



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TEMA:

Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate

AUTORA:

Zambrano Yont, Fernanda Katherine

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

TUTOR

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

Guayaquil, Ecuador

25 de febrero del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Zambrano Yont, Fernanda Katherine** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

TUTOR

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, 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 AGROINDUSTRIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Zambrano Yont, Fernanda Katherine**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate**, 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

Zambrano Yont, Fernanda Katherine



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Zambrano Yont, Fernanda Katherine**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular, **Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate**, 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:

Zambrano Yont, Fernanda Katherine



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate, presentado por el estudiante **Zambrano Yont, Fernanda Katherine**, 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	Zambrano Fernanda TICB2021.docx (D128030584)
Submitted	2022-02-16T15:19:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	fernanda.zambrano@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

Agradezco especialmente a mis padres y hermano por sus consejos y apoyo en cada decisión que he tomado, gracias por los valores enseñados; todo lo que hago es por y para ustedes.

También a mis compañeros y amigos de clases, especialmente Nicole y Kathya por el apoyo y la confianza brindada todos estos años. Además, me gustaría agradecer a mi tutor, el Ing. Jorge Velásquez Rivera, por su guía durante el desarrollo de este proyecto. Finalmente, gracias a todos los que me acompañaron durante mi proceso de formación.

Fernanda Katherine Zambrano Yont

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi padre Oswaldo, a mi madre Katherine y a mi hermano Cristhian, por acompañarme en todo momento y ser mi razón para seguir adelante. Finalmente me dedico este logro por nunca rendirme en alcanzar mis objetivos, y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron para cumplir mis metas.

Fernanda Katherine Zambrano Yont



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

TUTOR

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc.

COORDINADOR DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CALIFICACIÓN

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos	4
1.1.1	Objetivo general	4
1.1.2	Objetivos específicos	4
1.1.3	Planteamiento del problema	4
1.2	Hipótesis	4
2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Generalidades del fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	6
2.1.1	Características físicas	7
2.1.2	Usos del fréjol	8
2.2	Generalidades de la tusa de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	9
2.2.1	Características físicas	11
2.2.2	Usos de la tusa de maíz	11
2.3	Generalidades de las harinas	13
2.3.1	Harina de fréjol	14
2.3.2	Harina de tusa de maíz	16
2.4	Generalidades de las galletas	19
2.4.1	Tipos de galletas	20
2.4.2	Principales ingredientes para la elaboración de galletas	22
2.5	Evaluación sensorial	23
2.5.1	QDA (Análisis descriptivo cuantitativo)	24
2.6	Costo/Beneficio	25
3	MARCO METODOLÓGICO	27
3.1	Tipo de investigación	27
3.2	Ubicación del ensayo	27
3.2.1	Características climáticas	28
3.3	Duración	28
3.4	Materiales, equipos, insumos y reactivos	28
3.4.1	Insumos	28
3.4.2	Equipos	28
3.4.3	Materiales	28
3.5	Unidad de análisis	29
3.5.1	Población	29

3.5.2	Muestreo.....	29
3.5.3	Tamaño.....	29
3.6	Variables de calidad.....	29
3.7	Obtención de materias primas.....	30
3.7.1	Caracterización física de las materias primas.....	30
3.8	Obtención de las harinas.....	32
3.8.1	Obtención de harina de fréjol.....	32
3.8.2	Obtención de harina de tusa de maíz.....	33
3.8.3	Caracterización física de las harinas.....	35
3.8.4	Caracterización química y microbiológica de las harinas.....	36
3.8.5	Características sensoriales de las harinas.....	36
3.9	Diseño experimental.....	37
3.9.1	Fórmula testigo de galletas sabor a chocolate.....	37
3.9.2	Restricciones.....	37
3.9.3	Combinaciones de la galleta.....	38
3.9.4	Elaboración de galletas sabor a chocolate.....	39
3.9.5	Caracterización sensorial de las galletas sabor a chocolate.....	40
3.10	Caracterización sensorial de la mejor formulación.....	40
3.10.1	Caracterización física, química y microbiológica de la galleta ..	40
3.11	Análisis estadístico.....	40
3.12	Análisis de Varianza.....	41
3.12.1	Variables de costos.....	41
4	RESULTADOS.....	44
4.1	Caracterización física de las materias primas.....	44
4.2	Caracterización física, química y microbiológica de las harinas.....	45
4.3	Caracterizaciones sensoriales de las harinas.....	48
4.4	Caracterización sensorial de las galletas.....	50
4.4.1	QDA.....	50
4.4.2	Color.....	51
4.4.3	Olor.....	53
4.4.4	Sabor.....	55
4.4.5	Textura.....	57
4.4.1	Crocante.....	59
4.5	Mejor formulación.....	61

4.5.1	Caracterización física, química y microbiológica de la galleta. .	62
4.6	Determinación de costo/beneficio de las galletas	63
5	DISCUSIÓN	65
5.1	Caracterización física de las materias primas	65
5.1.1	Tamaño.....	65
5.1.2	Densidad.....	65
5.1.3	Masa.	65
5.1.4	Capacidad de retención de agua.....	66
5.2	Caracterización física, química y microbiológica de las harinas	66
5.2.1	Rendimiento.....	66
5.2.2	Humedad.	67
5.2.3	Tamaño de partícula.	67
5.2.4	pH.	68
5.2.5	Proteína.	68
5.2.1	Fibra cruda.....	69
5.2.2	Mohos y levaduras.....	70
5.3	Caracterización física, química y microbiológica de la galleta	70
5.3.1	Humedad.	70
5.3.1	pH.	70
5.3.2	Proteína.	71
5.3.3	Fibra cruda.....	71
5.3.4	Mohos y levaduras.....	72
5.4	Costo/beneficio de las galletas	72
6	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	74
6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas del fréjol rojo.....	8
Tabla 2. Requisitos microbiológicos de las harinas	14
Tabla 3. Características microbiológicas de la harina de fréjol rojo	15
Tabla 4. Características químicas de la harina de tusa de maíz tierno	18
Tabla 5. Características microbiológicas de la harina de tusa de maíz.....	18
Tabla 6. Tipos de galletas	20
Tabla 7. Requisitos bromatológicos de las galletas	20
Tabla 8. Características químicas de las galletas	21
Tabla 9. Requisitos microbiológicos de las galletas.....	22
Tabla 10. Clasificación de la evaluación sensorial.....	24
Tabla 11. Variables de calidad a analizar	30
Tabla 12. Caracterización química y microbiológica de las harinas	36
Tabla 13. Escala de Likert	36
Tabla 14. Fórmula testigo a utilizar en la investigación.....	37
Tabla 15. Restricciones de la formulación de la galleta	37
Tabla 16. Combinaciones y tratamientos.....	38
Tabla 17. Esquema del ANOVA con grados de libertad	41
Tabla 18. Resultados de las medidas del fréjol rojo seco	44
Tabla 19. Tamaño de partícula de la harina de fréjol rojo	46
Tabla 20. Tamaño de partícula de la harina de tusa de maíz	47
Tabla 21. Caracterización sensorial de las harinas.....	49
Tabla 22. Caracterización sensorial de las galletas	50
Tabla 23. ANOVA del parámetro color	51
Tabla 24. Ajuste estadístico de color	52
Tabla 25. ANOVA del parámetro olor	53
Tabla 26. Ajuste estadístico de olor.....	54
Tabla 27. ANOVA del parámetro sabor	55
Tabla 28. Ajuste estadístico de sabor.....	56
Tabla 29. ANOVA del parámetro textura	57
Tabla 30. Ajuste estadístico de textura.....	58
Tabla 31. ANOVA del parámetro crocante	59
Tabla 32. Ajuste estadístico de la variable crocante	60
Tabla 33. Combinación de la formulación sugerida	61

Tabla 34. Caracterizaciones sensoriales de comparación	62
Tabla 35. Caracterización física, química y microbiológica de las galletas ..	63
Tabla 36. Costo de producción de las galletas	63
Tabla 37. Costos indirectos	64
Tabla 38. Costo/Beneficio	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Localización del ensayo	27
Gráfico 2. Diagrama de flujo de la harina de fréjol	32
Gráfico 3. Diagrama de flujo de la harina de tusa de maíz	34
Gráfico 4. Diagrama de flujo de galletas	39
Gráfico 5. Fracción retenida de la harina de fréjol.....	46
Gráfico 6. Fracción retenida de la harina de fréjol.....	47
Gráfico 7. QDA de las harinas	49
Gráfico 8. QDA de los tratamientos	50
Gráfico 9. Superficie de respuesta del color	52
Gráfico 10. Superficie de respuesta del olor	54
Gráfico 11. Superficie de respuesta del sabor	56
Gráfico 12. Superficie de respuesta de la textura	58
Gráfico 13. Superficie de respuesta de la variable crocante	60
Gráfico 14. QDA de la fórmula testigo vs la fórmula sugerida	62

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una galleta sabor a chocolate a base de harinas de fréjol rojo seco y tusa de maíz tierno. Se estableció una metodología para la obtención de las harinas, las mismas que fueron analizadas en sus características de calidad; para la obtención de la galleta se trabajó con base en una fórmula de referencia publicada por Perry, Swanson, Lyon, y Savage (2003) y se establecieron restricciones cuya información fue ingresada en el programa estadístico *Design Expert*, el cual generó siete formulaciones que fueron procesadas y luego analizadas por un panel sensorial semi entrenado perteneciente a una empresa privada ubicada en el km. 26 vía Durán-Tambo utilizando para el efecto el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA). Los resultados sensoriales fueron ingresados en el mencionado software, el cual de acuerdo con las restricciones originó la fórmula seleccionada. Este nuevo producto fue elaborado junto con la fórmula testigo para propiciar una comparación. La nueva galleta fue más crocante que la galleta testigo y obtuvo mejores porcentajes de fibra (1.40 %) y proteína (4.67 %); además presentó valores de humedad de 3.26 %, un pH de 5 y 0.1×10^2 ufc/g de Mohos y levaduras, cumpliendo con lo establecido por la norma NTE INEN 2085. La galleta seleccionada tuvo un beneficio/costo de USD 1.30, es decir, que por cada dólar invertido se obtiene USD 0.30 de ganancia.

Palabras Clave: fréjol, tusa de maíz, harina de fréjol, harina de tusa de maíz, galletas, galleta sabor a chocolate

ABSTRACT

The objective of this work was to develop a chocolate flavored cookie based on dried red bean flours and cob corn. A methodology was established for obtaining the flours, the same ones that were analyzed in their quality characteristics; for obtaining the biscuit was worked on based on a reference formula published by Perry, Swanson, Lyon, and Savage (2003) and restrictions were established whose information was entered into the statistical program Design Expert, which generated seven formulations that were processed and then analyzed by a semi-trained sensory panel belonging to a private company located at km. 26 via Durán-Tambo using for the effect the QDA (Quantitative Descriptive Analysis). The sensory results were entered into the software, which according to the restrictions originated the selected formula. This new product was developed together with the witness formula to encourage a comparison. The new cookie was crispier than the control cookie and obtained better percentages of fiber (1.40 %) and protein (4.67 %); in addition, it presented moisture values of 3.26 %, a pH of 5 and 0.1×10^2 cfu/g of molds and yeasts, complying with the NTE INEN 2085. The selected cookie had a benefit/cost of USD 1.30, that is, for every dollar invested you get USD 0.30 of earning.

Keywords: bean, corn cob, bean flour, corn cob flour, cookies, chocolate flavor cookie

1 INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la mayoría de las industrias que se dedican a la elaboración de galletas lo hacen generalmente a base de harina de trigo, por lo cual la industria repostera busca innovar cada día con alimentos usando harinas no convencionales. El fréjol rojo seco es una leguminosa que está presente en la dieta diaria de los ecuatorianos y tiene un gran potencial para formar parte de las harinas no convencionales, ya que aportan más proteínas que los cereales. En el Ecuador, de acuerdo al censo realizado por el INEC en el 2020 la superficie sembrada de fréjol seco fue de 19 094 Has y con una producción de 11 873 Tm.

A medida que aumenta la población mundial, es vital explorar fuentes alternativas de nutrición y proteínas. Los residuos producidos por las industrias no son más que las materias que resultan de sus actividades, sin embargo, la falta de tecnologías y conocimientos limitan su posibilidad de uso, lo que resulta en que la mayoría de estos sean destinados a la alimentación animal, o a la producción de biocombustibles, por lo cual se cree que estos desperdicios no tienen la capacidad de ser parte de la alimentación del hombre.

