.47
Metionina	mg	0.15
Treonina	mg	0.28
Valina	mg	0.42
Triptófano	mg	0.10

Fuente: Renzo, Reale, Boscaino y Messia (2018)

Elaborado por: La Autora

2.5.5 Compuestos bioactivos.

El trigo contiene una amplia gama de compuestos bioactivos que pueden contribuir a su capacidad antioxidante, entre estos compuestos bioactivos se incluyen los carotenoides, tocoferoles, tocotrienoles, ácidos fenólicos, el ácido fítico, fitoesteroles y flavonoides (Abdel-Aal y Rabalski, 2008).

En la Tabla 8, se detallan los compuestos bioactivos del trigo junto con su función y papel nutraceútico.

Tabla 8. Efecto funcional y nutraceútico de los compuestos bioactivos del trigo

Compuesto bioactivo	Función y papel nutraceútico
Policosanol	Hipercolesterolemia, inhibidores de agregación plaquetaria y trombosis
Fitoesteroles	Enfermedad coronaria, fitosterolemia, aterosclerosis
Triterpenoides	Hiperplasia prostática benigna
Ácidos fenólicos	Reducir el proceso de oxidación

Fuente: Pasha, Saeed, Waqas, Anjum y Arshad (2013)

Elaborado por: La Autora

2.5.6 Valor nutricional de la harina de trigo marca comercial 1.

Para esta investigación se utilizó la harina de trigo sin polvo para hornear de la marca comercial 1, la cual fue obtenida en un supermercado de la ciudad de Guayaquil. En la Tabla 9 se detalla la información nutricional que viene impresa en la funda del producto.

Tabla 9. Información nutricional de la harina marca comercial 1.

Parámetro	Unidad	Valor
Tamaño por porción	g	30
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	kJ	461
Energía de grasa (Calorías de la grasa)	kJ	0
valor diario		
Grasa total	g	0.5
Ácidos grasos saturados	g	0
Ácidos grasos trans	g	0
Colesterol	mg	0
Sodio	mg	110
Carbohidratos totales	g	22
Proteína	g	4

Fuente: Moderna Alimentos (2016)

Elaborado por: La Autora

2.6 Harina de arroz

2.6.1 Producción.

A nivel nacional, las provincias que lideran, tanto la producción como la comercialización de arroz, son Guayas y Los Ríos con 1 971 206 hectáreas de siembra y 768 312 toneladas métricas, entre los años 2014 y 2019 (Sánchez et al., 2020).

Este insumo pertenece a los 359 productos más frecuentemente encontrados dentro de la canasta familiar básica del país; a nivel nacional, concretamente en octubre del año 2020 la harina de arroz tuvo un índice de costos para el consumidor de 96.71, presentando una variación mensual con relación a septiembre de mismo año de -0.13 % y en Ambato, el índice

en el mismo mes fue de 105.68 con variación de -1.28 % frente al mes anterior (Sánchez et al., 2020).

2.6.2 Generalidades.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una materia prima local y sostenible que podría ser usada como harina para fortificar la calidad proteica de las harinas de trigo; este cereal es uno de los primeros granos que se comenzó a cultivar en el país y se ha convertido en uno de los alimentos más relevantes de la dieta diaria (Rosell, Brites, Pérez y Gularte, 2007).

2.6.3 Proteína.

El contenido de proteínas del arroz es de aproximadamente el 7 %, siendo este relativamente bajo en comparación con el de otros granos de cereales, tiene una influencia significativa en las propiedades estructurales, funcionales y nutricionales que presenta dicha materia prima a nivel culinario (Shih, 2004).

En los últimos años, se ha reconocido que la proteína de arroz es excepcionalmente nutritiva e hipoalergénica, lo que hace que el arroz sea cada vez más popular para su uso en alimentos de todo el mundo (Shih, 2004).

2.6.4 Aminoácidos.

Al igual que los demás cereales, las proteínas de arroz son deficientes en el aminoácido esencial lisina, a pesar de poseer una mayor cantidad de lisina si lo comparamos con el resto de los cereales presentes en el mercado, en cuanto al contenido de aminoácidos presentes en sus diferentes fracciones proteicas, las albúminas poseen un elevado contenido de lisina, seguido de las glutelinas, globulinas y prolaminas, las globulinas las cuales son ricas en los aminoácidos sulfurados como cisteína y metionina (Rosell et al., 2007).

Los aminoácidos esenciales que más abundan en las proteínas de arroz son: ácido glutámico, ácido aspártico, leucina y arginina, alanina, valina, fenilalanina y serina (Rosell et al., 2007).

En la Tabla 10 se menciona la composición de aminoácidos que posee el arroz blanco.

Tabla 10. Aminoácidos presentes en el arroz

Aminoácido	Unidad	Valor
Triptófano	mg	83
Treonina	mg	255
Isoleucina	mg	308
Leucina	mg	589
Lisina	mg	258
Metionina	mg	168
Cisteína	mg	146
Fenilalanina	mg	381
Tirosina	mg	238
Valina	mg	435
Arginina	mg	594
Histidina	mg	168
Alanina	mg	413
Acido aspártico	mg	670
Acido glutámico	mg	1389
Glicina	mg	325
Prolina	mg	335
Serina	mg	375

Fuente: Rosell et al. (2007)

Elaborado por: La Autora

2.6.5 Compuestos bioactivos.

Muchos estudios han puesto de manifiesto que el potencial bioactivo del arroz varía ampliamente en función de la variedad, grado de pulido y procesamiento al que es sometido el mismo, los compuestos bioactivos presentes en esta materia prima le han sido relacionados con la prevención de enfermedades debido a efecto antiinflamatorio y antitumoral (Mahanta y Saikia, 2016).

El ácido ferúlico es el principal ácido fenólico presente en el arroz, sus ésteres se forman predominantemente de gama orizanol y permanecen en el torrente sanguíneo humano durante más tiempo que otros fenólicos, lo que ofrece una mayor eficiencia en la eliminación de radicales libres, los pigmentos de antocianinas de salvado de arroz contribuyen a las propiedades fenólicas y antioxidantes totales del arroz en una medida notable; los tocoles también son potentes antioxidantes (Mahanta y Saikia, 2016).

2.6.6 Valor nutricional de la harina de arroz marca comercial 2.

Para esta investigación se utilizó la harina de arroz de la marca comercial 2, la cual fue adquirida en un supermercado de la ciudad de Guayaquil. En la Tabla 11, se detalla la información nutricional que se encuentra impresa en el empaque de dicho producto.

Tabla 11. Información nutricional de la harina de arroz de marca comercial 2.

Parámetro	Unidad	Valor
Tamaño de porción	g	50
Porciones por envase		10
Cantidad por porción		
Energía (calorías)	kJ	788
Energía de grasa (Calorías de grasa)	kJ	37
Valor Diario		
Grasa total	g	0.3
Colesterol	mg	0
Carbohidratos	g	40.8
Fibra dietética	g	0
Proteína	g	3.63
Potasio	mg	56
Energía	kJ	10 625
Calorías	kJ	2 500
Grasa total	g	80
Carbohidratos	g	375
Fibra dietética	g	30
Proteína	kJ	17
Grasa	kJ	37
Carbohidratos	kJ	17

Fuente: La Pastora (2016)

Elaborado por: La Autora

2.7 Fréjol mungo (*Vigna radiata*)

2.7.1 Producción.

El fréjol mungo (*Vigna radiata*) es una de las leguminosa más cultivadas y consumidas en los países Asiáticos, donde se encuentra el 90 % de la producción mundial, concretamente, en India se encuentra más del 50 % de

la producción de esta variedad de fréjol, el cual es mayormente consumido de forma interna; China produce una gran porción del fréjol mungo, siendo esta del 19 % de su producción de leguminosas total (Heuzé, Bastianelli y Lebas, 2015).

2.7.2 Generalidades.

El fréjol mungo es una excelente fuente de proteínas, fibra dietética, minerales, vitaminas y posee cantidades significativas de compuestos bioactivos, los cuales le otorgan un efecto protector ante el desarrollo de ciertas patologías; de hecho, diferentes investigaciones coinciden en que se trata de un alimento funcional ya que contribuye a mejorar situaciones clínicas de hiperglucemia, hiperlipemia e hipertensión, además de contribuir en la prevención de ciertos tipos de cáncer y de presentar actividades hepatoprotectoras e inmunomoduladores (Hou et al., 2019).

Además de producirse en varias partes del mundo esta leguminosa tiene una alta relevancia debido a que posee un papel importante en la nutrición de los países que se encuentran en vías de desarrollo, ya que se puede emplear en la alimentación y en la industria; los granos que posee se consumen verdes y secos, pudiendo ser usados también para obtener harinas y alimentos balanceados para los animales, incluso se lo puede emplear como abono verde y como un cultivo de cobertura y rotación (Vizgarra, Mamani, Espeche, Méndez y Ploper, 2014).

2.7.2.1 Características físicas y químicas.

Existen estudios en los que han implementado la harina de fréjol mungo para realizar diversos productos, para esto le realizaron diversos análisis tales como; humedad 10.21 %, proteína 24.25 %, grasa 0.9 %, fibra 3.68 %, pH 6.2 (Astiasarán y Martínez, 2000; Brishti et al., 2017; Dzudie y Hardy, 1996; Romero, 2012; Sumardiono et al., 2021).

De la misma forma (Ávila y Litardo, 2018; Offia, Blessing, y Madubuike, 2015) obtuvieron harina de fréjol mungo, cuyo resultados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Características físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Estudio 1	Estudio 2
Proteína	%	27.32	20.73
Grasa	%	1.83	1.59
Humedad	%	10.21	8.27
Fibra	%	4.50	4.95

Fuente: Offia, Blessing y Madubuike (2015); Ávila y Litardo (2018)

Elaborado por: La Autora.

En cuanto al rendimiento del grano para la obtención de la harina los resultados que presentaron Thompson, Hung, Wang, Rasper y Gade (1976) indicaron valores de 72 % y 75.7 % debido a que utilizaron dos molinos distintos como son el Allis Chalmers Mill y Bühler experimental Miller.

2.7.3 Proteína.

Las semillas de fréjol mungo son ricas en proteínas de almacenamiento tales como albúminas, globulinas y glutelinas, las cuales representan alrededor del 85 % de la proteína total (Chen et al., 2014).

Debido a su alto valor nutritivo, el fréjol mungo ha servido como una importante fuente de alimento para humanos y animales; las semillas contienen alrededor de 20.97 % a 31.32 % de proteína, en comparación con 18 a 22 % y 20 a 30 % para el contenido de proteína en soja y fréjol, respectivamente; además, el contenido de proteínas de esta leguminosa es aproximadamente dos veces mayor que el del cereal de maíz, con un

contenido de proteínas de almacenamiento más bajo (7 a 10 %) (Yi-Shen, Shuai y Fitzgerald, 2018).

2.7.4 Aminoácidos.

La Tabla 13, indica la cantidad de aminoácidos que se encuentran presentes en la harina de fréjol mungo crudo.

Tabla 13. Aminoácidos presentes en la harina fréjol mungo

Aminoácidos	Unidad	Valor
Lisina	g	1.664
Histidina	g	0.695
Arginina	g	1.672
Treonina	g	0.782
Leucina	g	1.847
Cisteína	g	0.210
Isoleucina	g	1.008
Fenilalanina	g	1.443
Valina	g	1.237
Alanina	g	1.050
Tirosina	g	0.714

Fuente: Ganesan y Xu (2018)

Elaborado por: La Autora

2.7.5 Compuestos bioactivos.

El fréjol mungo ha desempeñado una función importante en la nutrición humana, especialmente como fuente rica en proteínas y micronutrientes; además de estos nutrientes, esta leguminosa posee

ciertos componentes bioactivos, que contienen enormes cantidades de polifenoles y otros metabolitos, los cuales le confieren gran potencial antioxidante y cumplen un papel importante en el efecto promotor de la salud, ya que ayudan a proteger contra diversas enfermedades degenerativas (Ganesan y Xu, 2018).

Las diversas propiedades de esta leguminosa se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Actividades y compuestos biológicos del fréjol mungo

Actividad biológica	Compuestos biológicos
Efecto antioxidante	Proteínas, polipéptidos, polisacáridos, polifenoles
Actividad antimicrobiana	Enzimas, péptidos, polifenoles
Actividad antiinflamatoria	Polifenoles
Efectos antidiabéticos	Polifenoles
Acomodación del metabolismo lipídico	Fitoesterol
Efecto antihipertensivo	Proteínas, aminoácidos
Efectos antitumorales	Polifenoles, fragmentos inhibidores de tripsina del fréjol mungo
Efecto antiseptia	Polifenoles, extractos acuosos de la capa del fréjol mungo

Fuente: Tang, Dong, Ren, Li y He (2014)

Autor: La Autora

Según el estudio realizado por Lee et al. (2011), el fréjol mungo es una rica fuente de polifenoles; dentro de los compuestos fenólicos presentes en el fréjol mungo se encuentran los ácidos fenólicos (1.81-5.97 mg equivalente/g), flavonoides (1.49-1.78 mg equivalente de catequina/g), y taninos (1.00-5.75 mg/g), los cuales le otorgan a dicha leguminosa propiedades beneficiosas ante la prevención de ciertos tipos

de enfermedades, concretamente, los flavonoides son los metabolitos secundarios más frecuentes en el fréjol mungo, siendo las subclases mayoritarias las flavonas, flavonoles, isoflavonoides, flavonoles, y antocianinas.