La utilización de los residuos es importante, ya que ofrece nuevas alternativas de producción económica, además de disminuir los problemas ambientales que estos generan cuando no son desechados de forma correcta. En el caso del maíz para la alimentación humana, hoy en día, solo se emplean los granos, desechando la tusa, la cual es responsable de una gran cantidad de residuos que son usados para consumo animal o, por el contrario, son incinerados; se cree que se consume alrededor del 60 % mientras el otro 40 % pasa a ser un desperdicio.

Existen referencias del uso de la tusa de maíz para la elaboración de biocombustibles, bloques biodegradables, remoción de colorante y metales

pesados del agua; para el caso de la producción de alimentos destinados para el hombre, la información es escasa.

En los últimos años, se le ha dado mayor importancia a este tipo de harinas elaboradas a base de leguminosas y residuos agroindustriales, en vista de que poseen alto contenido nutricional, además, que estas harinas pueden ser usadas como sustituto total o parcial de otras harinas, para la elaboración de diferentes alimentos.

Con los antecedentes expuestos, el propósito de este trabajo es la elaboración de una galleta sabor a chocolate con la mezcla de harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), lo cual representa una posibilidad de alimentación sana y adecuada tanto para niños, adultos y ancianos, además de darle un valor agregado a las materias primas, y en el caso de la tusa de maíz demostrar que puede ser una alternativa para la industria de los alimentos destinados al hombre.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Desarrollar una galleta a base de harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar físicamente el fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno, para su uso en la producción de harinas.
- Establecer la metodología para la obtención de harinas a partir del fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno.
- Caracterizar física, química, microbiológica y sensorialmente las harinas obtenidas.
- Establecer la mejor formulación de galleta sabor a chocolate, a partir de un diseño de mezclas a base de las harinas estudiadas por medio de evaluación sensorial.
- Caracterizar física, química, microbiológica y sensorialmente la mejor formulación de galleta.
- Establecer el beneficio/costo en la producción de este tipo de producto.

1.1.3 Planteamiento del problema

¿La inclusión de harinas de fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno a la formulación de una galleta, sabor a chocolate permite la obtención de un producto que cumpla con los parámetros sensoriales?

1.2 Hipótesis

H0 La inclusión de harinas de fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno a la formulación de una galleta, sabor a chocolate no permite la obtención de un producto que cumpla con los parámetros sensoriales

H1 La inclusión de harinas de fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno a la formulación de una galleta, sabor a chocolate permite la obtención de un producto que cumpla con los parámetros sensoriales.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El fréjol es originario de Centroamérica y forma parte de las leguminosas más consumidas; entre sus nombres más comunes están poroto, habichuela, judía, alubia, caraota, etc. Esta leguminosa es una de las más cultivadas a nivel mundial ocupando el octavo lugar (Torres et al., 2014). Valladares (2010) en lo que se refiere a la taxonomía del fréjol común informa lo siguiente:

Nombre completo: *Phaseolus vulgaris* L.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Vulgaris*

Phaseolus vulgaris L. es la especie más popular del género *Phaseolus*. El fréjol es una herbácea anual, así como trepadora. Las hojas de esta especie son compuestas, con tres folíolos ovalados en forma de diamante, anchos y enteros a veces cubiertos de vellosidades. Una vez autopolinizadas, las flores dan lugar a vainas y semillas, pueden ser blancas, rojas, amarillas, marrones, negras, violetas, grises (Devi, 2021).

En la actualidad, el cultivo de *P. vulgaris* se da principalmente por los pequeños agricultores en América Latina, el Caribe, África y Asia, los cuales forman parte del 77 % del total de la producción a nivel mundial (FAO, 2018).

Esta leguminosa posee una humedad que se encuentra entre de 8.6 y 19.0 %, y un porcentaje de cenizas que va desde 3.8 a 5.0 % (Aguirre y Gómez, 2010; Corzo, Sánchez, Cardador, Martínez, y Jiménez, 2020; Fernández y Sánchez, 2017; Siddiq, Ravi, Harte, y Dolan, 2010; Velasco, San Martín, Aguilar, Pajarito y Mora, 2013). La variación de las características químicas se debe al tipo de fréjol, clima y suelo (Iqbal, Khalil, Ateeq y Sayyar, 2006).

Es una fuente de una gran cantidad de proteínas, vitaminas, nutrientes y minerales (Dorcinvil, Sotomayor y Beaver, 2010). El porcentaje de proteína en el fréjol rojo se encuentra entre 18.90 y 23.32 % (Aguirre y Gómez, 2010; Corzo et al., 2020; FAO, 2016; Siddiq et al., 2010), mientras que el de fibra se sitúa entre 3.66 y 3.80 % (Acevedo y Bressani, 1990; Siddiq et al., 2010). Tienen de dos a tres veces más fibra por 100 g de porción comestible que otros alimentos básicos (Basso, Ferreira, Wojeicchowski, Nogueira y Mottin, 2018). Además, contiene péptidos y compuestos fenólicos.

Por las razones enunciadas anteriormente el fréjol favorece la prevención y tratamiento de la mayoría de las enfermedades; como aporte a ello la FAO (2016) destaca los múltiples beneficios que aportan el potasio y la fibra presentes en ella, que ayudan a disminuir la presión arterial y a la reducción del colesterol LDL; así como problemas relacionados con la digestión y sistema nervioso.

2.1.1 Características físicas

Es un grano que tiene distintas formas redondas, ovaladas, elípticas, romboides, arriñonadas y cilíndricas (Singh, Debouck y Gepts, 1988), que además tienen distintos colores de acuerdo a su variedad. El color es una de las características de mayor importancia, ya que con él se puede determinar la calidad del mismo, además el fréjol debe estar exento de cualquier indicio de contaminación (fermentado, moho o guardado), así mismo debe estar libre

de sabores extraños (fermentado, avinagrado u otro) (Ospina, 2001). En la Tabla1 se presenta las medidas del fréjol rojo.

Tabla 1. Medidas del fréjol rojo

Autores	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
Corzo et al. (2020)	10.20	6.0	4.20
Aguirre y Gómez (2010)	12.90	7.10	5.45
Y. García (2016)	9.60	4.70	2.80

Fuente: Aguirre y Gómez (2010); Corzo et al. (2020); García (2016).

Elaborado por: La Autora

En cuanto a lo informado sobre la densidad del fréjol rojo se mostró un valor de 1.23 g/cm³, y una capacidad de retención de agua de 75 y 81 % (Gupta, Chhabra, Liu, Bakshi y Sathe, 2018; Hernández, Blandón, Escorcía y Blandón, 2017).

2.1.2 Usos del fréjol

Actualmente, el fréjol es usado con una gran variedad de propósitos entre los principales usos que se le da de acuerdo con Núcleo Ambiental S.A.S. (2015) son:

- **Industrial:** Enlatados, precocidos y producción de concentrados destinados a la alimentación animal.
- **Culinarios:** Es ampliamente utilizando en la elaboración de sopas, cremas, ensaladas, acompañamientos, además en países asiáticos se lo suele usar para la elaboración de dulces.
- **Medicinales:** Es usado para tratar la diabetes y enfermedades reumáticas.

2.2 Generalidades de la tusa de maíz (*Zea mays* L.)

El maíz después del trigo es uno de los cereales más cultivados en el mundo, siendo de gran importancia en el Ecuador debido a que está relacionado con la seguridad alimentaria de la población. Alrededor de 500 millones de toneladas se producen anualmente (Dowswell, Paliwal y Cantrell, 2019). La gran producción de maíz conlleva al mejoramiento del cultivo permitiéndole adaptarse a diferentes entornos. En cuanto a la taxonomía Valladares (2010) menciona lo siguiente:

Nombre completo: *Mays zea* L.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Mays*

La planta del maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte (60-80 cm de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caulinar con pocos macollos. Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas (Sánchez, 2014, p. 152).

Existen varias clases de maíz que se distinguen por sus diversos colores como: blanco, amarillo, morado, marrón y otros. El maíz dulce es el más consumido porque tiene un sabor más dulce que otros maíces; el aroma es más fragante y contiene azúcares bajos en grasa. Las variedades de maíz dulce tienen algunas características que tienen el tamaño de la mazorca

alrededor de 20-22 cm, el diámetro de la mazorca de 5 cm, el peso de la mazorca va entre 300 y 400 g (Anasiru, Ntau, Sumual, Assa y Labatjo, 2019).

Los diferentes tipos de maíz pertenecen a la misma especie estos pueden ser de distintas formas, tamaños, colores y texturas (Gear, 2006). Se ha venido usando el maíz para producir no solo en la gastronomía, sino que también para la fabricación de jarabe, aceite, harina o fécula, bebidas dulces; pinturas, papel hasta cosméticos, de igual manera se le da gran uso como bioetanol.

La creciente demanda de alimentos en todo el mundo ha generado una gran cantidad de desechos orgánicos, incluidos los residuos vegetales. La producción de residuos que genera el cultivo de maíz están constituidos por hojas, tallos, mazorca o tusa, esta biomasa residual se encuentra entre un 50 % aproximadamente (Bonilla y Usca, 2015). Así mismo, Zhang, Ghaly y Bingxi (2012) manifestaron que por cada kg de maíz seco producido, se producen alrededor de 0.15 kg de mazorcas, 0.22 kg de hojas y 0.50 kg de tallos.

El término residuo hace referencia a las materias que resultan de las actividades de producción agroindustrial, es así como tanto debido a la falta de tecnología para su transformación y falta de conocimientos sobre las posibles alternativas dichos desperdicios muchas veces no son aprovechados (Córdoba et al., 2013).

Larrea, Ugaz y Flórez (2018) consideran que los beneficios del reciclaje de los residuos orgánicos generados por las agroindustrias son:

- Reduce la cantidad de desperdicios que generalmente acaban en vertederos para luego ser incinerados.
- Termina con el ciclo de los residuos orgánicos.

- Es posible obtener un abono para las plantas, exento de productos químicos, que a su vez enriquece el suelo.

La tusa de maíz es el núcleo cilíndrico esponjoso blanco, que lleva los granos del maíz; se la obtiene luego del desgrane del maíz, muchos productores optan por quemarla, actividad que resulta contaminante, ya que se liberan compuestos tóxicos para el hombre y el medio ambiente. Otros las usan como biomasa y abono, sin embargo, debido a la cantidad que se produce no llega a aprovecharse en su totalidad.

Martillo, Jaén, Oliva y Silva Electo (2019) en su investigación resaltan que en el Ecuador exactamente en la provincia de Los Ríos y Guayas se generan 0.186 Tm aproximadamente de tusa por cada tonelada de maíz. Esta fibra cruda está compuesta de carbohidratos como: pectina, hemicelulosa, celulosa y lignina (Guzmán, 2018) que actúa como un agente de carga aumentando el contenido de humedad de las heces y, por lo tanto, facilita la movilidad intestinal.

2.2.1 Características físicas.

La tusa de maíz es un cuerpo cilíndrico grueso, robusto y esponjoso, además es de color blanco, tiene una longitud de máximo 20.0 cm y mínimo 6.20 cm y diámetro de 3.38 a 1.20 cm, así mismo tiene una densidad de 0.45 a 0.10 g/cm³, masa de 61.87 a 4.79 g, volumen de 183.89 a 13.91 cm³ y un promedio de capacidad de retención de agua de tres veces su peso para la tusa de maíz seca (Jansen y Lübberstedt, 2012; Kaliyan y Morey, 2010; Pinto et al., 2012; Quispe, Arroyo y Gorriti, 2011).

2.2.2 Usos de la tusa de maíz.

En cuanto a los usos que se le ha dado a la tusa de maíz aún no hay evidencia que se haya aplicado a alguna industria en específico, sin embargo, se han realizado diversas investigaciones sobre sus múltiples usos por mencionar algunos tenemos:

- **Reducción de colorantes de aguas residuales:** gracias a su capacidad absorbente Moreno, Figueroa y Hormaza (2012) demostraron que la tusa de maíz da resultados positivos en la disminución de turbidez y color del agua.
- **Fuente de energías renovables:** Forero (2013) por su parte mezcló la tusa del maíz con otros materiales y obtuvo como resultado que al incrementar el porcentaje de tusa en la mezcla disminuyeron los porcentajes azufre.
- **Producción de bloques:** en la investigación realizada por Domínguez y Loor (2018) a partir de la tusa de maíz triturada crearon tableros aglomerados que gracias a su estructura compacta son resistentes a perforaciones.
- **Elaboración de suplementos alimenticios para animales:** gracias a su composición nutricional se lo ha venido usando para la elaboración de piensos destinados a la alimentación animal.
- **Sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan:** Hamzah y Fang (2012) en su trabajo de sustitución parcial de harina de trigo con harina de tusa de maíz para la elaboración de un pan con alto contenido de fibra, obteniendo como resultados que el porcentaje de harina de tusa de maíz morado no provocó cambios importantes en la composición química del producto final. Por otro lado, Moreno y Pizarro (2013) obtuvieron que la mejor formulación de pan artesanal con una sustitución del 5 % de harina de trigo con harina de maíz morado fue la que tuvo mejor aceptación sensorial.
- **Obtención de alcohol etílico:** el trabajo de Chipre (2021) consistía en obtener alcohol etílico mediante una fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* a partir de la tusa del maíz morado, donde obtuvieron hasta 85 ° alcohólicos.
- **Elaboración de un protector solar a partir de antocianinas de la tusa de maíz morado:** Boñón y Paredes (2020) analizaron la antocianinas de la tusa de maíz morado y obtuvieron como

resultados que tiene una concentración total de antocianinas de 8.02 mg/g resultando en un protector solar con un factor de protección solar de 43.4 FPS.

- **Producción de ácido láctico:** El ácido L-láctico se produjo a partir de un hidrolizado de la tusa de maíz utilizando una preparación de celulasa de *Acremonium* (Shigenobu et al., 2004).

La evidencia científica desarrollada hasta el momento no muestra que en la actualidad se conozca a cerca de los usos de la tusa de maíz como base o aditivo para elaboración de alimentos destinado al consumo humano.

2.3 Generalidades de las harinas

Es el resultado de la molienda ya sea de cereales, leguminosas y tubérculos que da como resultado un polvo fino, actualmente, existen harina enriquecida (que se le ha adicionado algún producto con el fin de aumentar su valor nutricional), harina compuesta (se da cuando se mezclan harinas de diferentes procedencias), harina integral (molienda del cereal sin refinar) (Mero y Cruz, 2018).

La harina de trigo es el principal ingrediente de muchos productos a nivel mundial esta se compone principalmente de entre 70 y 75 % de almidón, 10 y 14 % de humedad, 8.87 y 12 % de proteínas y fibra de 0.35 y 2.33 %. Además, polisacáridos y lípidos (Goesaert et al., 2005; Leon et al., 2020; Reyes, Palomo y Bressani, 2004; Sirichokworrakit, Phetkhut y Khommoon, 2015).

Los requerimientos microbiológicos para la harina de trigo de acuerdo a la norma NTE INEN 616 (2006) son los que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos de la harina de trigo

Requisito	Límite máximo
Aerobios mesófilos, ufc/g	100 000
Coliformes, ufc/g	100
<i>E. Coli</i>, ufc/g	0
<i>Salmonella</i>, ufc/25 g	0
Mohos y Levaduras, ufc/g	500

Fuente: NTE INEN 616 (2006)

Elaborado por: La Autora

Actualmente, el uso de harina que no sean de trigo ha estado en tendencia creciente en la panificación repostería o snacks, buscando alternativas más económicas, saludables y aptas para todo público (Hoxha, Xhabiri y Deliu, 2020).

2.3.1 Harina de fréjol.

La producción de harina a partir de leguminosas conlleva el lavado de granos, la cocción (opcional), la molienda, el secado y el envasado. Se han realizado diversos estudios en los que se realizan sustituciones parciales y totales de la harina de trigo con estas para el desarrollo de diversos productos. Chandra, Singh y Kumari (2015) mencionan que este tipo de harinas son denominadas “Harinas compuestas” es decir que es harina rica en nutrientes esenciales para la dieta humana (Blandón y Larios, 2019).

2.3.1.1 Características físicas.

En cuanto a las características físicas de la harina de fréjol, Hernández, Blandón, Escorcía y Blandón (2017) mencionan que el promedio del diámetro fue de 0.191 mm, sin embargo, Blandón y Larios (2019) realizaron la granulometría de la harina de fréjol rojo mediante un juego de tamices obtuvieron un diámetro de partícula de 0.2231 mm, con una densidad de 0.714 g/cm³.

El rendimiento para la harina a partir de esta leguminosa de acuerdo a lo presentado por otros autores es de 68.67 %, esto se debe a que durante el secado y la molienda existen pérdidas de humedad y masa (Blandón y Larios, 2019). Referente a la capacidad de retención de agua, en la harina de fréjol rojo se han reportado valores de 1.82 y 2.20 g/g (Gupta et al., 2018).

2.3.1.2 Características químicas.

En cuanto a los análisis químicos de la harina de fréjol rojo se han reportado resultados de humedad de 7.26 a 12.32 %, cenizas de 3.50 a 4.0 %, proteínas de 15.04 a 25.34 %, fibra de 1.33 a 2.50 %, pH de 6.96 y acidez de 0.429 % (Blandón y Larios, 2019; Gu, Pratiwi y Ganjyal, 2019; Manonmani, Bhol y Bosco, 2014; Roldan y Vásquez, 2011). De igual forma Santos (2013) corrobora que el pH de la harina es de 6.92 para la harina con fréjol rojo cocinado y molido, y 6.83 para la harina de fréjol molido en seco. Lo que quiere decir que indistintamente de la metodología que se use para su obtención el pH presenta valores muy semejantes.

2.3.1.3 Características microbiológicas.

Salinas (2017) realizó análisis microbiológicos a la harina de fréjol rojo biofortificado y reportó el resultado que se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Características microbiológicas de la harina de fréjol rojo

Agente microbiano	Resultado
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia
Coliformes totales, ufc/g	< 3 Ufc/g
Mesófilos aerobios, ufc/g	150 Ufc/g
Hongos y levaduras, ufc/g	580 Ufc/g

Fuente: Salinas (2017)

Elaborado por: La Autora

Se puede observar que no hay presencia de *Salmonella spp.* esto se debe a que este agente microbiano muere a los 70 °C es decir que cualquier presencia en el grano se controla en la cocción. En cuanto al resto de agentes microbianos se verifica el cumplimiento de la norma específica del país donde se realizó el estudio, sin embargo, de acuerdo a lo especificado en la Tabla 2 los requisitos para los mohos y levadura permitidos por la norma NTE INEN 616 (2006) es de 500 ufc/g lo que quiere decir que no cumplió con lo establecido por la norma ecuatoriana.

2.3.1.4 Características organolépticas.

El color, olor y sabor de la harina de fréjol depende del tipo y color del grano que se use y la madurez de este. Roldan y Vásquez (2011) realizó la harina de fréjol rojo moteado y obtuvo una harina, con un olor y sabor característico del grano. Así mismo (UNDERSUN, s/f) mencionó algunas características organolépticas de la harina de fréjol rojo seco donde la describe como un polvo rojo claro fino que tiene un olor y sabor característico.

Hernández et al. (2017) elaboraron una torta con sustitución parcial de harina de trigo y de acuerdo a las encuestas que realizaron a sus penalistas no entrenados obtuvieron que el 90 % respondieron entre “Me gusta” y “Me gusta mucho” para el color y el olor, mientras que para la textura solo el 70 % respondieron entre “Me gusta” y “Me gusta mucho”.

2.3.2 Harina de tusa de maíz.

La harina de tusa de maíz es una de las harinas denominadas sucedánea rica en fibra; Ramírez (2012) señala que la fibra es la unión de lignina y polisacáridos, finalmente para la elaboración de la harina de tusa de maíz se necesitan de diferentes procesos unitarios tales como recepción, selección, desgranado, trozado, secado, molienda, tamizado (S. Moreno y Pizarro, 2013) para obtener harina.

2.3.2.1 Características físicas.

La harina de tusa de maíz fabricada por Castillo et al. (2021) tuvo un rendimiento general de 40.27 % que lo obtuvieron de tomar la masa inicial de las tusas de maíz antes del secado y la molienda; además también calcularon el rendimiento de la molienda de 98.65 % lo que corresponde a 1.35 % de pérdidas en el molino de cuchillas semi industrial.

La granulometría de esta harina fue calculada en un juego de mallas de 53 a 400 μm , donde evidenció que el mayor porcentaje de retención de la harina fue de 62.68 % en el tamiz de 400 μm , mientras que el menor porcentaje de retención se observó en el tamiz de 53 μm con 6.81 % (Castillo et al., 2021).

2.3.2.2 Características químicas.

Carrasco y Sánchez (2020); S. Moreno y Pizarro (2013) elaboraron la harina de tusa de maíz morado y realizaron la caracterización química de la misma, donde obtuvieron porcentajes de humedad de 5.15 y 11.3 %, porcentajes de ceniza de 1.7 y 4.1 %, proteína de 3.78 y 7.9 %, fibra de 5.25 y 28.4 %; las diferencias significativas en las humedades, cenizas y fibras se deben a que se utilizaron distintas variedades de maíz morado, así mismo obtuvieron un pH y acidez de 4.8 y 0.5 %, respectivamente.

Por otro lado, otros autores también han caracterizado la harina de tusa de maíz tierno dando como resultado lo presentado en la Tabla 4, donde se observa que el porcentaje de humedad es mucho menor a la reportada en la harina de maíz morado, en cuanto a las cenizas, proteína y fibra cruda no hubo grandes diferencias, por lo que se refiere al porcentaje de fibra la tusa de maíz reportó mayor cantidad.

Tabla 4. Características químicas de la harina de tusa de maíz tierno

Parámetro	Valor
Humedad, %	1.16 a 4.54
Ceniza, %	1.8 a 3.04
Proteína, %	4.19 a 6.7
Fibra cruda, %	12 a 14.92

Fuente: Abubakar et al. (2016); Awosusi, Ayeni, Adeleke y Daramola (2017); Castillo et al. (2021); K. García et al. (2019); Kaliyan y Morey (2010); Lau, Harbourne y Oruña (2019)

Elaborado por: La Autora

2.3.2.3 Características microbiológicas.

Carrasco y Sánchez (2020) en su investigación manifestaron los análisis microbiológicos de la tusa de maíz morado que se muestran en la Tabla 5 demostrando que los resultados no sobrepasan los límites permitidos por la norma del Perú.

Tabla 5. Características microbiológicas de la harina de tusa de maíz

Agente microbiano	Resultado
Mohos, ufc/g	20
<i>Esherichia coli</i>, ufc/g	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>, ufc/g	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>, ufc/g	Ausencia
Aerobios mesófilos, ufc/g	80

Fuente: Carrasco y Sánchez (2020)

Elaborado por: La Autora

2.3.2.4 Características organolépticas.

Las características organolépticas de la tusa van de acuerdo con el tipo de maíz. Acorde a los anexos de Carrasco y Sánchez (2020) y S. Moreno y Pizarro (2013) quienes realizaron harina de tusa de maíz morado, reportaron

una harina de color morado, en cuanto al olor se mantuvo el olor característico (leñoso y fragante), de igual forma el sabor fue ligeramente amargo.

2.4 Generalidades de las galletas.

Las galletas son uno de los aperitivos más populares, generalmente son elaboradas de harina de trigo, además en su formulación dependiendo del tipo de galleta pueden contener grandes cantidades de azúcar, junto con materia grasa y mínima cantidad de líquidos (Lezcano, 2000) y junto a otros ingredientes que se pueden incluir como levadura, agentes leudantes químicos, jarabes, sal, emulsionantes y otros. Son productos de consumo directo y además tienen larga vida de duración (Abayomi, Oresanya, Opeifa y Rasheed, 2013).

Las galletas son uno de los productos más relevantes de la repostería, ya que son versátiles de consumo masivo. Fueron un invento estadounidense, sin embargo, actualmente, se pueden encontrar algunas versiones de estas de acuerdo con los diferentes países. La Real Academia Española (2014) define las galletas como una pasta que se compone de principalmente de ingredientes como harina, azúcar y en ocasiones huevo y grasa, que son finalmente horneadas en el horno.