2.7.6 Valor nutricional.

Según Dahiya et al. (2015), el fréjol mungo es rico en proteínas (14.6 - 33.0 g / 100 g), hierro (5.9 - 7.6 mg / 100 g), vitamina B1, vitamina A y vitamina C.

En la Tabla 15 se presenta la información nutricional del fréjol mungo crudo.

Tabla 15. Información nutricional de 100 g del fréjol mungo crudo

Parámetro	Unidad	Valor
Energía	kJ	1452
	kcal	347
Proteína	g	23.86
Carbohidratos	g	62.62
Fibra	g	16.3
Azúcar	g	6.6
Grasa	g	1.15
Grasa Saturada	g	0.348
Grasa Poliinsaturada	g	0.384
Grasa Monoinsaturada	g	0.161
Colesterol	mg	0
Sodio	mg	15
Potasio	mg	1246

Fuente: Fatsecret (2021)

Elaborado por: La Autora

2.8 Combinación de cereales con leguminosas

Los granos de cereales aportan porciones idóneas de carbohidratos, proteínas y micronutrientes a la dieta de los humanos y las leguminosas son una grandiosa fuente de proteínas de buena calidad, fibra dietética, minerales y vitaminas (Kumari y Sangeetha, 2017).

Los cereales y las leguminosas tienen una composición nutricional individual, brindan beneficios para la salud, también poseen otras propiedades funcionales; los cereales son una fuente pobre del aminoácido esencial como la lisina, que es abundante en las leguminosas; por otra parte, la metionina se complementa con la proteína del cereal que es menor en leguminosas, por lo consiguiente, la calidad general de las proteínas, el valor nutricional y la salud incrementa aún más cuando los cereales y las leguminosas se combinan como una mezcla compuesta (Milkesa, 2020).

Las leguminosas son una fuente importante de proteínas alimentarias, poseen elevadas cantidades de lisina, leucina, ácido aspártico, ácido glutámico y arginina, ayudan a proporcionar aminoácidos esenciales bien equilibrados una vez que se consumen con cereales y otros alimentos ricos en los mismos que contienen azufre y triptófano; además de sus características nutricionales, las proteínas también tienen propiedades funcionales que desempeñan un papel importante en la formulación y procesamiento de alimentos (Shahidi y Zhong, 2008).

2.8.1 Fréjol mungo, arroz y trigo.

La calidad de una proteína va sujeta de la concentración de aminoácidos esenciales y la digestibilidad de la proteína; si al evaluar ambos factores están en menos del 100 % significará que se debe corregir el aporte de proteína, por medio del aumento de su cantidad para compensar la menor utilización biológica (Ayala, 2004).

La ingesta correcta de proteínas resulta determinante para el óptimo funcionamiento del organismo, según su fuente, las proteínas pueden ser de origen animal o vegetal; las primeras son una excelente fuente de zinc, vitaminas del complejo B y aminoácidos esenciales, se pueden digerir con mayor facilidad y aportan todos los aminoácidos esenciales; no obstante, un elevado consumo de proteínas de origen animal se asocia a un mayor riesgo de mortalidad y desarrollo de complicaciones para la salud cardiovascular (Quesada y Gómez, 2019).

A pesar de que las proteínas de origen vegetal suelen percibirse como una fuente de proteína incompleta al poseer una escasa o nula cantidad de alguno de los aminoácidos limitante, es posible obtener proteínas de alta calidad por medio de la combinación de distintas fuentes vegetales (Quesada y Gómez, 2019).

Los granos de fréjol mungo son adecuados en la mayoría de los aminoácidos esenciales, con excepción de los que contienen azufre como la metionina, que pueden compensarse consumiendo fréjol mungo en combinación con cereales los cuales son ricos en aminoácidos que contienen azufre y la deficiencia de lisina que poseen los cereales se compensa con la presencia del fréjol mungo (Mubarak, 2005).

Sin embargo, la cantidad de metionina y la cisteína en el fréjol mungo es la más alta que en cualquier otra leguminosa alimenticia. El valor biológico mejora cuando el trigo o el arroz se combinan con el fréjol debido a la relación complementaria de los aminoácidos esenciales (Kumar, 2013).

En la Tabla 16, se puede observar una comparación de los aminoácidos esenciales entre carne bovina y las harinas de fréjol mungo, arroz y trigo.

Tabla 16. Cuadro comparativo de aminoácidos esenciales entre las harinas de fréjol mungo, trigo, arroz y carne bovina

Aminoácidos	Unidad	Carne vacuna	Harina de fréjol mungo	Harina de arroz	Harina de trigo
Lisina	g/100g	1.53	1.66	0.207	0.191
Isoleucina	g/100g	0.92	1.008	0.244	0.372
Leucina	g/100g	1.43	1.847	0.488	0.702
Cistina	g/100g	0.17	0.210	0.107	0.208
Fenilalanina	g/100g	0.72	1.443	0.317	0.467
Metionina	g/100g	0.43	0.286	0.144	0.147
Treonina	g/100g	0.77	0.782	0.210	0.277
Triptófano	g/100g	0.20	0.260	0.72	0.104
Valina	g/100g	0.97	1.237	0.348	0.416

Fuentes: Astiasarán y Martínez (2000); Ganesan y Xu (2018); Rosell et al. (2007); Renzo et al. (2018)

Elaborado por: La Autora

2.9 Determinación de costo/beneficio

El análisis costo/beneficio es una metodología que se utiliza para evaluar de manera intensiva los costes y beneficios de un proyecto, a fin de establecer si el proyecto es posible realizar; para esto, los costos y beneficios tienen que ser cuantificados, y expresados en unidades monetarias, a fin de poder calcular las ventajas netas del proyecto (Ortega, 2012).

Para realizar la determinación de los costos de producción del fideo se debe considerar los costos de la materia prima, insumos y materiales.

- **Costos totales**

$$CT = CD + CI$$

Dónde:

CT = Costos totales

CD = Costos directos

CI = Costos indirectos

- **Costo unitario**

$$\text{Costos Unitarios} = \frac{\text{Costos totales}}{\text{Unidades totales}}$$

- **Precio de venta**

$$PVP = \text{Costo total} + \% \text{ utilidad deseado}$$

- **Costo/beneficio**

$$\frac{PVP}{CU} = B/C$$

Dónde:

PVP= Precio de venta al público

CU= Costo unitario

B/C= beneficio/costo

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo de Titulación se llevó a cabo en la Planta de Procesamiento de Industrias Vegetales de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la cual se encuentra ubicada en la Avenida Carlos Julio Arosemena km 1 ½ en la provincia del Guayas del cantón Guayaquil.

Gráfico 1. Ubicación del ensayo



Fuente: Google Earth (2021)

3.1.1 Características climáticas.

De acuerdo con Climate-data.org (2020) el cual indica que la ciudad de Guayaquil posee un clima tropical, la mayoría de los meses del año están marcados por lluvias significativas; además, dicha ciudad presenta una temperatura media anual de 24.1 °C.

3.2 Tipo de investigación

La presente investigación fue de nivel experimental para establecer los porcentajes de sustitución de la harina de trigo por las harinas no convencionales de fréjol mungo y arroz.

Al mismo tiempo es una investigación descriptiva puesto que se describió el procedimiento para la obtención de la harina de fréjol mungo y los fideos.

Por medio del Software *Design Expert 11* se realizó la evaluación estadística, además se logró determinar cuál de las formulaciones era la mejor, para realizarle los debidos análisis físicos, químicos y microbiológicos.

3.3 Materiales y equipos

Los materiales, equipos, insumos y materia prima que se utilizaron para la elaboración de este producto se describen a continuación:

3.3.1 Materiales.

- Tamizador de 250 μm
- Rodillo
- Olla de acero inoxidable
- Cuchara
- Recipientes de vidrio
- Máquina de corte y laminado de pastas

3.3.2 Equipos.

- Balanza
- Estufa
- Horno
- Licuadora
- Cronometro

3.3.3 Insumos.

- Agua

3.3.4 Materia prima.

- Fréjol mungo
- Harina de arroz, marca comercial 2
- Harina de trigo sin polvo para hornear, marca comercial 1

3.4 Diseño experimental

Para el desarrollo de fideos, tipo espaguetis, elaborados mediante la sustitución parcial de harina de trigo por la de fréjol mungo y arroz, se diseñaron seis formulaciones más la fórmula testigo. Estas tuvieron como variables los porcentajes de harinas de arroz, fréjol mungo y trigo.

3.4.1 Fórmula testigo para la elaboración de fideos.

La fórmula testigo para la presente investigación se desarrolló en base al estudio realizado por Dambrosio (2018), el cual elaboró una pasta alimenticia a partir de harina de trigo y agua, tal y como se puede observar en la Tabla 17.

Tabla 17. Fórmula testigo

Ingredientes	Cantidad en %
Harina de trigo	67.96
Agua	32.04

Fuente: Dambrosio (2018)

Elaborado por: La Autora

3.4.2 Restricciones.

Para las restricciones del producto se tomó en cuenta la formulación del fideo de referencia, la cual indica que el porcentaje de harina de trigo

es de 67.96 %. En la Tabla 18 se presentan los valores mínimos y máximos de cada materia prima que se utilizaron para realizar los fideos.

Tabla 18. Restricciones para la elaboración de fideos

Factor de restricción	Límite mínimo	Límite máximo
	%	%
A: Harina de fréjol mungo	5	30
B: Harina de arroz	5	30
C: Harina de trigo	7.96	67.96

Elaborado por: La Autora

3.5 Unidad de análisis

3.5.1 Población.

Las materias primas seleccionadas para el desarrollo de fideos sujetos a estudio fueron: dos harinas comerciales, una de trigo y otra de arroz, nombradas en el presente trabajo como marca comercial 1 y 2, respectivamente y semillas de frejol de mungo, obtenidas en el mercado de la ciudad de Guayaquil y usadas para la producción de harina.

3.5.2 Muestreo.

Para el presente estudio, el muestreo se realizó de manera aleatoria, tomando muestras de los distintos lotes de harina comprados y producidos.

3.6 Combinaciones de fideos

Las distintas formulaciones empleadas para la obtención de fideos, tipo espagueti, con sustitución parcial de la harina de trigo por las de fréjol mungo y arroz se muestran en la Tabla 19.

Dichas formulaciones fueron elaboradas en base a un estudio llevado a cabo por Quispe (2019), con ligeras modificaciones.

Concretamente, los porcentajes de sustitución de harina con los que se trabajó, realizándose cada uno de estas por triplicado.

Tabla 19. Formulaciones de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Harina de fréjol mungo (%)	Harina de arroz (%)	Harina de trigo (%)	Agua (%)	Total (%)
1	0	0	67.96	32.04	100
2	5	5	57.96	32.04	100
3	10	10	47.96	32.04	100
4	15	15	37.96	32.04	100
5	20	20	27.96	32.04	100
6	25	25	17.96	32.04	100
7	30	30	7.96	32.04	100

Elaborado por: La Autora

Cabe remarcar que, en la formulación siete se obtuvo una masa compacta que imposibilitó el desarrollo de los fideos, por lo que dicha formulación fue descartada del estudio.

3.7 Análisis de Varianza

Las distintas pastas obtenidas con las diferentes formulaciones fueron analizadas sensorial y estadísticamente por medio del Software *Design Expert 11*. A través de este programa se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Los gados de libertad usados se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Análisis de varianza

F. de V	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	6
Repeticiones (r-1)	2
Error (r-1) (t-1)	12
TOTAL (rt-1)	20

Elaborado por: La Autora

3.8 Variables de estudio

3.8.1 Variables cuantitativas para la harina de fréjol mungo

- Humedad
- pH
- Rendimiento
- Proteína
- Fibra
- Grasa

3.8.2 Variables cualitativas para la harina de fréjol mungo

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura

3.8.3 Variables cuantitativas para los fideos

- Humedad
- Proteína
- Aminoácidos
- Mohos y levaduras, UFC/g
- Recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva/g

3.8.4 Variables cualitativas para los fideos

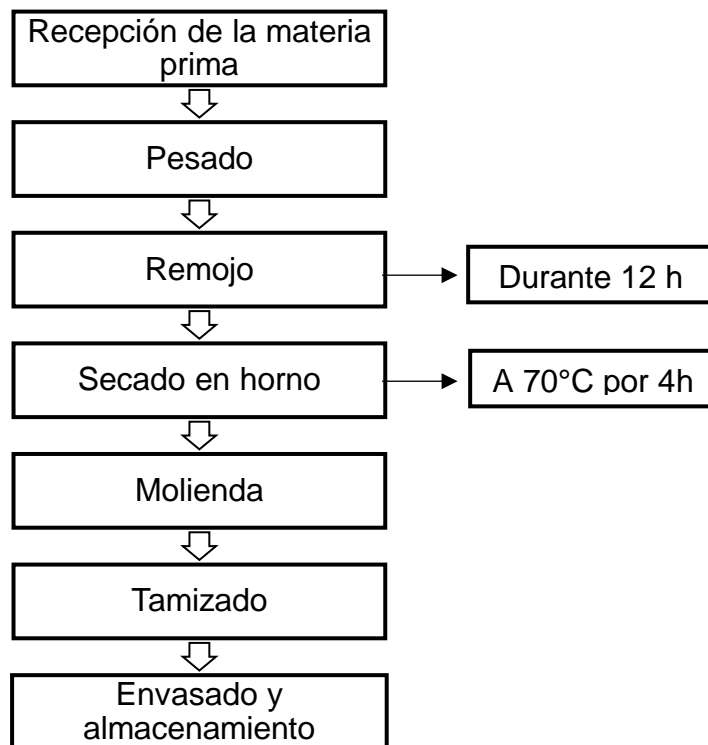
- Olor
- Color
- Consistencia
- Aceptabilidad
- Sabor

3.9 Elaboración de fideos

3.9.1 Proceso para la obtención de harina de fréjol mungo.

La harina de fréjol mungo se elaboró en base al estudio realizado por Offia et al. (2015), cuyo diagrama de flujo se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la harina de fréjol mungo



Fuente: Offia et al. (2015)

Elaborado por: La Autora

De manera más detallada los pasos a seguir para la obtención de la harina fueron los siguientes:

3.9.1.1 Recepción de materia prima.

Una vez obtenida la materia prima se verificó que se encuentre limpia y que no contenga ningún material extraño como piedras, ramas, entre otros para su uso.