La mayoría de las galletas comúnmente son elaboradas con harina de trigo. Si bien es cierto el gluten juega un papel importante en los procesos alimentarios de repostería, en la mayoría de los tipos de galletas no se desarrolla una estructura glútea debido al alto contenido de grasas y azúcares en las recetas y al escaso trabajo mecánico impartido en el proceso de mezcla (Mancebo, Picón y Gómez, 2015; Pareyt y Delcour, 2008). Por esta razón es posible elaborar galletas sin gluten que además conservan características muy similares a las elaboradas con harina de trigo común (Mancebo et al., 2015; Rai, Kaur y Singh, 2011; Torbica, Hadnadev y Dapčević, 2012).

2.4.1 Tipos de galletas.

Existen diversos sabores de galletas. Actualmente, hay una gran variedad de galletas en cuanto a ingredientes, forma y cocción. Citando la norma ecuatoriana NTE INEN 2085 (2005) los tipos de galletas se detallan en la Tabla 6:

Tabla 6. Tipos de galletas

Tipo de galleta	Características
Saladas	Contienen mayor cantidad de sal.
Dulces	Contienen mayor cantidad de dulce.
Wafer	Cocción de una masa líquida y que contiene relleno.
Con relleno	Se le añade relleno.
Revestidas o recubierta	Están recubiertas exteriormente estas pueden estar o no rellenas.

Fuente: NTE INEN 2085 (2005)

Elaborado por: La Autora

2.4.1.1 *Características químicas.*

De acuerdo a lo que se menciona en la norma NTE INEN 2085 (2005) las galletas deben cumplir requisitos de la Tabla 7.

Tabla 7. Requisitos bromatológicos de las galletas

Requisitos	Min	Max
pH	5.5	9.5
Proteína, %	3.0	-
Humedad, %	-	10.0

Fuente: NTE INEN 2085 (2005)

Elaborado por: La Autora

Bazán, Gabrielli, Acosta y Rojas (2015); Díaz, Acevedo y Garcia (2013); Leon et al. (2020); Logroño, Fonseca y Betancourt (2018); Logroño, Vallejo y

Benítez (2015); Macías et al. (2013); Pérez et al. (2018) muestran los resultados de galletas de harina de trigo que usaron como fórmula testigo en su investigación obteniendo valores de 3.35 a 9.36 % de humedad, 5.25 a 9.14 % de proteína, de 0.43 a 5.28 % de fibra de y un pH de 6.67.

Challco (2020) elaboró galletas con harina de fréjol y la caracterización química de estas dio como resultados los datos mencionados en la Tabla 8. Por otro lado, Carrasco y Sánchez (2020) realizaron una galleta con sustitución parcial (15 %) con harina de tusa de maíz morado y la caracterización de la mejor formulación de acuerdo a los análisis sensoriales se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Características químicas de las galletas

Característica	Galleta con harina de fréjol	Galleta con harina de tusa de maíz morada (15 %)
Humedad, %	9.45	3.35
Proteína, %	10.27	4.78
Ceniza, %	0.97	1.2
Fibra, %	-	0.75

Fuente: Carrasco y Sánchez (2020); Challco (2020)

Elaborado por: La Autora

2.4.1.2 Características microbiológicas.

Algunos de los requisitos microbiológicos que se encuentran en la Tabla 9, son los que la norma NTE INEN 2085 (2005) menciona que deben cumplir.

Tabla 9. Requisitos microbiológicos de las galletas

Requisitos	m	M
Mohos y levaduras, ufc/g	2.0x10 ²	5.0x10 ²
Coliformes totales, ufc/g	< 1.0x10 ²	1.0x10 ²

m: nivel de aceptación; M: nivel de rechazo

Fuente: NTE INEN 2 085 (2005)

Elaborado por: La Autora

2.4.2 Principales ingredientes para la elaboración de galletas.

2.4.2.1 Harina.

El ingrediente principal que forma la estructura de la galleta; aporta elasticidad y textura a partir de su capacidad de retener líquidos. Aportan un sabor especial a la vez que permiten la adición de una amplia variedad de aromatizantes que definen el mercado. También permite que las galletas se doren en el horno y formen la base de los nutrientes que debe contener el alimento. Su contenido de proteínas y grasas (Rodríguez, 2016).

2.4.2.2 Azúcar.

El azúcar cristalino tiene una influencia en el aspecto y la textura de las galletas. Agregar azúcar a la receta reducirá la viscosidad de la masa. Aumenta la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas con alto contenido de azúcar se caracterizan por una estructura muy cohesiva y una textura crujiente. Durante el proceso de cocción, el azúcar produce una decoloración marrón en la superficie (Maache, Bouvier, Allaf y Patras, 1998).

2.4.2.3 Grasa.

La grasa en la elaboración de las galletas juega un papel importante, ya que mejora el sabor, la apariencia, la textura y proporcionando lubricidad. También se encargan de alargar la vida del producto al inhibir la pérdida de humedad y sustancias volátiles (Bayas, 2010).

2.4.2.4 Huevo.

El huevo en las galletas proporcionan una mejor estructura y humedad, de igual forma proporcionan características organolépticas como sabor, color y textura (Cedeño y Zambrano, 2014).

2.4.2.5 Otros ingredientes.

A las galletas se les suele adicionar aditivos como: saborizantes, emulsificantes, acentuadores de sabor, leudantes, humectantes y colorantes (NTE INEN 2085, 2005).

- **Cacao en polvo:** para la elaboración de galletas sabor a chocolate se usan pequeñas cantidades de cacao en polvo, el este es un ingrediente con un pH ácido y puede llegar a reemplazar un cierto porcentaje de la harina, sin embargo para esto se debe tomar en cuenta que mientras más cacao en polvo se use la masa necesitará más líquidos para obtener la misma masa (V. García, 2013).
- **Chocolate:** generalmente es empleado en la elaboración de galletas, sobre todo como aromatizante, así mismo como aderezo y a veces como aglutinante, de igual forma las chispas de chocolate se suelen agregar a la masa (Vanstone y Beckerman, 2013).
- **Extractos y esencias:** las hay de vainilla, café, pistachos, almendras, entre otras. Estos suelen ser de preferencia líquidos y en pequeñas cantidades, aportan sabor a la receta, sin llegar a afectar la textura de las galletas (V. García, 2013)

2.5 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es un método científico que mide, analiza e interpreta las reacciones a los alimentos tal como las perciben los ojos, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Como otros métodos científicos el método

de medición sensorial se asocia con exactitud, precisión y sensibilidad y evita falsas alarmas (Choi, 2013).

La evaluación sensorial “es un medio para determinar si se perciben las diferencias de productos, la base de las diferencias y si un producto gusta más que otro, (...). La información sensorial debe ser una parte integral de cualquier esfuerzo de producto, ya sea en la etapa de formulación o en la etapa de marketing si se espera tener más éxito en satisfacer las expectativas del consumidor. (Stone, 2018, p. 2)

La evolución sensorial se clasifica en discriminatoria, descriptiva y afectiva estas se diferencian por el interés tal como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación de la evaluación sensorial

Clasificación	Objeto	Características del panel sensorial
Discriminatoria	Se encarga de determinar las diferencias percibidas entre dos productos	Panel sensorial semi entrenado o entrenado
Discriminatoria	Se encarga de determinar la raíz de las diferencias sensoriales	Panel sensorial semi entrenado o entrenado
Afectiva	Se encarga de analizar qué tan aceptable es un producto	No entrenado

Fuente: Domínguez (2007)

Elaborado por: La Autora

2.5.1 QDA (Análisis descriptivo cuantitativo).

El análisis sensorial descriptivo (QDA) fue planteado en 1974, este el primer punto a tomar en cuenta cuando se desee caracterizar un producto o desarrollar nuevos productos (Dairou y Sieffermann, 2002). Pacheco y González (2013) mencionan que “El método descriptivo puede dar aportes

significativos sobre la calidad sensorial de productos agroindustriales, así como los ingredientes que pueden ser utilizados en su formulación”. (p. 65)

Este método permite cuantificar los aspectos sensoriales, para poder hacer comparaciones con productos similares ya existentes en el mercado, para lograr todo esto el panel sensorial deber ser entrenado para que tengan la capacidad de identificar la intensidad de las características sensoriales de forma más precisa.

Los objetivos del método QDA que resaltan Pellegrino et al. (2013) incluyen:

- Proporcionar un procedimiento científicamente riguroso con resultados cuantificables.
- Producir resultados directamente generalizables a los consumidores
- Involucrar todas las modalidades sensoriales y su interacción

2.5.1.1 Escala Likert.

La escala Likert es un método de medición en el que se pide al evaluador que mida la intensidad de un estímulo asignando un valor (categoría) en una escala limitada, que suele ser numérica. La escala Likert se usa ampliamente en el análisis sensorial para respuestas afectivas (Pimentel, Gomes da Cruz y Deliza, 2015).

2.6 Costo/Beneficio

La relación costo/beneficio, conocida también como índice neto de rentabilidad; esta herramienta analiza los recursos con los que se cuenta, este análisis es fundamental al momento de la toma de decisiones, ya que tiene relación con las necesidades para los cual se usaron los recursos inicialmente Arévalo Briones, Pastrano Quintana y Armijos Jumbo (2016) indica que “La forma de medir los costos se define como la valorización monetaria del esfuerzo, pero no implica una definición única ni específica sigue siendo

relativa y depende del enfoque de quien lo analice o ejecute el esfuerzo” (p. 506).

Así mismo Aguilera (2017) menciona que el análisis costo/beneficio es una herramienta que evalúa un determinado proyecto con el fin de tomar decisiones, para ello se deben determinar el total de los costos y beneficios de todas las alternativas presentadas para escoger la mejor o la más factible, que tiene como objetivo comparar la suma de los costos y beneficios, finalmente permite calcular el efecto del proyecto en la sociedad, cuando es rentable fue positivo mientras que cuando es negativo significa que el proyecto no es factible por ende no se justifica su desarrollo (Muñoz, Murrieta, Pérez y Vela, 2019).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de nivel experimental, ya que, a través de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales, se evaluó qué tratamiento fue el que tenía mayor grado de aceptación. Así mismo es una investigación descriptiva, puesto que se describieron los resultados de todos los tratamientos realizados.

3.2 Ubicación del ensayo

Este presente trabajo de integración curricular se desarrolló en el laboratorio de una empresa privada dedicada al procesamiento de café atomizado, ubicada en el Km. 26 vía Duran Tambo con coordenadas $2^{\circ}14'53.0''S$ $79^{\circ}39'04.1''W$. En el Gráfico 1 se presenta la ubicación geográfica de la empresa.

Gráfico 1. Localización del ensayo



Fuente: Google maps (2021)

Algunos de los análisis químicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio PROTAL.

3.2.1 Características climáticas.

La ciudad de Guayaquil de acuerdo a lo establecido por Climate-data.org (2021) se encuentra a la altura de 8 m sobre el nivel del mar y su clima es relativamente húmedo y posee una temperatura media anual de 24.1 °C.

3.3 Duración

Este proyecto tuvo tres meses de duración después de su aprobación.

3.4 Materiales, equipos, insumos y reactivos

3.4.1 Insumos.

- Tusa de maíz tierno
- Fréjol rojo
- Mantequilla
- Azúcar
- Huevos
- Sal
- Esencia de vainilla
- Bicarbonato de sodio
- Chocolate amargo
- Cacao en polvo
- Chispas de chocolate

3.4.2 Equipos.

- Calibrador (Pie de rey)
- Balanza
- Balanza de humedad
- Cocina
- Molino
- Deshidratador
- Batidora
- Juego de tamices
- Papel tornasol
- Horno

3.4.3 Materiales.

- Cuchillos
- Vasos de precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Recipientes de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable
- Matraz
- Pipetas
- Probetas

3.5 Unidad de análisis

3.5.1 Población.

La población que se seleccionó para el presente trabajo fue el fréjol rojo seco y la tusa del maíz tierno este último obtenido de los desechos agroindustriales de la provincia del Guayas.

3.5.2 Muestreo.

El muestreo de las materias primas fue aleatorio en función de ciertos parámetros, en el caso del fréjol fue de acuerdo con la calidad del grano, es decir, libre de hongos o afectaciones producidas por insectos; mientras que para la tusa de maíz se tomó en cuenta el tamaño, condición, color y que se encontrara libre de hongos y plagas.