3.9.1.2 Pesado.

Se pesó la materia prima para saber cuánto producto se podía procesar.

3.9.1.3 Remojo.

Se procedió a lavar con abundante agua la materia prima y se dejó en remojo durante 12 h.

3.9.1.4 Secado en horno.

Durante 4 h a 70 °C se secó la materia prima en horno.

3.9.1.5 Molienda.

Con ayuda de la licuadora se procedió a realizar la molienda del fréjol en seco.

3.9.1.6 Tamizado.

Por medio de un tamiz de 250 micras se tamizó la harina obtenida con el fin de homogenizar la materia prima a usar.

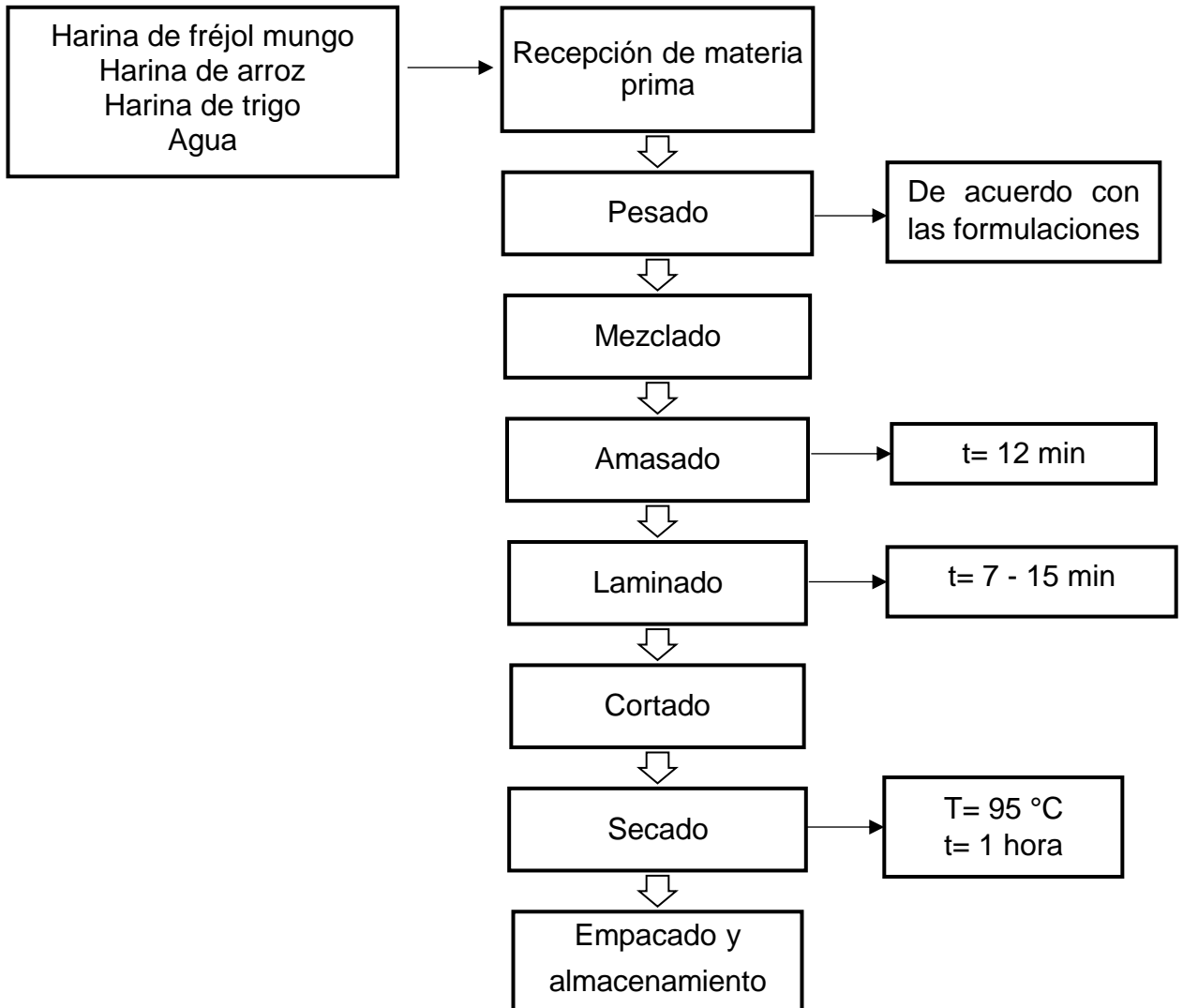
3.9.1.7 Envasado y almacenamiento.

Una vez producida la harina se procedió a almacenar la misma en fundas de plástico a vacío y se conservaron en congelación hasta su posterior análisis.

3.9.2 Proceso para la obtención de fideos.

En el Gráfico 3 se observa el diagrama de flujo que se siguió para la elaboración de los fideos.

Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de fideos.



Fuente: Agua (2020)

Elaborado por: La Autora

Según Agua (2020), la descripción de la elaboración de fideos es:

3.9.2.1 Recepción de la materia prima.

En esta etapa se realizó un examen visual de las materias primas, para comprobar que no presentaran alteraciones físicas o microbiológicas.

3.9.2.2 Pesado.

En este paso se procedió a pesar las harinas de acuerdo con los porcentajes establecidos para cada formulación.

3.9.2.3 Mezclado.

Los distintos porcentajes de harinas para cada formulación establecida fueron mezclados en seco hasta su homogenización y posteriormente se les añadió agua hasta formar una pasta.

3.9.2.4 Amasado.

Las pastas obtenidas para cada formulación del estudio fueron amasadas manualmente durante un tiempo aproximado de 10 minutos hasta obtener una masa elástica.

3.9.2.5 Laminado.

Para el laminado de cada pasta se procedió a envolver varias veces las distintas masas con ayuda de un rodillo, durante un tiempo de 7 - 15 minutos.

3.9.2.6 Cortado.

Una vez lista la masa, esta fue cortada y puesta en bandejas metálicas a fin de darles la forma deseada.

3.9.2.7 Secado.

Las pastas elaboradas se secaron en un horno durante 1 hora a 95 °C.

3.9.2.8 **Empacado y almacenamiento.**

Los fideos fueron envasados en fundas de material plástico y almacenado en un lugar seco y libre de humedad.

3.10 **Caracterización física y química de la harina**

Los análisis físicos y químicos de la harina de fréjol mungo fueron realizados en un laboratorio externo. En la Tabla 21 se detallan los parámetros que se evaluaron.

Tabla 21. Normas para la caracterización física y química de la harina de origen vegetal

Parámetros	Norma
Humedad	NTE INEN 518 (1980)
Proteína	NTE INEN 616 (2015)
Fibra	NTE INEN 522 (1980)
Grasa	NTE INEN 523 (1980)
pH	NTE INEN 526 (2013)

Elaborado por: La Autora

3.11 **Características físicas, químicas y microbiológicas del fideo**

La determinación de las características físicas, químicas y microbiológicas se le realizaron a la mejor formulación sugerida por el *Software Design Expert 11*, cuya formulación constaba de la sustitución parcial de harina de trigo por 20 % de harina de fréjol mungo y 20 % de harina de arroz.

3.11.1 **Caracterización física y química de los fideos.**

Los análisis físicos y químicos de la formulación de fideos seleccionada se llevaron a cabo en un laboratorio certificado y estos fueron

desarrollados siguiendo las normas INEN, tal y como se puede observar en la Tabla 22.

Tabla 22. Normas para la caracterización física y química de los fideos

Parámetros	Norma
Humedad	NTE INEN 1462 (2013)
Proteína	NTE INEN 519 (1980)

Elaborado por: La Autora

3.11.2 Caracterización microbiológica.

En la Tabla 23, se presentan los análisis microbiológicos que se realizaron a los fideos obtenidos en base a la formulación seleccionada. Dichos análisis se realizaron en un laboratorio certificado.

Tabla 23. Normas utilizadas para la caracterización microbiológica de los fideos

Parámetros	Norma
Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-10 (2013)
Staphylococcus aureus	NTE INEN 1529-14 (2015)

Elaborado por: La Autora

3.11.3 Caracterización sensorial.

El análisis sensorial se lo realizó mediante un panel de degustación de evaluadores semi entrenados, el cual estuvo conformado por ocho personas los cuales debían evaluar en los fideos atributos olor, color, sabor, consistencia y aceptabilidad. Los baremos de puntuación oscilaban entre 1 y 5, siendo este último el máximo valor de calificación.

En la Tabla 24 se detallan los parámetros evaluados en el estudio.

Tabla 24. Parámetros para el análisis sensorial

Parámetros	Indicadores	Escala
Olor	Muy fuerte	5
	Fuerte	4
	Característico	3
	Suave	2
	Muy suave	1
Color	Muy brillante	5
	Brillante	4
	Ni brillante ni opaco	3
	Opaco	2
	Muy opaco	1
Sabor	Muy agradable	5
	Agradable	4
	Ni agradable ni desagradable	3
	Desagradable	2
	Muy desagradable	1
Consistencia	Muy firme	5
	Firme	4
	Ni firme ni blando	3
	Blando	2
	Muy blando	1
Aceptabilidad	Agrada mucho	5
	Agradable	4
	Ni agrada ni desagrada	3
	Desagrada poco	2
	Desagrada mucho	1

Fuente: Cuzco (2014)

Elaborado por: La Autora

4 RESULTADOS

4.1 Harina de fréjol mungo

4.1.1 Caracterización física y química.

Los análisis químicos de la harina de fréjol mungo se realizaron en un laboratorio externo y los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 25.

Tabla 25. Resultados de los análisis químicos

Análisis	Resultados
Proteína	23.94 %
Grasa	1.71 %
Humedad	9.64 %
Fibra	3.41 %
pH	6

Elaborado por: La Autora

4.1.2 Rendimiento.

El rendimiento de la harina de fréjol mungo se calculó mediante la diferencia del peso de la leguminosa al ser recibido y del mismo tras su procesado, tal y como se puede apreciar en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{282 \text{ g}}{454 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 62.11 \%$$

El rendimiento en la elaboración de harina de fréjol mungo obtenida mediante molienda fue de un 62.11 %.

4.2 Fideos

4.2.1 Evaluación sensorial.

Con la ayuda de ocho panelistas semi entrenados se procedió al análisis cuantitativo descriptivo, donde se analizaron los siguientes atributos sensoriales: color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad. En la Tabla 26 se presentan los promedios de las valoraciones de las cinco formulaciones de fideos llevadas a cabo.

Se evaluaron ocho muestras de cada una de las formulaciones establecidas (F1, F2, F3, F4 y F5), las cuales estaban elaboradas en base a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintos porcentajes de harina de arroz y fréjol mungo (5, 10, 15, 20, 25 %).

Tabla 26. Promedio de valoración de las formulaciones

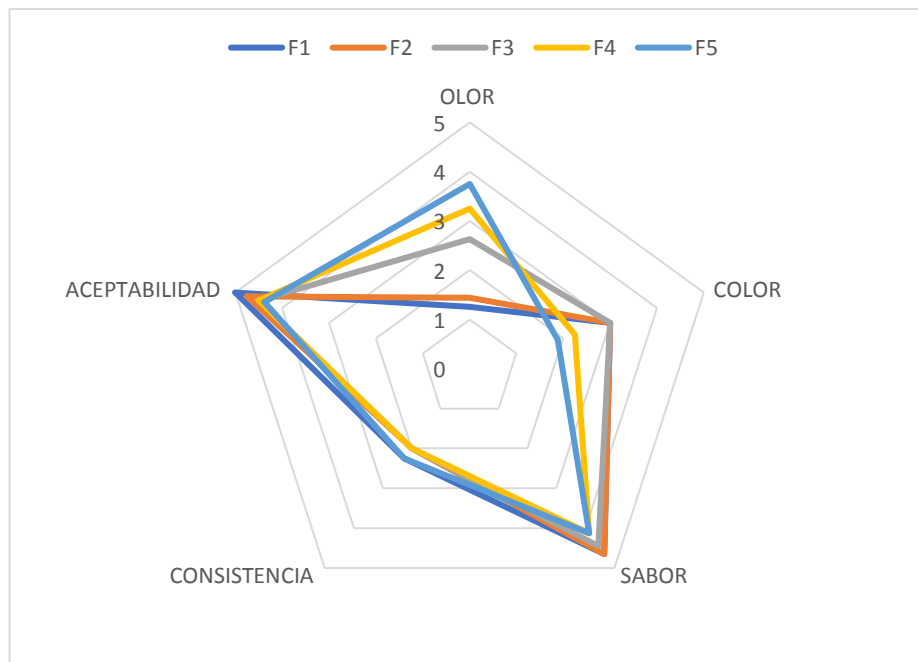
Parámetro	F1	F2	F3	F4	F5
Olor	1.25	1.44	2.63	3.25	3.75
Color	3	3	3	2.25	1.88
Sabor	4.65	4.65	4.45	4.13	4.13
Consistencia	2.25	2	2	2	2.25
Aceptabilidad	5	4.75	4.50	4.50	4.38

F1= 5 % harina de fréjol mungo, 5 % harina de arroz y 57.96 % harina de trigo; F2= 10 % harina de fréjol mungo, 10 % harina de arroz y 47.96 % harina de trigo F3= 15 % harina de fréjol mungo, 15 % harina de arroz y 37.96 % harina de trigo; F4= 20 % harina de fréjol mungo, 20 % harina de arroz y 27.96 % harina de trigo; F5= 25 % harina de fréjol mungo, 25 % harina de arroz y 17.96 % harina de trigo.

Elaborado por: La Autora

En el Gráfico 4, se presentan los análisis de datos cualitativos (QDA) de las cinco formulaciones.

Gráfico 4. QDA



Elaborado por: La Autora

En lo referente al parámetro de color el menor valor fue obtenido por la formulación F5 debido a que los fideos presentaron una pigmentación más opaca, esto podría estar relacionado a que se realizó una mayor sustitución de harina de trigo por la de fréjol mungo.

La formulación F5 también obtuvo la mayor puntuación en el parámetro del olor, lo cual también se podría atribuir a un mayor porcentaje de harina de fréjol mungo en su composición.

En lo referente al parámetro aceptabilidad, a pesar de que todas las formulaciones (F1, F2, F3, F4 y F5) obtuvieron valores similares, F1 fue la más aceptada por los panelistas.

Por medio del Software *Design Expert 11* se obtuvieron los resultados de los análisis estadísticos para los parámetros de color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad, los cuales arrojaron modelos

matemáticos significativos, con prueba de bondad de ajuste no significativo, permitiendo seleccionar una formulación óptima.

4.2.1.1 Olor.

El valor del Modelo F de 29.04 demostró que el modelo es significativo, y que solo hay un 0.01 % de posibilidades de que un valor F tan grande logre suceder debido a un ruido.

En este caso B y C fueron considerados como modelos significativos. En la Tabla 27 se muestran los resultados obtenidos para el parámetro olor por medio del Software *Design Expert 11*.

Tabla 27. ANOVA del parámetro olor

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
Modelo	1.15	2	0.5728	29.04	< 0.0001	Significativo
(1) Mezcla lineal	1.15	2	0.5728	29.04	< 0.0001	
Residual	0.1972	6	0.0197			
Falta de ajuste	0.1972	5	0.0329			
Error puro	0.0000	1	0.0000			
Correlación	1.34	8				

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

El R^2 previsto en este caso fue de 0.7030, valor considerado como razonable dado el resultado que se presentó en el R^2 ajustado 0.8238. En la Tabla 28 se presentan los valores detallados.

Tabla 28. Estadística de ajuste

Desviación Estándar	0.1404	R²	0.8531
Media	1.43	R² Ajustado	0.8238
C.V. %	9.85	R² Previsto	0.7030
		Precisión adecuada	12.9908

Fuente: Design Expert (2022)

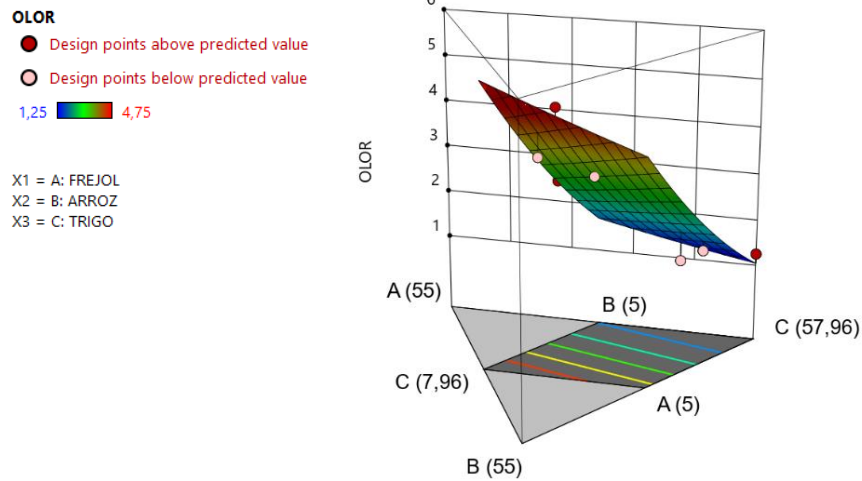
Elaborado por: La Autora

Una precisión adecuada sirvió para medir la relación entre la señal-ruido, por medio de la comparación de los rangos de los valores que fueron pronosticados en los puntos con un error de predicción promedio se obtuvo un valor de 12.991 y al ser un valor mayor a 4, indicó que la discriminación es adecuada para este modelo.

En cuanto a los comportamientos de cada uno de los parámetros estudiados, se los obtuvieron con ayuda del Software *Design Expert 11*, en el cual se presentó una tonalidad rojiza que significó que las mezclas de los componentes presentaron valores elevados y los de tonalidad rosa son los que obtuvieron las menores valoraciones de los parámetros estudiados.

En el Gráfico 5 se presenta el comportamiento del parámetro olor de las diversas formulaciones.

Gráfico 5. Olor de los fideos tipo espagueti



Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

La ecuación del parámetro olor fue: $1.59 * A + 3.05 * B + 1.01 * C$.

4.2.1.2 Color.

El valor del Modelo F de 23.11 implica que es significativo. Solo hay un 0.08 % de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al sonido. En la Tabla 29 se presenta el ANOVA.

Tabla 29. ANOVA parámetro color

Fuente	Suma de los cuadrados	gl	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
Modelo	0.1844	2	0.0922	23.11	0.0008	Significativo
(¹) Mezcla lineal	0.1844	2	0.0922	23.11	0.0008	
Residual	0.0279	6	0.0040			
Falta de ajuste	0.0279	5	0.0070			
Error puro	0.0000	1	0.0000			
Correlación	0.2123	8				

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

En el parámetro color, los valores de P que sean menores a 0.0500 es señal de que los términos del modelo son significativos. En este caso A, B, C son términos significativos del modelo lineal.

El R^2 previsto en este caso fue de 0.7648. Este se consideró que es un valor razonable y está acorde al resultado que se presentó en el R^2 ajustado 0.8309. En la Tabla 30 se presentan los valores detallados.

Tabla 30. Estadística de ajuste

Desviación Estándar	0.0632	R^2	0.8685
Media	1.60	R^2 Ajustado	0.8309
C.V. %	3.95	R^2 Previsto	0.7648
		Precisión adecuada	12.0146

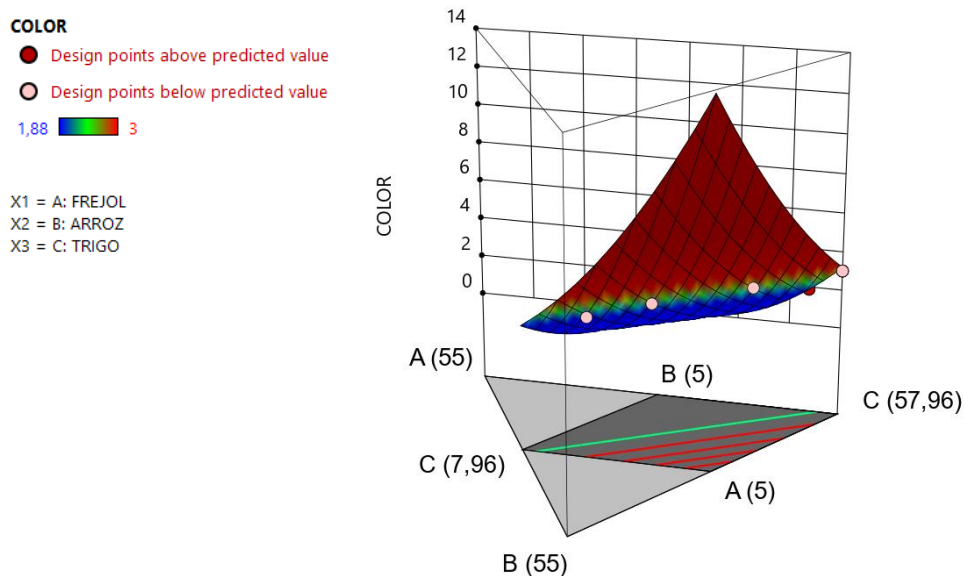
Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

Por medio de la comparación de los rangos de los valores que fueron pronosticados en los puntos con un error de predicción promedio se obtuvo un valor de 12.015 y al ser un valor mayor a 4, indicó que la discriminación es adecuada para este modelo.

En el Gráfico 6 se presenta la aceptabilidad del color dentro de los parámetros establecidos.

Gráfico 6. Color de los fideos tipo espagueti



Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

La ecuación final que el software presentó del parámetro color fue:
 $-2.98 * A + 5.65 * B + 1.79 * C$

4.2.1.3. Sabor.

Como se indica en la Tabla 31, el valor F del modelo fue de 8.91 lo que implicó que el modelo sea considerado como significativo. Existe un 1.60 % de posibilidades que un valor F pueda ocurrir debido a algún ruido.

Para este modelo lineal las variables A, B y C fueron considerados términos significativos.

Tabla 31. ANOVA del parámetro sabor

Fuente	Suma de los cuadrados	gl	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
Modelo	0.0164	2	0.0082	8.91	0.0160	Significativo
(1) Mezcla lineal	0.0164	2	0.0082	8.91	0.0160	
Residual	0.0055	6	0.0009			
Falta de ajuste	0.0055	5	0.0011			
Error puro	0.0000	1	0.0000			
Correlación	0.0220	8				

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

Como se detalla en la Tabla 32, el valor que se obtuvo en el R^2 previsto fue de 0.4650 el cual se encontró cerca del valor R^2 ajustado 0.6641, demostrando así que es un valor razonable ya que existió una diferencia inferior de 0.2.

Además, la relación que se consiguió fue de 7.117 indicando así que posee una señal adecuada ya que es mayor a 4.

Tabla 32. Estadística de ajuste

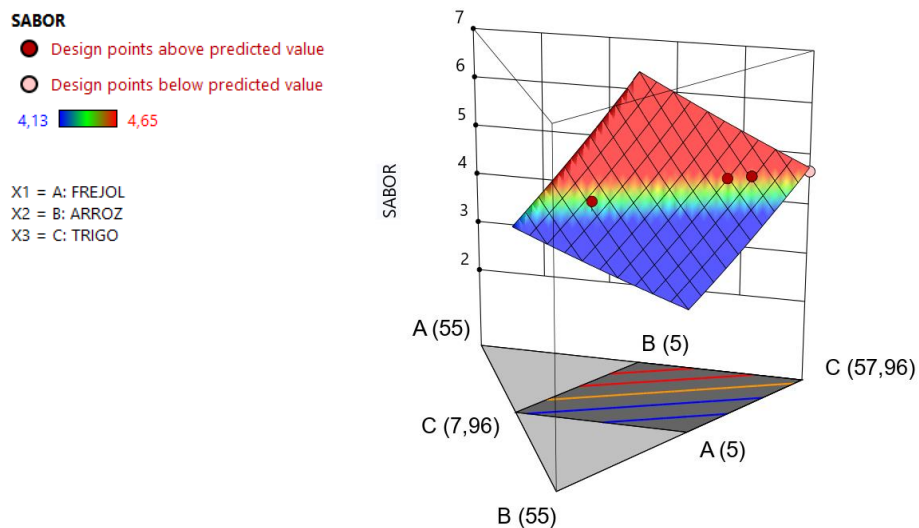
Desviación estándar	0.0304	R²	0.7481
Media	2.12	R² Ajustado	0.6641
C.V. %	1.44	R² Previsto	0.4650
		Precisión adecuada	7.1166

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

La aceptabilidad del parámetro sabor se presenta en el Gráfico 7.