3.5.3 Tamaño.

En el desarrollo de esta investigación se usaron alrededor de 3 kg de fréjol rojo, y en cuanto a la tusa de maíz tierno se usaron alrededor de 160 unidades.

3.6 Variables de calidad.

Las variables de calidad que se tomaron en cuenta en este ensayo son las que se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Variables de calidad a analizar

Variable de calidad	Materias primas	Harinas	Galleta
pH		X	X
Densidad, g/cm ³	X		
Tamaño, cm	X		
Humedad, %		X	X
Masa, g	X		
Capacidad de retención de agua, %	X		
Rendimiento, %		X	X
Tamaño de partícula, μ		X	
Proteína, %		X	X
Fibra, %		X	X
Mohos y Levaduras, ufc/g		X	X
Olor	X	X	X
Sabor		X	X
Color	X	X	X
Textura		X	X

Elaborado por: La Autora

3.7 Obtención de materias primas

3.7.1 Caracterización física de las materias primas.

Se realizó una caracterización física del fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno para su uso en la producción de harinas. Estos parámetros fueron:

3.7.1.1 Tamaño.

Las medidas se tomaron a 20 granos y 20 tusas para la obtención de la desviación estándar de las medias del tamaño. Se lo realizó con ayuda de un calibrador Vernier (Pie de rey) de acero inoxidable de la marca Surtek de rango de 0 a 6 in, y con una precisión de ± 0.03 mm.

3.7.1.2 Densidad.

Por un lado, se sumergieron 25 g de fréjol rojo seco en agua destilada, mientras que para la tusa se tomó una unidad y se aplicó el mismo procedimiento, y por desplazamiento del volumen se determinó la densidad.

$$V = \text{Volumen total} - \text{Volumen inicial}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

V= volumen desplazado por las materias primas

ρ = densidad

m= masa

3.7.1.3 Masa.

La masa de las materias primas se la realizó con ayuda de una balanza digital Mettler Toledo modelo ME4001. Para la obtención de la masa del fréjol rojo seco se la determinó pesando 100 semillas, mientras que para la tusa de maíz se seleccionaron 20 unidades con características similares, luego se obtuvo la desviación estándar de las masas.

3.7.1.4 Capacidad de retención de agua.

Para determinar la capacidad de retención de agua en las semillas de fréjol se usó la metodología usada por Jacinto, Hernández, Azpíroz, Acosta y Bernal (2002) que consiste en sumergir en agua destilada cierta cantidad de semillas en este caso fueron 100 g y dejarlos remojando durante 18 horas. En lo que respecta a la tusa se usó la metodología de Pinto et al. (2012) que consiste en colocar muestras de mazorcas de maíz en un recipiente lleno de agua destilada hasta saturar las muestras. Se utilizaron diez muestras de mazorcas de maíz seleccionadas al azar, tal como explicó el autor citado.

Ambas materias primas se pesaron antes y después del remojo para luego usar la siguiente fórmula:

$$CRA = \frac{P_1 - P_0}{P_0} * 100$$

Donde:

CRA= capacidad de retención de agua

P₁= masa de la muestra después del remojo

P₀= masa inicial de la muestra

3.8 Obtención de las harinas

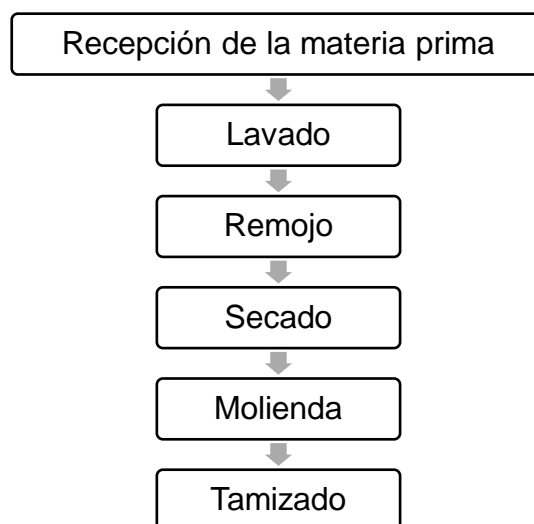
3.8.1 Obtención de harina de fréjol.

La elaboración de la harina de fréjol rojo se realizó utilizando la metodología de Hernández García, Blandón Rivera, Escorcía Rivera y Blandón Navarro (2017).

3.8.1.1 *Diagrama de flujo de la obtención de harina de fréjol.*

En el Gráfico 2 se detalla el proceso de elaboración de la harina de fréjol.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la harina de fréjol



Fuente: Hernández et al. (2017)

Elaborado por: La Autora

- **Recepción de la materia prima:** Se recibió y se realizó una inspección visual para ratificar que el fréjol se encontrara en buen estado, libre de plagas y materiales extraños, para luego realizar los análisis físicos.
- **Lavado:** Mediante un lavado minucioso con agua potable se eliminaron las impurezas, así mismo el lavado de los granos ayuda a reducir ciertas sustancias que pueden llegar a causar problemas gastrointestinales en algunas personas.
- **Remojado:** El fréjol se remojó por 12 horas aproximadamente con 4 veces su volumen de agua.
- **Secado:** El secado se realizó en un deshidratador de 20 bandejas (UCK, China) a una temperatura de 60 °C durante 5 horas.
- **Molienda:** Con ayuda de un molino corona (Coara, Ecuador) para luego llevar la muestra a una licuadora (Oster, México) con el fin de pulverizarla. Se realizó la molienda hasta alcanzar la granulometría correcta.
- **Tamizado:** Luego la harina de fréjol procesada con ayuda de un juego de tamices (Dual MFG. CO., USA) se realizaron los análisis granulométricos.

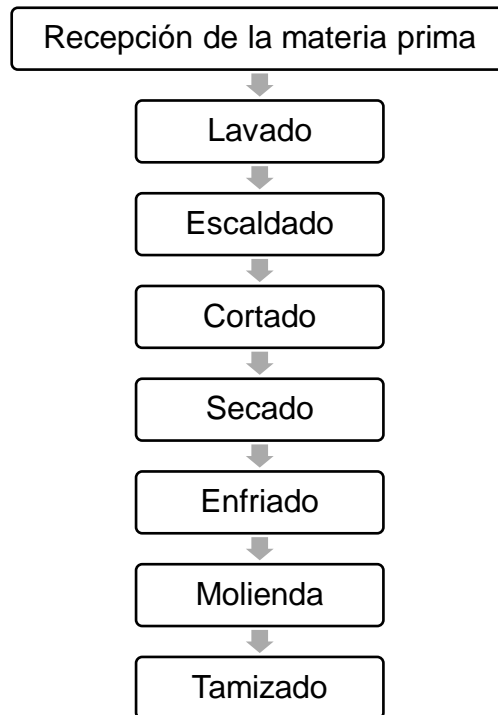
3.8.2 Obtención de harina de tusa de maíz.

Para la elaboración de la harina de tusa de maíz se usó la metodología empleada por Hamzah y Fang (2012) tal como se menciona en el Gráfico 2.

3.8.2.1 Diagrama de flujo de la obtención de la harina de tusa de maíz.

En el Gráfico 3 se detalla el proceso de elaboración de la harina de fréjol.

Gráfico 3. Diagrama de flujo de la harina de tusa de maíz



Fuente: Hamzah y Fang (2012)

Elaborado por: La Autora

- **Recepción de la materia prima:** Se receptaron únicamente la materia prima que se encuentre en buen estado y libre de hongos y plagas, para luego realizar los análisis físicos y químicos.
- **Lavado:** Mediante un lavado intensivo con agua potable se eliminaron las impurezas.
- **Escaldado:** Se la realizó un escaldado al vapor a durante 5 minutos.
- **Cortado:** Se cortaron la tusa en rodajas con un grosor de 2 cm.
- **Secado:** En el deshidratador a 60 °C durante 11 horas.
- **Enfriado:** se enfrió a temperatura ambiente.
- **Molienda:** Con ayuda de un molino corona (Coara, Ecuador) para luego llevar la muestra a una licuadora (Oster, México) con el fin de pulverizarla. Se realizó la molienda hasta alcanzar la granulometría correcta.

- **Tamizado:** Luego la harina de tusa de maíz pasó por tamices para los análisis granulométricos.

3.8.3 Caracterización física de las harinas.

3.8.3.1 Rendimiento.

El rendimiento de harina de fréjol, Blandón y Larios (2019) lo calcularon con la siguiente fórmula:

$$\%Rendimiento = \frac{g \text{ de harina}}{g \text{ de fréjoles}} * 100$$

Para la harina de tusa de utilizó la misma metodología.

3.8.3.2 Tamaño de partícula.

El tamaño de partícula se lo determinó con la ayuda un juego de tamices de N° 18, 25, 35 y 60 (Dual MFG. CO., USA), luego para determinar el porcentaje de masa retenida se usó lo establecido por la norma NTE INEN 517 (2013) que consiste en pasar la muestra de harina previamente pesada por diferentes tamices.

El contenido de harina que retuvo cada tamiz se calculó con la ecuación siguiente:

$$MR = \frac{m_2 - m_1}{m}$$

Donde:

MR = porcentaje masa retenida de harina.

m = masa de la muestra de harina.

m₁ = masa del papel sin harina.

m₂ = masa del papel con la harina retenida.

3.8.4 Caracterización química y microbiológica de las harinas.

La caracterización química y microbiológica de las harinas se realizó de acuerdo con las metodologías mencionadas en la Tabla 12.

Tabla 12. Caracterización química y microbiológica de las harinas

Parámetros	Método
pH	NTE INEN 526: 2013
Humedad	(Quijije, Villareal y Chinga, 2019)
Proteína	AOAC 21st 920.87 (2019)
Fibra	AOAC 21st 978.10 (2019)
Mohos y levaduras	AOAC 21st 997.02 (2019)

Elaborado por: La Autora

3.8.5 Características sensoriales de las harinas.

Las características sensoriales (Color, olor, sabor y textura) fueron medidas por un panel semi entrenado conformado por cinco personas, con base en a la escala Likert de la Tabla 13 de 5 puntos, siendo 1 “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”.

Tabla 13. Escala de Likert

Atributos sensoriales	1	2	3	4	5
	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

Fuente: Choi (2013)

Elaborado por: La Autora

3.9 Diseño experimental

3.9.1 Fórmula testigo de galletas sabor a chocolate.

Se desarrolló la formulación de referencia basado en lo mencionado por Perry, Swanson, Lyon y Savage (2003), que son galletas sabor a chocolate cuya fórmula se describe en la Tabla 14.

Tabla 14. Fórmula testigo a utilizar en la investigación

Ingredientes	%
Harina de trigo	13
Mantequilla	12
Huevo	12
Azúcar	27
Esencia de vainilla	0.5
Chocolate amargo	13
Cacao en polvo	6
Sal	0.3
Bicarbonato de sodio	0.2
Chispas de chocolate	16

Fuente: Perry, Swanson, Lyon y Savage (2003)

Elaborado por: La Autora

3.9.2 Restricciones.

Para las restricciones de las galletas se tomó en cuenta la formulación de la galleta de referencia la cual indica que el porcentaje de harina es 13 %, por ende, la restricción de la cantidad de harina fue del 13 % tal como se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15. Restricciones de la formulación de la galleta

Factor de restricción	Límite mínimo	Límite máximo
A: Harina de Fréjol rojo seco, %	0	13
B: Harina de Tusa de Maíz, %	0	13

Elaborado por: La Autora

3.9.3 Combinaciones de la galleta

Las evaluaciones estadísticas se realizaron con el software *Design Expert* versión 11.0. Con ayuda de las restricciones mencionadas anteriormente se obtuvieron siete tratamientos más la formulación de la galleta testigo, los cuales se detallan en la Tabla 16; cada experimento contó con tres repeticiones.