Gráfico 7. Sabor de los fideos tipo espagueti



Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

La ecuación final del parámetro sabor fue: $2.87 * A + 1.16 * B + 2.17 * C$

4.2.1.4 Consistencia.

Tal como se detalla en la Tabla 33, el valor F del Modelo fue de 18.12 demostrando así que el modelo fue significativo. Solo existió un 0.29 % de posibilidades de que un valor F tan grande pueda suceder debido al ruido.

Los valores de P inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A, B y C fueron términos significativos del modelo.

Tabla 33. ANOVA parámetro consistencia

Fuente	Suma de los cuadrados	gl	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
Modelo	0.0741	2	0.0370	18.12	0.0029	Significativo
(¹) Mezcla lineal	0.0741	2	0.0370	18.12	0.0029	
Residual	0.0123	6	0.0020			
Falta de ajuste	0.0086	5	0.0017	0.4667	0.7969	No significativo
Error puro	0.0037	1	0.0037			
Correlación	0.0863	8				

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora.

El valor de F de 0.47 indica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el error puro. Hay un 79.69 % de posibilidades de que se produzca una falta de valor F de ajuste tan grande debido al ruido.

En la Tabla 34 se encuentran los valores del R² previsto que fue de 0.6119 el cual se encontró cerca al valor del R² ajustado 0.8106, posee una diferencia menor de 0.2.

Tabla 34. Estadística de ajuste

Desviación Estándar	0.0452	R²	0.8579
Media	1.48	R² Ajustado	0.8106
C.V. %	3.06	R² Previsto	0.6119
		Precisión adecuada	12.8402

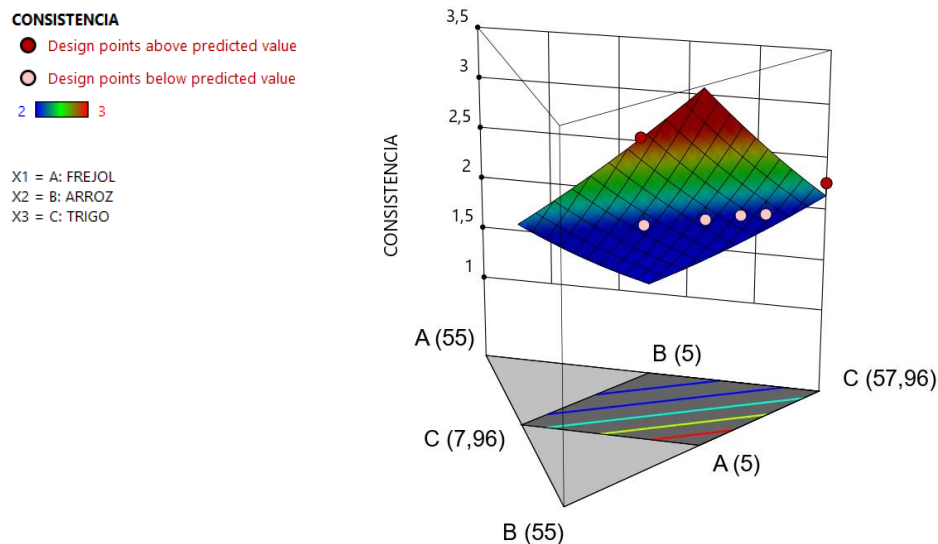
Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

Una proporción mayor que 4 es deseable y al obtener un valor de 12.840 se demostró que fue una señal adecuada.

En el Gráfico 8, se presenta el parámetro consistencia dentro de los rangos establecidos.

Gráfico 8. Consistencia de los fideos tipo espagueti



Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

Ecuación del parámetro consistencia: $0.6356 * A + 2.27 * B + 1.46 * C$

4.2.1.5. Aceptabilidad.

El valor del modelo F fue de 13.02 lo cual indica que el modelo es significativo. Existe un 0.13 % de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al ruido.

La Tabla 35, detalla los resultados obtenidos para el parámetro aceptabilidad.

Tabla 35. ANOVA parámetro aceptabilidad

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Mean Square	F-valor	p-valor	
Modelo	0.0272	2	0.0136	13.02	0.0013	Significativo
(1) Mezcla lineal	0.0272	2	0.0136	13.02	0.0013	
Residual	0.0115	6	0.0010			
Falta de ajuste	0.0115	5	0.0014			
Error puro	0.0000	1	0.0000			
Correlación	0.0387	8				

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora.

Como se detalla en la Tabla 35, aquellos valores de P que sean inferiores a 0.0500 implican que los términos del modelo son significativos. En el caso del parámetro de aceptabilidad A, B y C son los términos significativos del modelo.

En la Tabla 36, se describe el valor del R² previsto que fue de 0.4495 cuyo valor se encontró razonable en comparación con el R² ajustado de 0.6490, debido a que la diferencia es menor a 0.2.

Tabla 36. Estadística de ajuste

Desviación Estándar	0.0323	R²	0.7030
Media	2.15	R² Ajustado	0.6490
C.V. %	1.50	R² Previsto	0.4495
		Precisión adecuada	9.1510

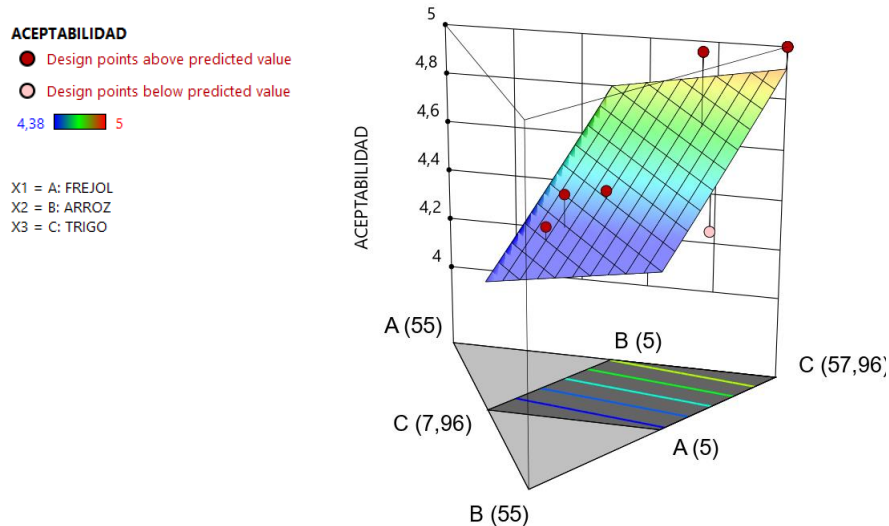
Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora.

El valor de la Precisión adecuada obtenido fue de 9.151 el cual indicó una señal adecuada, ya que un valor mayor a 4 es considerado conveniente.

El Gráfico 9 presenta el parámetro aceptabilidad dentro de los rangos establecidos.

Gráfico 9. Aceptabilidad de los fideos tipo espagueti



Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora.

La ecuación que se obtuvo para el parámetro aceptabilidad fue:
 $2.17 * A + 1.93 * B + 2.22 * C$

4.2.2 Selección de la mejor formulación.

Los promedios de las valoraciones que se presentaron en la Tabla 27 fueron ingresados en el Software *Design Expert 11*, el cual arrojó que la mejor formulación fue aquella que contenía 20 % de harina de fréjol, 20 % de harina de arroz y 27.96 % de harina de trigo.

A continuación, en la Tabla 37 se detallan los resultados de la fórmula que fue sugerida por el software como mejor formulación.

Tabla 37. Solución presentada por el software estadístico

Parámetro	Porcentaje
Arroz	20
Fréjol	20
Trigo	27.96
Olor	2.95
Color	2.30
Sabor	4.33
Consistencia	2.12
Aceptabilidad	4.50
Deseabilidad	1

Fuente: Design Expert (2022)

Elaborado por: La Autora

4.2.3 Comparación del mejor tratamiento con la fórmula testigo.

En la Tabla 38, se presentan los valores del tratamiento que el Software seleccionó como el mejor y los valores de la fórmula testigo.

Tabla 38. Comparación de la mejor formulación con la testigo

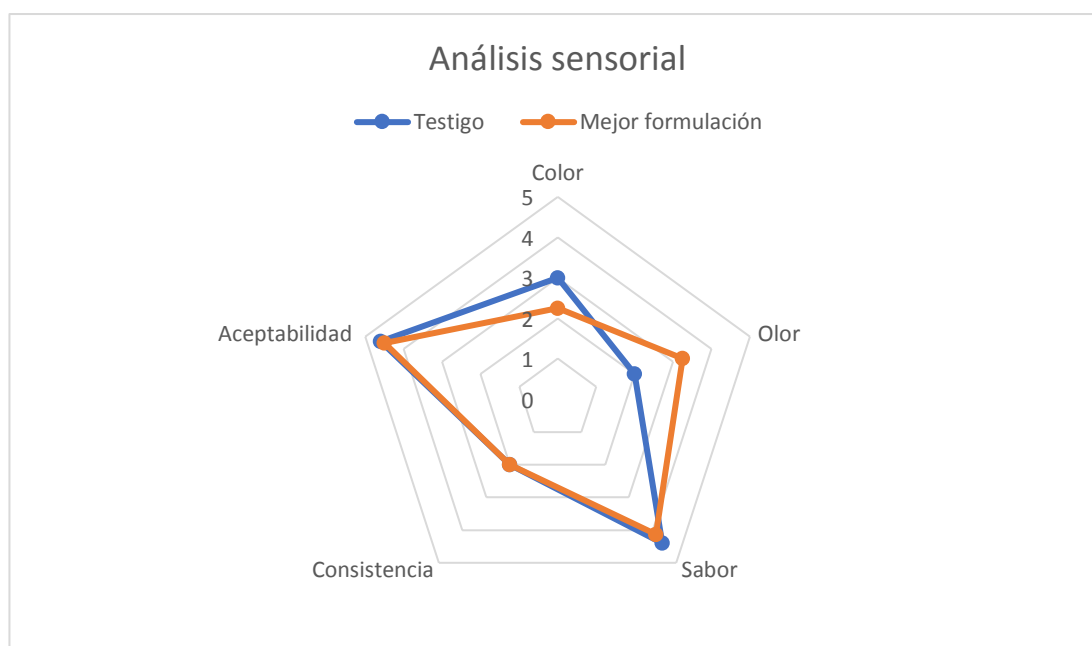
Tratamientos	A	B	C	D	E	F	G	H
Testigo	67.96	-	-	3	1.5	4.38	2	4.63
Mejor formulación	27.96	20	20	2.25	3.25	4.13	2	4.50

A: Trigo (%); B: Fréjol mungo (%); C: Arroz (%); D: Color; E: Olor; F: Sabor; G: Consistencia; H: Aceptabilidad.

Elaborado por: La Autora.

En el Gráfico 10, se presentan los resultados del análisis sensorial entre la mejor formulación y la fórmula testigo.

Gráfico 10. Análisis sensorial



Elaborado por: La Autora

A partir del análisis comparativo (Tabla 38) se pudo establecer que, en lo referente a los parámetros de aceptabilidad y sabor no se apreciaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Contrariamente, en el parámetro de color, se evidenció una notable diferencia debido a que la harina de fréjol mungo poseía un color opaco.

4.2.4 Evaluación física y química.

La formulación más acertada, en base a los resultados arrojados por el programa analítico *Software Design Expert 11*, fue analizada física y químicamente para de este modo verificar si cumplía con los parámetros establecidos por la Norma INEN 1375 (2014).

En la Tabla 39, se presentan los resultados obtenidos del fideo que contenía una sustitución parcial de harina de trigo por 20 % de harina de frejol mungo y 20 % de harina de arroz; también se muestran los resultados de la formulación testigo la cual la elaboró Okpala et al., (2016).

Tabla 39. Análisis físicos y químicos

Requisito	Unidad	Fideos de trigo Okpala et al. (2016)	Fideos de la mejor formulación
Humedad	%	7.15	10.04
Proteína	%	11.42	12.91

Elaborado por: La Autora

4.2.5 Análisis microbiológicos.

Los fideos analizados no presentaron crecimiento de mohos ni de levaduras, tampoco hubo presencia de *Staphylococcus aureus* por lo que se podría establecer que son aptos para su consumo, según se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40. Análisis microbiológicos de los fideos.

Requisito	Unidades	Resultado
Mohos y levaduras	UFC/g	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	< 10

Elaborado por: La Autora

4.2.6 Perfil de aminoácidos.

Para poder decir que un alimento contiene proteínas de alto valor biológico, éste debe contener todos los aminoácidos esenciales que se requieren en la dieta diaria.

En este estudio se consiguió, mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y de frejol mungo, una mejora en el valor biológico proteico de la pasta desarrollada.

Concretamente, el alto contenido de lisina que posee el fréjol mungo compensó el déficit que presenta la harina de trigo en dicho aminoácido; además, el contenido en metionina, deficiente en las leguminosas, se vio favorecido gracias a que los cereales empleados para la elaboración de la pasta presentaban el mismo valor en su composición.

En la Tabla 41 se presenta el perfil de aminoácidos en 100 g de muestra de la formulación de fideos elegida.

Tabla 41. Aminoácidos presentes en los fideos

Aminoácido	Unidad	Valor
Lisina	g	0.29
Histidina	g	1.28
Acido aspártico	g	0.90
Treonina	g	0.35
Serina	g	1.03
Acido glutámico	g	2.05
Glicina	g	0.49
Alanina	g	0.46
Valina	g	0.51
Metionina	g	0.21
Isoleucina	g	0.52
Leucina	g	0.98
Tirosina	g	0.39
Fenilalanina	g	0.80
Arginina	g	0.75

Elaborado por: La Autora

4.3 Costo/ beneficio

4.3.1 Costo unitario.

En la Tabla 42 se detallan los costos de las materias primas que se emplearon para el desarrollo de la formulación seleccionada por el Software *Design Expert 11*. Dichos valores están estipulados para empaques de 200 gramos de fideos tipo espagueti.

Tabla 42. Costo de la materia prima para producir fideos tipo espagueti

Materia prima	Unidad	Cantidad	USD Precio
Fréjol mungo	g	70	0.25
Harina de trigo	g	210	0.36
Harina de arroz	g	70	0.13
Agua	g	165	0.01
TOTAL		515	0.75
Cantidad	Contenido	p.p. empaque	
2 unidades	200 g	0.38 USD	

Elaborado por: La Autora

El costo de las materias primas para producir dos fundas de 200 g fue de USD 0.75, al dividir dicho valor entre el costo unitario de las fundas se obtuvo un valor aproximado de USD 0.38 por un empaque de 200 gramos.

Tabla 43. Costo de materiales indirectos y directos

Materiales indirectos	Cantidad	USD Costo unitario
Guantes	1	0.08
Cofia	1	0.08
Cubre bocas	1	0.05
Materiales directos		
Funda	1	0.15
Etiqueta	1	0.10
TOTAL		0.46

Elaborado por: La Autora

4.3.2 Beneficio costo.

En la Tabla 44 se puede apreciar que el costo de producción fue de USD 0.84 para una funda que contiene 200 g de fideos tipo espagueti, al establecer un margen de utilidad del 30 % se generó una ganancia de USD

0.25 por cada funda y al sumar los dos valores se obtiene el precio de venta al público que sería USD 1.09.

Tabla 44. Beneficio costo

Detalle	USD Costo
Materia prima directa	0.38
Materiales indirectos	0.21
Materiales directos	0.25
Total, de costo unitario	0.84
Margen de utilidad 30 %	0.25
Precio de venta al público	1.09
Costo beneficio	1.30

Elaborado por: La Autora

Para obtener el valor del costo beneficio de la pasta desarrollada se dividió, el precio de venta al público establecido entre el costo unitario de producción del mismo, siendo el valor resultante de USD 1.30. Esto indica que, por cada dólar que se invierta para elaborar los fideos, se va a tener un ingreso de USD 0.30.

5 DISCUSIÓN

5.1 Harina de fréjol mungo

5.1.1 Caracterización física y química.

La harina de fréjol mungo que fue producida artesanalmente y empleada como remplazo parcial de la harina de trigo, para el desarrollo de la pasta sujeta a estudio, fue analizada física y químicamente y los resultados obtenidos se detallan a continuación.

5.1.1.1 Proteína.

En lo referente al contenido proteico de la harina, el resultado obtenido fue de 23.94 %, valor muy similar (24.25 %) al presentado por Romero (2012); mientras que en el realizado por Ávila y Litardo (2018) se reportaron valores de proteína para la harina de fréjol mungo de 20.73 % y en el de Offia et al. (2015) de 27.32 %, siendo este superior al resto de los estudios mencionados. Los cuatro valores cumplen con la norma NTE INEN 616 (2015) donde se indica que el porcentaje mínimo de proteína para este tipo de producto debe ser de 10.5 %.

5.1.1.2 Grasa.

La harina de frejol presentó un porcentaje de grasa de 1.71 %, valor muy similar al reportado en el estudio llevado a cabo por Offia et al. (2015), quienes presentaron un resultado de 1.83 %. Contrariamente datos sugeridos por Ávila y Litardo (2018), mostraron que los porcentajes de grasa de la harina de fréjol mungo fue de 1.59 %. En cambio el porcentaje de grasa que obtuvo Dzudie y Hardy (1996), en su estudio fue de 0.9 % siendo el menor de todos.

La diferencia que se presenta entre los estudios mencionados puede ser debido al tipo de tratamiento al que fue sometido el fréjol mungo antes de procesarlo. Así, mientras que en el estudio elaborado por Offia et al.

(2015), el fréjol fue remojado en agua durante 12 h y luego deshidratado durante 4 h para posteriormente obtener la harina; en el estudio de Ávila y Litardo (2018), el fréjol fue lavado y secado a temperatura ambiente para procesarlo. En el estudio de Dzudie y Hardy (1996), el fréjol fue remojado durante toda la noche para luego ser secado en un horno durante 6 días a 40 °C para su posterior molienda. Esta investigación se basó en el estudio realizado por Offia et al. (2015) por consiguiente los resultados son similares.

5.1.1.3 pH.

En cuanto al valor de potencial de hidrogeno el resultado coincide con el estudio previo realizado por Astiasarán y Martínez (2000), quienes obtuvieron un valor de 6.2 y el de este corresponde a un valor de 6.

5.1.1.4 Humedad.

El contenido de humedad en este estudio fue de 9.64 %, el cual fue superior al obtenido por Ávila y Litardo (2018), que fue 8.27 %, en cambio es menor a los estudio de Brishti et al. (2017) quienes presentaron un valor de 10.21 %, del mismo modo que Offia et al. (2015) en su estudio expusieron un resultado de 10.82 % de humedad.

5.1.1.5 Fibra.

Respecto al contenido de fibra, el resultado en este estudio fue de 3.41 %, del mismo modo que Sumardiono et al. (2021) quienes obtuvieron un valor de 3.68 %. Por el contrario el resultado que se presentó es inferior a los estudios previos realizados por Offia et al. (2015) y Brishti et al. (2017), donde ambos estudios mostraron valores superiores siendo 4.50 % y 4.95 %, respectivamente.

5.1.1.6 Rendimiento.

Los estudios realizados por Thompson et al. (1976) sobre la obtención de harina de fréjol mungo para su aplicación en panes utilizaron dos molinos diferentes, con el molino Allis Chalmers Mill presentaron un rendimiento del 72 % y con el molino Bühler experimental Miller consiguieron un rendimiento del 75.7 %, valores superiores a los que se obtuvo en esta investigación, debido a que se utilizó una licuadora para elaborar la harina dando así un rendimiento del 62.11 %.

5.2 Fideos

5.2.1 Fideos testigo y la mejor formulación.

Por medio del análisis comparativo que se realizó entre la mejor formulación que fue obtenida por medio del Software Design Expert 11 y la fórmula testigo, se logró determinar que no existió mucha diferencia en cuanto a los parámetros de aceptabilidad y sabor, sin embargo en el parámetro color se evidenció una notable variación y esto es debido a que la mejor formulación tenía 20 % de harina de fréjol mungo la cual presentaba una tonalidad opaca y por lo tanto dando como resultado unos fideos con una tonalidad un poco opaca a comparación de la fórmula testigo, asimismo el resultado del olor fue mayor ya que la harina de fréjol mungo poseía un olor a maní en combinación con el olor característico de los granos.

5.2.2 Caracterización física, química y microbiológica.

A continuación se presentan los resultados físicos y químicos que se obtuvieron para la formulación de fideos elaborados con 20 % harina de fréjol, 20 % harina de arroz y 27.96 % de harina de trigo, además de los resultados que indicaron Okpala et al. (2016) en su investigación sobre la elaboración de fideos a base de harina de trigo, el cual se utilizó como testigo para la elaboración de los fideos.

5.2.2.1 Proteína.

Como resultado de proteína en esta investigación se obtuvo un valor de 12.91 %, lo cual fue superior al 9.64 % expuesto por Azkia et al. (2021), ellos elaboraban unos fideos a base de almidón de sagú y harinas de fréjol mungo y sagú con 50, 30 y 20 % respectivamente. Sin embargo es inferior a los resultados obtenidos por Onwurafor et al. (2020), ellos empleaban harina de trigo, maíz y fréjol mungo con 70, 20 y 10 %, presentando un valor de 13.46 %. Por otra parte Yaver y Bilgiçli (2020) realizaron fideos con huevo y con sustitución parcial de harina de trigo por el 20 % de harina de fréjol mungo dándoles como resultado 15.56 % de proteína, siendo el mayor valor de los estudios presentados.

En cuanto a los fideos elaborados a base de harina de trigo en el estudio de Akubor y Fayashe (2018), obtuvieron un resultado de 6.70 %, mientras tanto Mahmoud et al. (2012), consiguieron un valor de 11.36 %. Por otra parte en el estudio de Okpala et al. (2016), que se utilizó como fundamento en esta investigación, presentaron un valor de 11.42 %, siendo mayor en comparación a los otros dos estudios.

5.2.2.2 Humedad.

El valor de humedad en este estudio fue de 10.04 %, el cual fue superior al 9.09 % presutado por Onwurafor et al. (2020), en su estudio realizaron una mezcla de harinas de trigo, maíz y fréjol mungo (70, 20, 10 %), asimismo Yaver y Bilgiçli (2020) obtuvieron un valor de 7.83 % sus fideos eran elaborados a base de harina de trigo con 20 % de fréjol mungo, de igual forma Abdel et al. (2011) realizaron la misma sustitución y presentaron un resultado de 8.66 %.

En cuanto al valor de humedad de los fideos de trigo del estudio que se utilizó de referencia elaborado por Okpala et al. (2016), fue de 7.15 %, obteniendo un valor similar al estudio realizado por Filip y Vidrih (2015), mostraron un valor de 7.16 %, por su parte Akubor y Fayashe (2018)

presentaron un porcentaje de humedad elevado a comparación de los otros dos estudios siendo su resultado de 10.86 %.

5.2.2.3 Microbiológicos.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de *Staphylococcus aureus*, hongos y levadura, se encuentran dentro del rango establecido por la NTE INEN 1375 (2014), ya que al obtener valores < 10 significa que hay ausencia, en la NTE INEN indica que los valores mínimos son 1×10^2 , mientras que para *Staphylococcus aureus* el valor aceptable es 1×10^1 .

Por consiguiente, al obtener resultados inferiores al mínimo indica que el producto es apto para el consumo humano.

5.2.3. Perfil de aminoácidos.

Abdel et al. (2011), realizaron una sustitución parcial de harina de trigo por harina de fréjol mungo, la sustitución la realizaron en porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20 % respectivamente para elaborar fideos. En la Tabla 45, se detallan los resultados de aminoácidos que obtuvo su estudio en la sustitución parcial de la harina de trigo por el 20 % de harina de fréjol mungo, asimismo de los fideos elaborados solo con harina de trigo y los resultados que se obtuvieron en este estudio al realizar la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de fréjol mungo 20 % y arroz 20 %, las medidas son en g aminoácidos / 100 g de muestra.

Tabla 45. Composición de aminoácidos en los fideos

Aminoácidos	Unidad	Estudio 1	Estudio 2	Estudio 3
Leucina	g	0.39	0.42	0.98
Isoleucina	g	0.20	0.23	0.52
Lisina	g	0.14	0.20	0.29
Metionina + cisteína	g	0.27	0.23	-
Metionina	g	-	-	0.21
Fenilalanina + tirosina	g	0.49	0.52	-
Fenilalanina	g	-	-	0.80
Tirosina	g	-	-	0.39
Treonina	g	0.18	0.15	0.35
Valina	g	0.32	0.36	0.51
Alanina	g	0.21	0.26	0.46
Ácido aspártico	g	0.27	0.38	0.90
Ácido glutámico	g	1.88	1.64	2.05
Glicina	g	0.25	0.22	0.49
Histidina	g	0.14	0.20	1.28
Serina	g	0.34	0.31	1.03
Arginina	g	0.24	0.29	0.75

Estudio 1: fideos de harina de trigo; Estudio 2: fideos con harina de trigo y 20 % de fréjol mungo; Estudio 3: fideos con 27.96 % de harina de trigo, 20 % harina de arroz y 20 % harina de fréjol mungo.

Fuente: Abdel et al. (2011)

Elaborado por: La Autora.

Abdel et al. (2011), mencionaban que los valores de leucina, isoleucina, fenilalanina + tirosina, valina y triptófano aumentaron

significativamente mientras poseía una mayor cantidad de harina de fréjol mungo, sin embargo los valores de metionina + cisteína y treonina disminuyeron con el aumento de la sustitución de la harina de trigo.

Los resultados de este estudio demostraron que al realizar la sustitución de la harina de trigo por las harinas de fréjol mungo y arroz, mejoraron la calidad proteica de los fideos. En comparación con los fideos realizados por Abdel et al. (2011), en este estudio los valores de todos los aminoácidos fueron mayor, esto se debe a que aparte de usar el trigo se implementó otro cereal que es el arroz, permitiendo así aumentar el valor de treonina, los cuales habían sido inferiores en los estudios en mención debido a la menor cantidad del trigo.