Tabla 16. Combinaciones y tratamientos

	0	1	2	3	4	5	6	7
Harina de trigo, %	13	0	0	0	0	0	0	0
Harina de fréjol, %	0	0	3.25	13	6.5	0	6.5	9.75
Harina de tusa, %	0	13	9.75	0	6.5	13	6.5	3.25
Mantequilla, %	12	12	12	12	12	12	12	12
Huevo, %	12	12	12	12	12	12	12	12
Azúcar, %	27	27	27	27	27	27	27	27
Esencia de vainilla, %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Chocolate amargo, %	13	13	13	13	13	13	13	13
Cacao en polvo, %	6	6	6	6	6	6	6	6
Sal, %	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de sodio, %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Chispas de chocolate, %	16	16	16	16	16	16	16	16
Total, %	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Software *Design Expert* 11

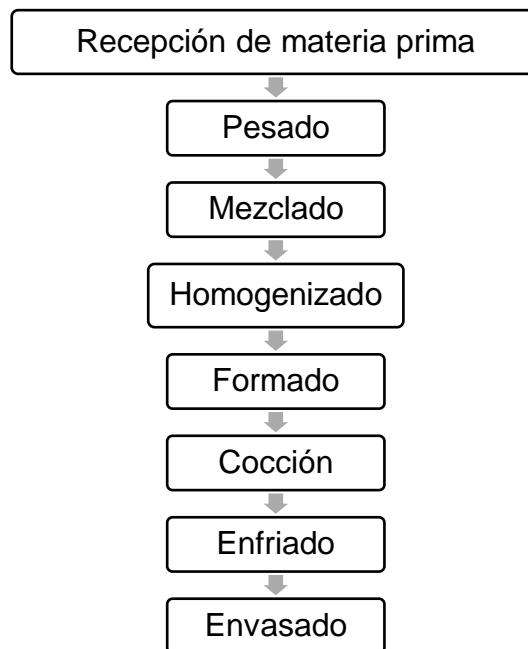
Elaborado por: La Autora

De las siete posibles formulaciones con las harinas de fréjol rojo y tusa de maíz se seleccionaron seis, ya que había semejanzas en algunas de las fórmulas, entre estas la fórmula testigo para la comparación durante la evaluación sensorial.

3.9.4 Elaboración de galletas sabor a chocolate.

Las galletas sabor a chocolate se elaboraron tal como indica Perry, Swanson, Lyon y Savage (2003) y que se detalla en el Gráfico 4, con las harinas obtenidas previamente y de acuerdo con los tratamientos descritos en la Tabla 16.

Gráfico 4. Diagrama de flujo de galletas sabor a chocolate



Fuente: Perry, Swanson, Lyon y Savage (2003)

Elaborado por: La Autora

- **Recepción de la materia prima:** Se receptaron los insumos necesarios para la elaboración de las galletas.
- **Pesado:** Se realizó el pesado de las materias prima y demás insumos de acuerdo a lo indicado en la fórmula.
- **Mezclado:** Derretir la mantequilla junto con el chocolate.
- **Homogenizado:** Mezclar con los demás ingredientes hasta obtener una sola masa.
- **Formado:** Formar esferas con ayuda de las manos o dos cucharas, de aproximadamente 15 g.

- **Cocción:** Se realizó la cocción en el horno no más de 13 minutos a 165 °C, o hasta que las galletas estén bien cocidas.
- **Enfriado:** A temperatura ambiente.

3.9.5 Caracterización sensorial de las galletas sabor a chocolate

La evaluación sensorial de las galletas fue realizada con la ayuda de un panel semi entrenado conformado por cinco personas, con base en a la escala Likert que se muestra en la Tabla 13 de 5 puntos siendo 1 “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”. Donde los atributos que se evaluaron fueron color, olor, sabor, textura y para este producto se incorporó el atributo crocante.

3.10 Caracterización sensorial de la mejor formulación

De los tratamientos especificados en la Tabla 13, se seleccionó la formulación que sugirió el Software *Design Expert* 11 como la mejor, y junto a la galleta considerada como testigo fueron elaboradas y evaluadas física, química y sensorialmente y esta diferencia presentada de forma gráfica mediante un QDA.

3.10.1 Caracterización física, química y microbiológica de la galleta

La caracterización física y química fue realizada a la galleta que tenía mayor aceptación de acuerdo con las características sensoriales y a la galleta testigo aplicando los métodos mostrados en la Tabla 12.

3.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó por medio del análisis de varianza (ANOVA) y con ayuda de Excel e Infostat versión 2020 mediante la prueba Tukey con una probabilidad de $p \leq 0.05$ para las diferencias significativas entre las medias y así obtener una mejor comparación y un resultado más

específico, además se calculó el coeficiente de variación para señalar el grado de fiabilidad entre los resultados de la mejor formulación y la galleta testigo.

3.12 Análisis de Varianza

El análisis de varianza se realizó con el software estadístico mencionado anteriormente. El esquema del ANOVA se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Esquema del ANOVA con grados de libertad

F de V	Grados de libertad	
	Fórmula	Total
Tratamiento	$(A*B)-1$	7
A: H. de fréjol	A-1	2
B: H. tusa de maíz	B-1	2
H. de fréjol* H. tusa de maíz	$(A - 1)(B-1)$	4
ERROR	$(A* B*Repeticiones)-(A*B)$	18
TOTAL	$A* B *Repeticiones$	27

Elaborado por: La Autora

3.12.1 Variables de costos.

3.12.1.1 *Determinación de beneficio/costo de la galleta.*

Una vez obtenida la mejor formulación de acuerdo con las características sensoriales, se realizó la determinación del costo de producción considerando los costos de las materias primas y materiales directos e indirectos.

- **Costos totales**

$$CT = CD + CI$$

Dónde:

CT = Costos totales

CD = Costos directos

CI = Costos indirectos.

- **Costo unitario**

$$Cu = \frac{Ct}{ut}$$

Donde:

Ct = Costos totales

ut = Unidades totales

- **Precio de venta**

Tal como lo realizó Cruz (2020) se tomó un 30 % de margen de ganancia para establecer el precio de venta al público (PVP) que se calcula mediante la fórmula:

$$PVP = Cu + \text{margen de utilidad (\%)}$$

Dónde:

PVP = Precio de venta al público

Cu = Costo unitario

- **Costo/beneficio**

Después de obtener el PVP se usó la siguiente fórmula para calcular el costo beneficio:

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

Donde:

PVP: precio de venta al público

Cu: costo unitario

B/C: beneficio/costo

Conforme a lo mencionada por Cuenca y Coronel (2016) si el resultado es:

$\frac{B}{C} > 1$ El proyecto es viable.

$\frac{B}{C} = 1$ No hay ganancias.

$\frac{B}{C} < 1$ Superan a los beneficios

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización física de las materias primas

- **Tamaño**

Se realizaron las medidas a 20 unidades de cada materia prima y el promedio de estas medidas se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de las medidas del fréjol rojo seco

Materia prima	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Fréjol rojo	1.023 (0.72)	0.77 (0.78)	0.774 (0.72)
Tusa de maíz	14.56 (0.75)	-	2.27 (0.82)

Elaborado por: La Autora

- **Densidad.**

Para la densidad se pesaron semillas de fréjol y por diferencia de volumen del antes y el después de sumergirlas en una probeta la densidad fue de 0.95 g/cm³ (0.02), mientras que para la tusa aplicando la misma metodología se obtuvo una densidad de 1.16 g/cm³ (0.30).

- **Masa.**

Se pesaron 100 semillas de fréjol que dieron como resultado 73.6 g (0.35) es decir 0.736 g por cada semilla aproximadamente. En cuanto a las tusas se pesaron 20 unidades que dieron un resultado de 1110 g (0.10) es decir que cada tusa de maíz pesa aproximadamente 55.5 g.

- **Capacidad de retención de agua.**

La capacidad de retención de agua para las semillas de fréjol luego de 18 horas de remojo fue de 88.1 % es decir 1.54 g/g (0.04). Mientras que para la tusa de maíz tierno luego de 24 horas de remojo fue un valor de 35 % es decir 20 g (0.70) por cada tusa aproximadamente.

4.2 Caracterización física, química y microbiológica de las harinas

- **Rendimiento.**

Para la harina de fréjol se obtuvo un rendimiento general de 82.43 %, en cuanto al rendimiento de la molienda se tuvo una pérdida de 2.82 %, que fue lo que se perdió durante los procesos de molienda. La harina de tusa tuvo un rendimiento general de 50.16 % con una pérdida en la molienda de 3.5 %.

- **Humedad.**

La balanza de humedad reportó porcentajes de 5.96 para la harina de fréjol y 5.06 para la harina de tusa de maíz; para ambas muestras la temperatura de la balanza fue de 102 °C y a un tiempo de 17 minutos con 38 segundos para la harina de fréjol y 11 minutos con 3 segundos para la harina de tusa.

- **pH.**

Luego de mezclar cada una de las harinas con agua destilada se la dejó reposar para, finalmente decantar y medir el pH del líquido resultante en donde se obtuvo un valor de 6 (0.21) para la harina de fréjol rojo mientras que para la harina de tusa de maíz se obtuvo un valor de 5 (0.35).

- **Tamaño de partícula harina de fréjol rojo.**

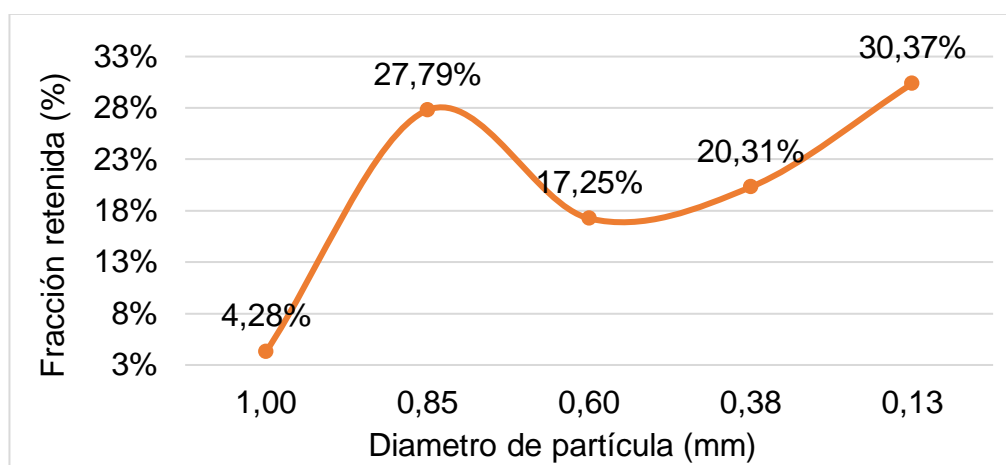
Se pesaron 100 g de harina de fréjol rojo que se pasó a través del juego de tamices; los porcentajes de retención se detallan en la Tabla 19 y en el Gráfico 5 se puede observar la tendencia de la fracción retenida, en todo este proceso se perdieron 1.01 g de harina.

Tabla 19. Tamaño de partícula de la harina de fréjol rojo

Nº de tamiz	Abertura del tamiz (mm)	% Retenido	% Pasa	Diámetro de partícula (mm)
18	1.0	4.24	94.75	1
25	0.707	27.51	67.24	0.855
35	0.5	17.08	50.16	0.605
60	0.25	20.10	30.06	0.375
Colector	-	30.06		0.125
Total		98.99		2.957

Elaborado por: La Autora

Gráfico 5. Fracción retenida de la harina de fréjol



Elaborado por: La Autora

El diámetro de partícula de la harina de fréjol obtenida luego del proceso de molienda fue de 2.957 mm, sin embargo, para la elaboración de los diferentes tratamientos descritos en la Tabla 16, se usó la harina que pasó a través del tamiz N° 60 (0.25 mm).

- **Tamaño de partícula harina de tusa de maíz tierno.**

Se pesaron 100 g de harina de tusa de maíz que se pasó a través del juego de tamices; los porcentajes de retención se detallan en la Tabla 20 y su

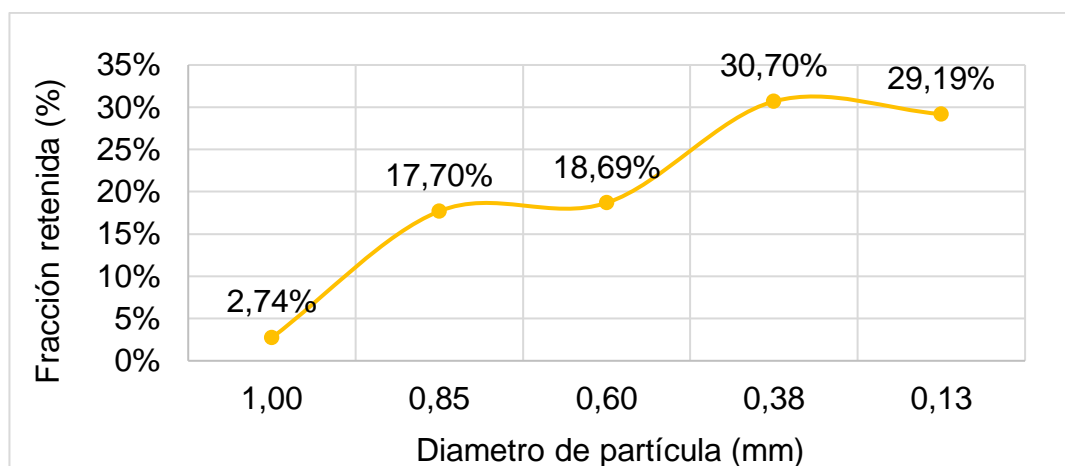
representación gráfica se observa en el Gráfico 6, en todo este proceso se perdieron 1.98 g de harina.