5.2.4 Costos.

En Ecuador existen varias marcas que producen pastas y entre sus productos ofertan el fideo tipo espagueti, sus ingredientes usualmente son la harina de trigo y sémola de trigo, aunque actualmente se está viendo un incremento en cuanto a pastas elaboradas a base de otros componentes diferentes del trigo tales como el arroz, quinua, chíá, maíz. Por lo general estas marcas poseen dos presentaciones las cuales son de 200 g y 400 g, en la Tabla 46 se detallan algunos valores de fideos que se encuentran en el país.

Tabla 46. Marcas de fideos en el país.

Marca	Ingrediente	Precio USD	Cantidad g
Marca 1	Trigo	0.61	200
Marca 2	Trigo	0.70	200
Marca 3	Trigo	0.88	200
Marca 4	Trigo	0.91	200
Marca 5	Arroz	1.98	200
Marca 6	Chía	2.05	250
Marca 7	Quinoa	2.05	250

Elaborado por: La Autora.

Los fideos presentados son elaborados a base de harina de trigo y sémola de trigo, sus valores van desde USD 0.61 hasta los USD 0.91, en cuanto a los fideos que son elaborados a partir de arroz, quinua y chía poseen valores desde USD 1.98 hasta USD 2.05, por consiguiente los fideos que se realizaron en esta investigación que son elaborados a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de fréjol mungo y arroz, los cuales poseen un aporte de proteínas tienen un valor el cual está dentro del rango de los precios de algunas marcas que se encuentran en el país, siendo el valor de venta al público de USD 1.09 considerándose un precio accesible para los consumidores.

6 CONCLUSIONES

- La harina de fréjol mungo implementada en esta investigación presentó un pH de 6, proteína 23.94 %, humedad 9.64 %, grasa 1.71 % y fibra de 3.41 %, valores que se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN para este tipo de producto.
- Para la obtención de fideos similares a la muestra testigo solo se puede sustituir el contenido de harina de trigo por harinas de arroz y fréjol en un 50 % del total de la harina, concretamente en un valor del 25% para cada una de las materias primas usadas para el remplazo.
- Con la sustitución de la formulación establecida para el desarrollo de fideos que cumplió con los parámetros establecidos por las normas de calidad físicas, químicas y microbiológicas, fue de 20 % de harina de fréjol, 20 % de harina de arroz y un 27.96 % de harina de trigo.
- Los fideos elaborados presentan un mejor perfil proteico que los fideos testigos debido a que la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de fréjol mungo y arroz confieren todos los aminoácidos esenciales necesarios para el organismo.
- El costo unitario de la producción de 200 g de fideos tipo espagueti fue de USD 0.84 con un precio de venta al público de USD 1.09, resultando ser un producto viable ya que por cada dólar que se invierte para elaborar los fideos, se va a tener una ganancia de USD 0.30.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones, proyectos y desarrollos tecnológicos con el fréjol mungo (*Vigna radiata*) para que se pueda impulsar su cultivo, producción y la implementación de la harina de fréjol mungo en otros subproductos.
- Por medio de este estudio se logró obtener como resultado un fideo con un elevado valor proteico y con ayuda de las encuestas se logró determinar que los fideos poseen buenas características organolépticas, además de cumplir con los requisitos que son descritos en la norma INEN, por lo tanto, se espera que se sigan realizando investigaciones sobre este producto para los componentes nutricionales y factibilidad de producción.
- Utilizar un deshidratador para poder realizar de una mejor manera el deshidratado del fréjol.
- Realizar la molienda con un molino de martillo para así lograr obtener un mayor rendimiento de la harina de fréjol mungo, evitando que quede la mayor cantidad de restos en el vaso de la licuadora.

8 REFERENCIAS

- Abdel-Aal, E.-S. M. y Rabalski, I. (2008). Bioactive Compounds and their Antioxidant Capacity in Selected Primitive and Modern Wheat Species. *The Open Agriculture Journal*, 2(1), 7–14. Recuperado de <https://doi.org/10.2174/1874331500802010007>
- Abdel, H., El sherf, S. A., Hammam, A. y Gad El Karim, A. (2011). Effect of Enrichment Wheat Flour 72 % with Decoated Mung Bean Flour on Macaroni Production. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 42(2), 238–257. Recuperado de [http://nile.enal.sci.eg/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=50520&query_desc=\(su%2Ccomplete-subfield%3A%22Pasta%20industry.%22\)](http://nile.enal.sci.eg/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=50520&query_desc=(su%2Ccomplete-subfield%3A%22Pasta%20industry.%22))
- Agua, K. (2020). *Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (Genus triticum) por harina de camote (Ipomoea batatas) y extracto de zanahoria (Daucus carota)*. (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUA VERA KATHERINE ABIGAIL.pdf>
- Akubor, P. I. y Fayashe, T. O. (2018). Chemical composition, Functional properties and performance of soybean and wheat flour blends in instant fried noodles. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 04(02), 690–699. Recuperado de <https://doi.org/10.46370/sajfte.2018.v04i02.03>
- Astiasarán, I. y Martínez, A. (2000). Carnes y derivados. En *Alimentos Composición y Propiedades* (pp. 11–28). Madrid: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://fisiogenomica.com/assets/Blog/pdf/Alimentos-Composicion-y-Propiedades.pdf>

- Ávila, O. y Litardo, A. (2018). *Propuesta de la elaboración de una harina a base de frijol mungo (Vigna radiata) para la aplicación de una bebida.* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35714/1/TESIS_Gs_269 - Prop elaborac harina frijol mungo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35714/1/TESIS_Gs_269_Prop_elaborac_harina_frijol_mungo.pdf)
- Ayala, G. (2004). Aporte de los Cultivos andinos a la Nutrición Humana. En *Raíces andinas* (pp. 101–112). Lima. Recuperado de http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/10737%5Cnhttp://www.cipotato.org/artc1/series/06_PDF_RTAs_Capacitacion/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf
- Azkiya, M. N., Wahjuningsih, S. B. y Wibowo, C. H. (2021). The nutritional and functional properties of noodles prepared from sorghum, mung bean and sago flours. *Food Research*, 5(2), 65–69. Recuperado de [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(s2\).002](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(s2).002)
- Bernal, M. (2020, 6 de agosto). Empresa privada fomenta el cultivo de trigo en Ecuador. *El Productor*. Recuperado de <https://elproductor.com/2020/08/empresa-privada-fomenta-el-cultivo-de-trigo-en-ecuador/>
- Biesalski, H. K., Dragsted, L. O., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Müller, M., Schrenk, D. y Weber, P. (2009). Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*, 25(2009), 1202–1205. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>
- Brishti, F. H., Zarei, M., Muhammad, S. K. S., Ismail-Fitry, M. R., Shukri, R. y Saari, N. (2017). Evaluation of the functional properties of mung bean protein isolate for development of textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 24(4), 1595–1605. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/346677759%0AEvaluation>

- Campoverde, R. (2018). Un análisis del mercado de pastas en el Ecuador. *Carácter*, 6(1), 37–41. Recuperado de https://upacifico.edu.ec/revistacaracterUn_analisis_del_mercado_de_pastas_en_el_ecuador.pdf
- Carbonero, P. (1976). Metabolismo de aminoácidos. [Archivo PDF]. Recuperado de <https://oa.upm.es/54762/1/METABOLISMO.pdf>
- Corporación Financiera Nacional. (2021). *Fideos y Pastas*. Disponible en <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Fideos-y-Pastas-Final-octubre-2017.pdf>
- Chen, M. X., Zheng, S. X., Yang, Y. N., Xu, C., Liu, J. S., Yang, W. D., Chye, M.L. y Li, H. Y. (2014). Strong seed-specific protein expression from the *Vigna radiata* storage protein 8SG α promoter in transgenic *Arabidopsis* seeds. *Journal of Biotechnology*, 174(1), 49–56. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2014.01.027>
- Climate-data.org. (2020). Clima Guayaquil: Temperatura, Climograma y Temperatura del agua de Guayaquil - Climate-Data.org. Recuperado el 23 de noviembre de 2021, de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/>
- Conty, A. (2005). *Proteínas de la harina*. Disponible en <https://araceliconty.com/proteinas/>
- Cuzco, J. (2014). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (triticum durum) por achogcha (cyclanthera pedata) en la elaboración de pastas tipo tallarín con un mejor aporte nutricional*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8450>

Dahiya, P. K., Linnemann, A. R., Van Boekel, M. A. J. S., Khetarpaul, N., Grewal, R. B. y Nout, M. J. R. (2015). Mung Bean: Technological and Nutritional Potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(5), 670–688. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>

Dambrosio, C. (productor). (2018). Pasta con 2 ingredientes sin huevos. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=sOfVOQ0thuo&list=LL&index=1&t=4s>

De la Vega, G. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 13(38), 27–32. Recuperado de http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS_38-1.pdf

Design Expert. (2022). *Anova*.

Dzudie, T. y Hardy, J. (1996). Physicochemical and Functional Properties of Flours Prepared from Common Beans and Green Mung Beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(10), 3029–3032. Recuperado de <https://doi.org/10.1021/jf9504632>

El Universo. (2021, 18 de agosto). Industria molinera estimula cultivo de trigo en la zona norte y centro del país. *El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/industria-molinera-estimula-cultivo-de-trigo-en-la-zona-norte-y-centro-del-pais-nota/>

Escalante, J. (2019). Pasta: propiedades, beneficios y valor nutricional. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190101/453826932338/pasta-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

- Fatsecret. (2021). *Calorías en Porotos Mung e Información Nutricional*. Recuperado de <https://www.fatsecret.com.mx/calorías-nutrición/genérico/porotos-mung>
- Férrandez, A. (2020, 5 de agosto). Producción de carne o leche con granos de trigo y de otros cereales con bajos niveles de gluten. *El Productor*. Recuperado de <https://elproductor.com/2020/08/produccion-de-carne-o-leche-con-granos-de-trigo-y-de-otros-cereales-con-bajos-niveles-de-gluten/>
- Filip, S. y Vidrih, R. (2015). Amino acid composition of protein-enriched dried pasta: Is it suitable for a low-carbohydrate diet?. *Food Technology and Biotechnology*, 53(3), 298–306. Recuperado de <https://doi.org/10.17113/ftb.53.03.15.4022>
- Fontana, L., Saéz, J., Santisteban, R. y Gil, A. (2006). Compuestos nitrogenados de interés en nutrición clínica. *Nutricion Hospitalaria*, 21(2), 15–29. Recuperado de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500003
- Ganesan, K. y Xu, B. (2018). A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vigna radiata*). *Food Science and Human Wellness*, 7(1), 11–33. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.11.002>
- Gómez, J. (2018). *Aminoácidos: Funciones y Propiedades*. Recuperado de <https://www.casapia.com/blog/aminoacidos/aminoacidos-funciones-propiedades.html>
- Google Earth. (2021). Recuperado de <https://earth.google.com/web/search/Universidad+Católica+de+Santiago>

+de+Guayaquil,+Av.+Carlos+Julio+Arosemena,+Guayaquil/@-
2.18100612,-79.90491021,21.68716958a,764.20508459d,35y,-
57.1043135h,44.99814666t,0r/data=CigiJgokCTZIQDCA3DRAETRIQDC
A3DTAGTTkue_Fq0l

Heuzé, V., Bastianelli, D. y Lebas, F. (2015). *Mung bean (Vigna radiata)*.
Recuperado de https://agritrop.cirad.fr/582490/7/ID582490_ENG.pdf

Hou, D., Yousaf, L., Xue, Y., Hu, J., Wu, J., Hu, X., Shen, Q. (2019). Mung
bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive polyphenols, polysaccharides,
peptides, and health benefits. *Nutrients*, 11(6), 1–28.
<https://doi.org/10.3390/nu11061238>

Houseney, R. C. (1994). *Principles of Cereal Science and Technology*.
[Archivo PDF]. Recuperado de <https://issuu.com/scisoc/docs/27632>

Kumar, P. (2013). *Towards redesigning indigenous mung bean foods*.
Wageningen. (Tesis de maestría). Universidad de Wageningen.
Recuperado de <https://research.wur.nl/en/publications/towards-redesigning-indigenous-mung-bean-foods>

Kumari, V. y Sangeetha, N. (2017). Utilization of Cereals and Legumes in
Traditional Food Products. *Nutrition & Food Science International Journal*,
3(4), 4–5. Recuperado de <https://doi.org/10.19080/nfsij.2017.03.555616>

La Pastora. (2016). *Harina de Arroz*. Recuperado de
<http://lapastora.ec/product/harina-de-arroz/>

Lee, J. H., Jeon, J. K., Kim, S. G., Kim, S. H., Chun, T. y Imm, J. Y. (2011).
Comparative analyses of total phenols, flavonoids, saponins and
antioxidant activity in yellow soy beans and mung beans. *Food Science
and Technology*, 46(12), 2513–2519. Recuperado de

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02775.x>

Licata, M. (2017). *Las pastas: energía saludable*. Recuperado de <https://www.zonadiet.com/comida/pastas.php>

Mahanta, C. y Saikia, S. (2016). *Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters: Part II* [Archivo PDF]. Recuperado de <https://doi.org/https://doi.org/10.2174/9781681082431116010012>