Tabla 20. Tamaño de partícula de la harina de tusa de maíz

Nº de tamiz	Abertura del tamiz (mm)	% Retenido	% Pasa	Diámetro de partícula (mm)
18	1.0	2.71	95.31	1
25	0.707	17.52	77.79	0.855
35	0.5	18.5	59.29	0.605
60	0.25	28.9	28.9	0.375
Colector	-	30.39	-	0.125
Total		98.02		2.957

Elaborado por: La Autora

Gráfico 6. Fracción retenida de la harina de tusa de maíz tierno



Elaborado por: La Autora

El diámetro de partícula de la harina de tusa de maíz tierno obtenida luego del proceso de molienda fue de 2.957 mm, sin embargo, para la elaboración de los diferentes tratamientos descritos en la Tabla 16, se usó la harina que pasó a través del tamiz Nº 60 (0.25 mm).

- **Proteína.**

De acuerdo con los resultados obtenidos por el laboratorio externo las harinas de fréjol rojo y la harina de tusa de maíz tierno tienen 19.75 (0.25) y 6.86 (0.09) % de proteína, respectivamente.

- **Fibra cruda.**

De acuerdo con los resultados obtenidos las harinas de fréjol rojo y la harina de tusa de maíz tierno tienen 2.02 (0.05) y 14.59 (0.09) % de fibra, respectivamente.

- **Mohos y levaduras.**

De acuerdo con los resultados obtenidos las harinas de fréjol rojo y la harina de tusa de maíz tierno tienen 2.5×10^2 (0.5) y 2.8×10^2 (0.6) ufc/g de mohos y levaduras, respectivamente.

4.3 Caracterizaciones sensoriales de las harinas

- **Color.**

La harina de fréjol obtenida tuvo un color blanquecino con trazas de rojo debido a la cáscara del grano, mientras que para la harina de tusa tuvo un color amarillo oscuro característico de la tusa del maíz. De acuerdo con el panel, tal como se observa en la Tabla 21, se obtuvo buena aceptación con un valor de cinco es decir “me gusta mucho”.

- **Olor.**

A partir del olfato se verificó que la harina de fréjol mantenía su olor característico, ligeramente ferroso debido al hierro que posee esta leguminosa, mientras que la harina de tusa de maíz tenía un olor ligeramente leñoso y el característico olor del maíz tierno. De acuerdo con el panel, tal como se observa en la Tabla 21, se obtuvo una aceptación media con un valor de tres es decir “ni me gusta ni me disgusta”.

- **Sabor.**

Al probar la harina de fréjol se pudo presenciar un sabor fuerte a hierro, ligero sabor a vegetal, además un sabor similar a la papa, en cuanto a la harina de tusa de maíz mantuvo el sabor característico del maíz tierno, ligeramente amargo. De acuerdo con el panel, tal como se observa en la Tabla 21, la harina de fréjol obtuvo mayor aceptación que la de tusa de maíz.

- **Textura.**

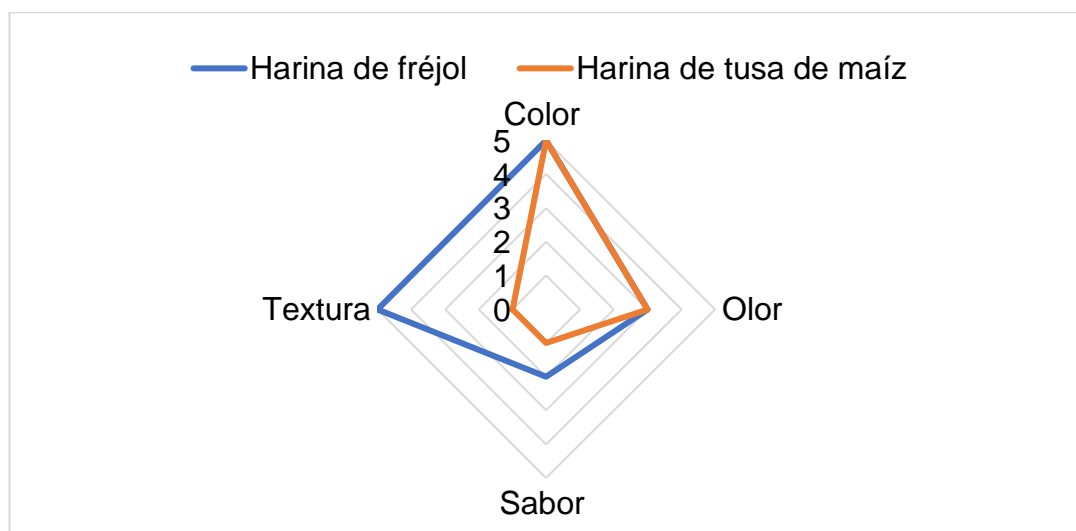
Las harinas se presentan como polvos con texturas secas, terrosas, ligeras; en el caso de la harina de tusa de maíz debido a que es un producto fibroso su densidad es mayor por ende es más ligera que la harina de fréjol. De acuerdo al panel tal como se observa en la Tabla 21, la harina de fréjol obtuvo mayor aceptación que la de tusa de maíz tierno con un valor de cinco y uno, respectivamente, y en el Gráfico 7 la representación gráfica.

Tabla 21. Caracterización sensorial de las harinas

	Color	Olor	Sabor	Textura
Harina de fréjol	5	3	2	5
Harina de tusa de maíz	5	3	1	1

Elaborado por: La Autora

Gráfico 7. QDA de las harinas



Elaborado por: La Autora

4.4 Caracterización sensorial de las galletas

4.4.1 QDA.

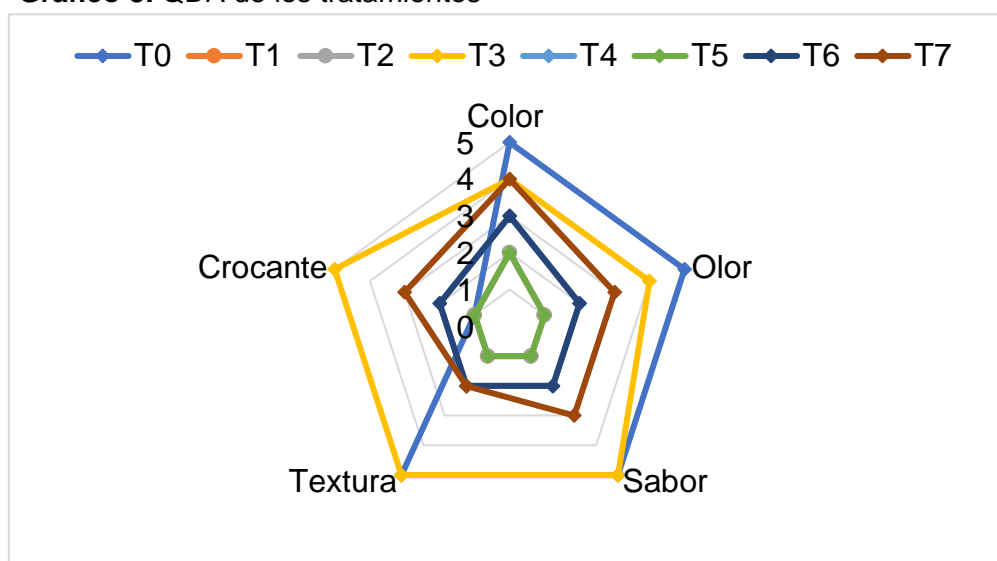
Luego de realizada la evaluación sensorial se tuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 22 y en el Grafico 8 se observa la representación gráfica de estos resultados.

Tabla 22. Caracterización sensorial de las galletas

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Crocante
T0	5	5	5	5	1
T1	2	1	1	1	1
T2	2	1	1	1	1
T3	4	4	5	5	5
T4	3	2	2	2	2
T5	2	1	1	1	1
T6	3	2	2	2	2
T7	4	3	3	2	3

Elaborado por: La Autora

Gráfico 8. QDA de los tratamientos



Elaborado por: La Autora

4.4.2 Color.

El color de las galletas se vio influenciado por los porcentajes de las harinas usadas ya que en el caso de las formulaciones que contenían mayor cantidad de harina de tusa de maíz adquirirían una tonalidad más clara.

Para la caracterización del color se utilizó un modelo cuadrático en el software *Design Expert 11*, cuyos valores se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. ANOVA del parámetro color

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.3850	1	0.3850	52.37	0.0008	significant
Linear						
mixture	0.3850	1	0.3850	52.37	0.0008	
Residual	0.0368	5	0.0074			
Lack of fit	0.0368	3	0.0123			
Pure error	0.0000	2	0.0000			
Cor total	0.4217	6				

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

Valor-F y el valor-P fueron de 52.37 y 0.0008, respectivamente, esto quiere decir que el modelo es significativo, debido a que el valor-P es menor que 0.05 y solo hay un 0.08 % de posibilidades de que se produzca un valor-F tan grande debido a las variaciones.

El ajuste estadístico para el color se lo muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Ajuste estadístico de color

Std. Dev	0.0857	R²	0.9128
Mean	1.67	Adjusted R²	0.8954
C. V.	5.13	Predicted R²	0.8293
		Adeq precision	14.7780

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

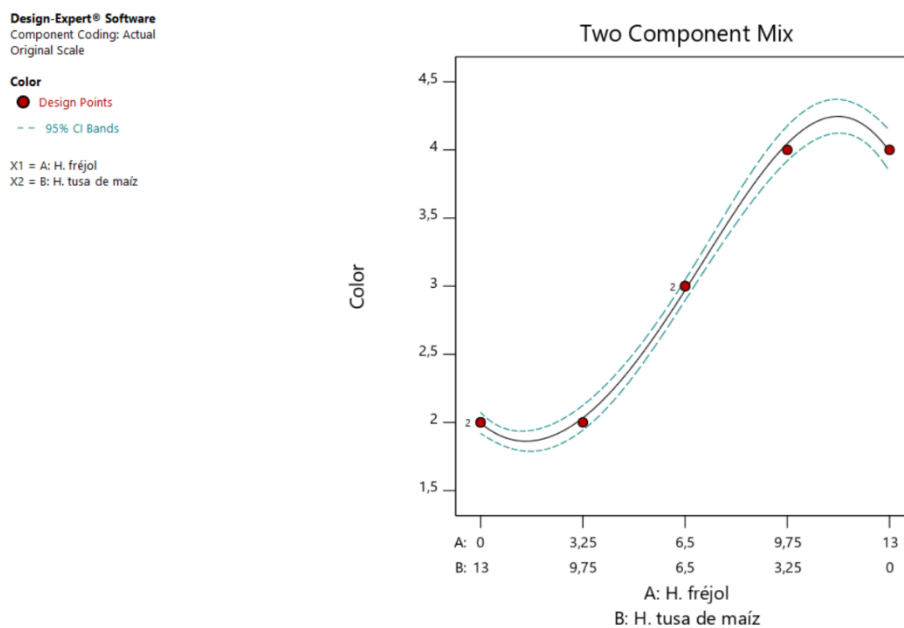
Finalmente, la ecuación para el parámetro de color obtenida por el Software *Design Expert 11* fue:

$$\text{Sqrt (Color)} = 2.05941 * (\text{H. fréjol}) + 1.38213 * (\text{H. tusa de maíz})$$

Esta ecuación permite predecir el 91.28 % del comportamiento de la variable.

El Gráfico 9 presenta el comportamiento del atributo color.