Mahmoud, E. A. M., Nassef, S. L. y Basuny, A. M. M. (2012). Production of high protein quality noodles using wheat flour fortified with different protein products from lupine. *Annals of Agricultural Sciences*, 57(2), 105–112. Recuperado de <https://www.eurekaselect.com/chapter/8899>

Márquez, J., Salazar, D. y García, M. I. (2021). Boletín Técnico Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, 2020. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, 1–15. Recuperado de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin Tecnico ESPAC 2020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin_Tecnico_ESPAC_2020.pdf)

Martínez, O. y Martínez, E. (2006). Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición hospitalaria*, 21(2), 1–14. Recuperado de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500002

Milkesa, F. (2020). Review on some cereal and legume based composite biscuits. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 6(2), 101–109. Recuperado de <https://doi.org/10.17352/2455-815x.000062>

Moderna Alimentos. (2016). *Harina de trigo*. Recuperado de

<https://yayaya.com.ec/producto/harina-ya-de-trigo-sin-polvo-de-hornear/>

Mubarak, A. E. (2005). Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food Chemistry*, 89(4), 489–495. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.007>

NTE INEN 1375. (2014). Pastas Alimenticias o Fideos Secos. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–6. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1375-2.pdf

NTE INEN 1462. (2013). Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método básico de referencia. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–11. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1494.pdf

NTE INEN 1529-10. (2013). Mohos y levaduras viables. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–8. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf

NTE INEN, 1529-14. (2013). Control microbiológico de los alimentos. *Staphylococcus Aureus*. Recuento en placa de siembra por extensión de superficie. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–9. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-14-1R.pdf>

NTE INEN 518. (1980). Harina De Origen Vegetal. Determinación De La Pérdida Por Calentamiento. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–5. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/518.pdf>

NTE INEN 519. (1980). Harinas De Origen Vegetal. Determinación De La Proteína. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–7. Recuperado de

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/519.pdf>

NTE INEN 522. (2013). Harina de Origen Vegetal. Determinación de la Fibra Cruda. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–8. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522-1R.pdf>

NTE INEN 523. (1980). Harinas de Origen Vegetal. Determinación de Grasa. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–6. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/523.pdf>

NTE INEN 526. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinacion de la concentracion del Ion Hidrogeno o pH. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–6. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/526-1R.pdf>

NTE INEN 616. (2015). Harina de trigo requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–8. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf>

Offia, O., Blessing, I. y Madubuiké, U. (2015). The dehulling efficiency and physicochemical properties of pre-conditioned mungbean (*Vigna radiata* (L.) wilczek) seeds and flour. *African Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 1–11. Recuperao de <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14303/ajfst.2014.104>

Okpala, L. C., Egbadon, L. y Okoye, S. (2016). Physicochemical and protein quality of noodles made with wheat and okara flour blends. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(9), 829–836. Recuperado de <https://doi.org/10.3923/PJN.2016.829.836>

Onwurafor, E. U., Uzodinma, E. O., Obeta, N. A., y Akubueze, V. O. (2020). Development and Quality Evaluation of Noodles from Wheat Flour

Substituted with Maize and Mungbean Malt Flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 19(7), 337–343. Recuperado de <https://doi.org/10.3923/pjn.2020.337.343>

Ortega, B. (2012). Análisis coste-beneficio. *eXtoikos*, 5, 147–149. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-84-940346-6-4_7

Pasha, I., Saeed, F., Waqas, K., Anjum, F. y Arshad, M. (2013). Nutraceutical and Functional Scenario of Wheat Straw. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(3), 287–295. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.528080>

Pincioli, M. (2010). *Proteínas de arroz. Propiedades estructurales y funcionales* [Archivo PDF]. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo__.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Quesada, D. y Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 2(1), 79–86. Recuperado de <https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063>

Quispe, S. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays) en la calidad sensorial de la pasta.* (Tesis de grado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/874/1/006%20Efecto%20de%20la%20sustituci%C3%B3n%20parcial%20de%20la%20harina%20de%20trigo%20por%20harinas%20precocidas%20de%20quinua%20y%20ma%C3%ADz.pdf>

Renzo, T., Reale, A., Boscaino, F. y Messia, M. C. (2018). Flavoring production

in Kamut, Quinoa and wheat doughs fermented by *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, and *Lactobacillus brevis*: A SPME-GC/MS study. *Frontiers in Microbiology*, 9(429), 1–13. Recuperado de <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00429>

Romero, A. (2012). Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana Evaluation. *UDO Agrícola*, 12(3), 730–740. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12083>

Rosell, C., Brites, C., Pérez, E. y Gularte, M. (2007). Arroz. En A. León y C. Rosell (Eds.), *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica* (pp. 124–159). Córdoba. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316285235_Maiz_in_De_tales_harinas_tales_panes_granos_harinas_y_productos_de_panificacion_en_Iberoamerica

Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F. y Freire, C. (2020). El arroz en Ecuador. En *Cuadernos de Investigación*. Recuperado de <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/12/Análisis-arroz-Ecuador.pdf>

Shahidi, F. y Zhong, Y. (2008). Bioactive peptides. *Journal of AOAC International*, 91(4), 914–931. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/foods6050032>

Shewry, P. R. y Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: Structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947–958. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>

Shih, F. F. (2004). Rice proteins. *Chemistry and Technology*, 143–162.

Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/284832950_Rice_proteins

Sifre, M. D., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P. y Tosca, P. (2019). *La Harina*. Sant Mateu. Recuperado de <http://tatipastry.blogspot.com/2012/03/normal-0-21-false-false-false-es-trad-x.html>

Silva, P., Pizarro, T., Cortés, P., Morales, B. y Acevedo, E. (2012). Las pastas de calidad y el trigo candeal. *Extensión Agropecuaria y Medio Ambiente*, 10(1), 23–28. Recuperado de http://www.trigocandeal.uchile.cl/doc/Paola_Silva.pdf

Sumardiono, S., Budiyo, B., Kusumayanti, H., Silvia, N., Luthfiani, V. F. y Cahyono, H. (2021). Production and Physicochemical Characterization of Analog Rice Obtained from Sago Flour, Mung Bean Flour, and Corn Flour Using Hot Extrusion Technology. *Foods*, 10(12), 1–15. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/foods10123023>

Tan, H. Z., Li, Z. G. y Tan, B. (2009). Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *Food Research International*, 42(5), 551–576. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.015>

Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L. y He, C. (2014). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*). *Chemistry Central Journal*, 8(4), 1–9. Recuperado de <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-4>

Thompson, Hung, L., Wang, N., Rasper, V. y Gade, H. (1976). Preparation of Mung Bean Flour and its Application in Bread Making. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 9(1), 1–5. Recuperado de

[https://doi.org/10.1016/s0315-5463\(76\)73583-1](https://doi.org/10.1016/s0315-5463(76)73583-1)

Tomé, D. (2018). Protein: what's on in research on clinical nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72, 1215–1220. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0240-9>

Universidad Nacional de La Plata. (2019). *Harina de trigo*. Recuperado de <https://unlp.edu.ar/frontend/media/65/27865/aa3fae54e5d91ec92fb6bd172acaa4ee.pdf>

Vázquez, M. y García, P. (2005). *Proteínas en nutrición artificial* [Archivo PDF]. Recuperado de https://senpe.com/documentacion/monografias/senpe_monografias_prot_einas_pat_renal_cronica5.pdf

Vinces, R. (2020). Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de fréjol común (*Phaseolus vulgaris*) en las condiciones edafoclimáticas de la granja Santa Inés. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>

Vizgarra, O., Mamaní, S., Espeche, C., Méndez, D. y Ploper, L. (2014). Evaluaciones preliminares de variedades de poroto mungo (*Vigna radiata*) en Tucumán, R. Argentina. *EEAOC*, 35(2), 30–33. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/59411>

Walia, A., Gupta, A. y Sharma, V. (2019). Role of Bioactive Compounds in Human Health. *Acta Scientific Medical Sciences*, 3(9), 25–33. Recuperado de <https://www.actascientific.com/ASMS/pdf/ASMS-03-0374.pdf>

Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2),

115–119. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>

Wu, G. (2009). Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. *Europe PMC* 37(1), 1–17. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/19301095>

Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food and Function*, 7(3), 1251–1265. Recuperado de <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>

Yaver, E. y Bilgiçli, N. (2020). Effect of transglutaminase on quality attributes of noodle enriched with germinated mung bean flour. *Gida The Journal of Food*, 45(6), 1097–1108. Recuperado de <https://doi.org/10.15237/gida.GD20069>

Yi-Shen, Z., Shuai, S. y Fitzgerald, R. (2018). Mung bean proteins and peptides: nutritional, functional and bioactive properties. *Food & Nutrition Research*, 62(1290), 1–11. Recuperado de <https://doi.org/10.29219/FNR.V62.1290>

Zudaire, M. (2003). La pasta un alimento básico de la dieta mediterranea. *Eroski Consumer*. Recuperado de <https://www.consumer.es/alimentacion/la-pasta.html>

ANEXOS

Anexo 1. Fréjol mungo



Elaborado por: La Autora.

Anexo 2. Fréjol mungo deshidratado



Elaborado por: La Autora.

Anexo 3. Harina de fréjol mungo



Elaborado por: La Autora.

Anexo 4. Fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por el 5 % de harina de fréjol mungo y 5 % de harina de arroz.



Elaborado por: La Autora.

Anexo 5. Fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por el 10 % de harina de fréjol mungo y 10 % de harina de arroz.



Elaborado por: La Autora.

Anexo 6. Fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por el 15 % de harina de fréjol mungo y 15 % de harina de arroz.



Elaborado por: La Autora.

Anexo 7. Fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por el 20 % de harina de fréjol mungo y 20 % de harina de arroz.



Elaborado por: La Autora.

Anexo 8. Fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por el 25 % de harina de fréjol mungo y 25 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

Anexo 9. Masa para fideos con la sustitución parcial de harina de trigo por el 30 % de harina de fréjol mungo y 30 % de harina de arroz.



Elaborado por: La Autora.

Anexo 10. Fideos cocinados con sustitución parcial de la harina de trigo por el 5 % de harina de fréjol mungo y 5 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

Anexo 11. Fideos cocinados con sustitución parcial de la harina de trigo por el 10 % de harina de fréjol mungo y 10 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

Anexo 12. Fideos cocinados con sustitución parcial de la harina de trigo por el 15 % de harina de fréjol mungo y 15 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

Anexo 13. Fideos cocinados con sustitución parcial de la harina de trigo por el 20 % de harina de fréjol mungo y 20 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

Anexo 54. Fideos cocinados con sustitución parcial de la harina de trigo por el 25 % de harina de fréjol mungo y 25 % de harina de arroz



Elaborado por: La Autora.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Nicole Alejandra Menéndez Tarira**, con C.C: # 0925739807 autora del Trabajo de Titulación **Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la de arroz (*Oryza sativa* L.) y la obtenida del fréjol mungo (*Vigna radiata*) para la elaboración de fideos tipo espagueti**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 25 de febrero de 2022

Nombre: **Menéndez Tarira, Nicole Alejandra**
C.C: 0925739807

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Sustitución parcial de harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) por la de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) y la obtenida del fréjol mungo (<i>Vigna radiata</i>) para la elaboración de fideos tipo espagueti.		
AUTOR(ES)	Menéndez Tarira, Nicole Alejandra		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	García Mora, Patricia		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agroindustria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	25 de febrero de 2022	No. DE PÁGINAS:	96
ÁREAS TEMÁTICAS:	Fideo, Harina de frejol mungo, Harina de arroz, Harina de trigo, Proteína, Aminoácidos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Fréjol, tusa de maíz, harina de fréjol, harina de tusa de maíz, galletas, galleta sabor a chocolate		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): Las pastas son un alimento de consumo masivo en el país debido a sus características como el sabor, tiempo de cocción, versatilidad y costos asequibles. La presente investigación tuvo como finalidad el desarrollo de un fideo tipo espagueti, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por las harinas de arroz y fréjol mungo con el 5, 10, 15, 20 y 25 % respectivamente, con el objetivo de crear una pasta de alto valor proteico gracias a su composición de aminoácidos. La harina de fréjol mungo que se obtuvo fue caracterizada física y químicamente. Para su producción se llevaron a cabo varias operaciones como son la selección, limpieza, remojo, secado y molienda; logrando obtener como resultado un rendimiento del 62.11%. Por medio del Software *Design Expert 11* se logró obtener la mejor formulación en base a los análisis sensoriales, la combinación fue de 20 % fréjol mungo, 20 % arroz y 27.96 % de harina de trigo, a la cual se le realizó la caracterización física, química, microbiológica, y composición de aminoácidos, los resultados fueron 10.04 % humedad, 12.91 % proteína, ausencia de *Staphylococcus aureus* y mohos y levadura, logrando así obtener una pasta que cumple con los parámetros indicados por la norma INEN para este tipo de producto. El fideo seleccionado tuvo un beneficio/costo de USD 1.30, lo que indica que por cada dólar que se invierte se obtiene una ganancia de USD 0.30 resultando ser factible.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593994107753	E-mail: nicole.menendez@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.	
	Teléfono: +593987361675	
	E-mail: noelia.caicedo@cu.uscg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	