Gráfico 9. Superficie de respuesta del color



Fuente: Software *Design Expert 11*

4.4.3 Olor.

El olor de los diferentes tratamientos se vio afectado por las cantidades de harinas usadas si bien todas presentaron el olor característico del chocolate, sin embargo, las que tuvieron mejor características fueron las que tenían mayor cantidad de harina de fréjol.

Para la caracterización del olor se utilizó un modelo cuadrático en el software *Design Expert 11*, cuyos valores se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. ANOVA del parámetro olor

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	7.98	3	2.66	411.00	0.0002	significant
Linear						
mixture	7.45	1	7.45	1150.53	< 0.0001	
AB	0.3806	1	0.3806	58.80	0.0046	
AB(A-B)	0.1074	1	0.1074	16.59	0.0267	
Residual	0.0194	3	0.0065			
Lack of fit	0.0194	1	0.0194			
Pure error	0.0000	2	0.0000			
Cor total	8.00	6				

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

Valor-F y valor-P del modelo fueron de 411.00 y 0.0009, respectivamente lo que implica que el modelo es significativo, debido a que el valor-P es menor que 0.05 y solo hay una probabilidad del 0.02 % de que se produzca un valor-F tan grande debido a las variaciones.

El ajuste estadístico para el olor se lo muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Ajuste estadístico de olor

Std. Dev	0.0805	R²	0.9976
Mean	2.00	Adjusted R²	0.9951
C. V.	4.02	Predicted R²	0.8574
		Adeq precision	49.1696

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

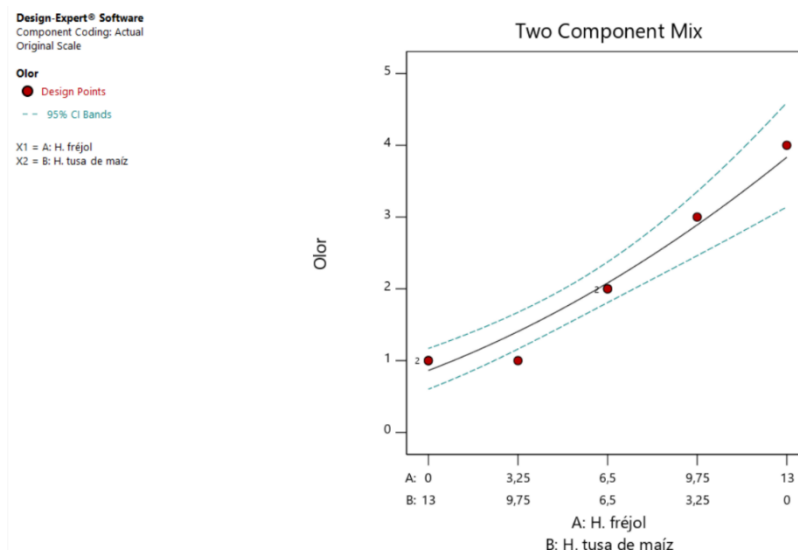
Finalmente, la ecuación para el parámetro de olor obtenida por el Software *Design Expert 11* fue:

$$\text{Olor} = 3.98058 * (\text{H. fréjol}) + 0.990291 * (\text{H. tusa de maíz}) + -2.17476 * (\text{H. fréjol}) (\text{H. tusa de maíz}) + 2.69256 * (\text{H. fréjol}) (\text{H. tusa de maíz}) (\text{H. fréjol} - \text{H. tusa de maíz})$$

Esta ecuación permite predecir el 99.97 % del comportamiento de la variable.

El Gráfico 10 presenta el comportamiento del atributo olor.

Gráfico 10. Superficie de respuesta del olor



Fuente: Software *Design Expert 11*

4.4.4 Sabor.

Las galletas con mejor aceptación por parte del panel sensorial fueron las que tuvieron un mayor porcentaje de harina de fréjol, debido a que las que tenían mayor cantidad de harina de tusa de maíz mantenían el sabor leñoso que la caracteriza, además el sabor a chocolate fue menos intenso que las galletas que tenían mayor cantidad de harina de fréjol rojo.

Para la caracterización del sabor se utilizó un modelo cuadrático en el software *Design Expert 11*, cuyos valores se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. ANOVA del parámetro sabor

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	12.78	2	6.39	328.90	< 0.0001	significant
Linear mixture	11.24	1	11.24	578.57	< 0.0001	
Residual	1.54	1	1.54	79.23	0.0009	
Lack of fit	0.0777	4	0.0194			
Pure error	0.0777	2	0.0389			
Cor total	0.0000	2	0.0000			

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

Valor-F y valor-P del modelo fueron de 328.90 y < 0.0001, respectivamente lo que implica que el modelo es significativo, debido a que el valor-P es menor que 0.05 y solo hay una probabilidad del 0.01 % de que se produzca un valor-F tan grande debido a las variaciones. El ajuste estadístico para el sabor se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Ajuste estadístico de sabor

Std. Dev	0.1394	R²	0.9940
Mean	2.14	Adjusted R²	0.9909
C. V.	6.50	Predicted R²	0.9811
		Adeq precision	43.6577

Fuente: Software *Design Expert* 11

Elaborado por: La Autora

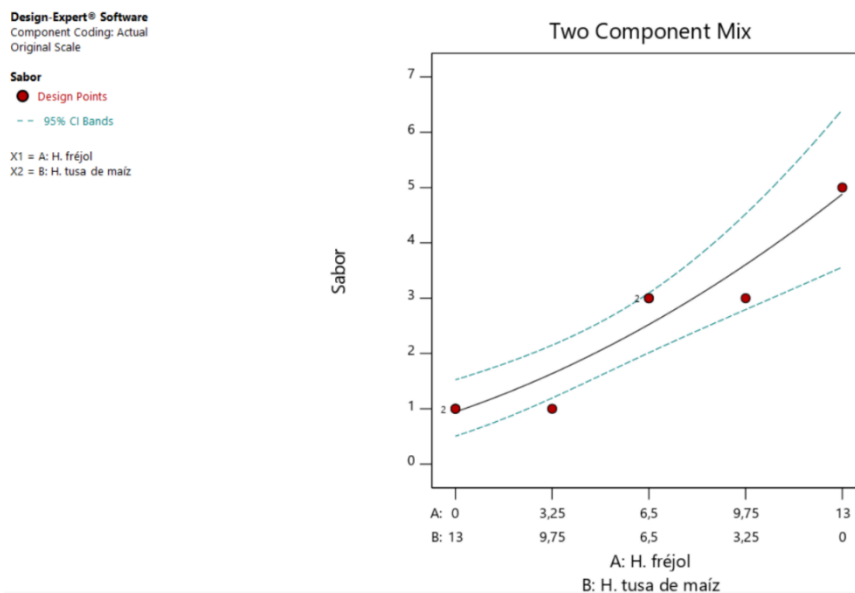
Finalmente, la ecuación para el parámetro de sabor obtenida por el Software *Design Expert* 11 fue:

$$\text{Sabor} = 4.96319 * (\text{H. fréjol}) + 0.979550 * (\text{H. tusa de maíz}) - 4.35174 * (\text{H. fréjol}) (\text{H. tusa de maíz})$$

Esta ecuación permite predecir el 99.40 % del comportamiento de la variable

El Gráfico 11 presenta el comportamiento del atributo sabor.

Gráfico 11. Superficie de respuesta del sabor



Fuente: Software *Design Expert* 11

4.4.5 Textura.

La textura de las galletas se vio afectada por las cantidades de cada tipo de harina en el caso de las formulaciones que tenían mayor cantidad de harina de tusa de maíz su textura fue mucho más suave y terrosa en boca, a diferencia de las galletas que tenían mayor cantidad de harina de fréjol cuya textura agradó a panel.

Para la caracterización de la textura se utilizó un modelo cuadrático en el software *Design Expert 11*, cuyos valores se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. ANOVA del parámetro textura

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2433	1	0.2433	45.18	0.0011	Significant
Linear mixture	0.2433	1	0.2433	45.18	0.0011	
Residual	0.0269	5	0.0054			
Lack of fit	0.0269	3	0.0090			
Pure error	0.0000	2	0.0000			
Cor total	0.2702	6				

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

Valor-F y valor-P del modelo fueron de 45.18 y 0.0011, respectivamente lo que implica que el modelo es significativo, debido a que el valor-P es menor que 0.05 y solo hay una probabilidad del 0.11 % de que se produzca un valor-F tan grande debido a las variaciones.

El ajuste estadístico para la textura se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30. Ajuste estadístico de textura

Std. Dev	0.0734	R²	0.9004
Mean	0.7955	Adjusted R²	0.8804
C. V.	9.22	Predicted R²	0.8201
		Adeq precision	13.7260

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

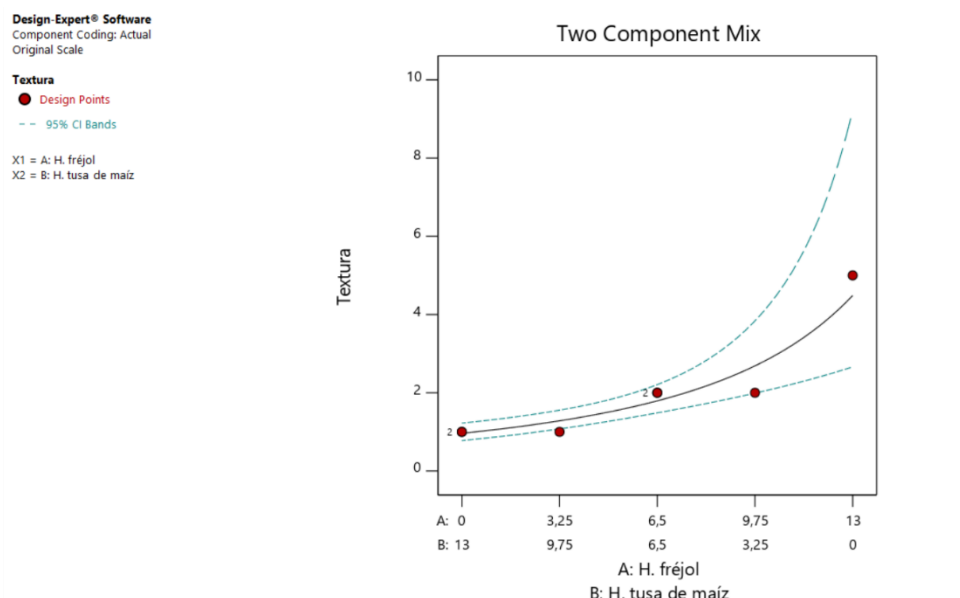
Finalmente, la ecuación para el parámetro de la textura obtenida por el Software *Design Expert 11* fue:

$$1/\text{Sqrt}(\text{Textura}) = 0.487853 * (\text{H. fréjol}) + 1.02624 * (\text{H. tusa de maíz})$$

Esta ecuación permite predecir el 90.04 % del comportamiento de la variable

El Gráfico 12 presenta el comportamiento del atributo textura

Gráfico 12. Superficie de respuesta de la textura



Fuente: Software *Design Expert 11*

4.4.1 Crocante.

Los tratamientos que tenían mayor cantidad de harina de fréjol más crocantes probablemente debido a que el tipo de harina retenía más agua ya que a diferencia de la galleta testigo la masa antes del horneado no contenía mucha humedad.

Para la caracterización del atributo Crocante se utilizó un modelo cuadrático en el software *Design Expert 11*, cuyos valores se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. ANOVA del parámetro crocante

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2433	1	0.2433	45.18	0.0011	Significant
Linear						
mixture	0.2433	1	0.2433	45.18	0.0011	
Residual	0.0269	5	0.0054			
Lack of fit	0.0269	3	0.0090			
Pure error	0.0000	2	0.0000			
Cor total	0.2702	6				

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

Valor-F y valor-P del modelo fueron de 45.18 y 0.0011, respectivamente lo que implica que el modelo es significativo, debido a que el valor-P es menor que 0.05 y solo hay una probabilidad del 0.11 % de que se produzca un valor-F tan grande debido a las variaciones.

El ajuste estadístico para el atributo crocante se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Ajuste estadístico de la variable crocante

Std. Dev	0.0734	R²	0.9004
Mean	0.7955	Adjusted R²	0.8804
C. V.	9.22	Predicted R²	0.8201
		Adeq precision	13.7260

Fuente: Software *Design Expert 11*

Elaborado por: La Autora

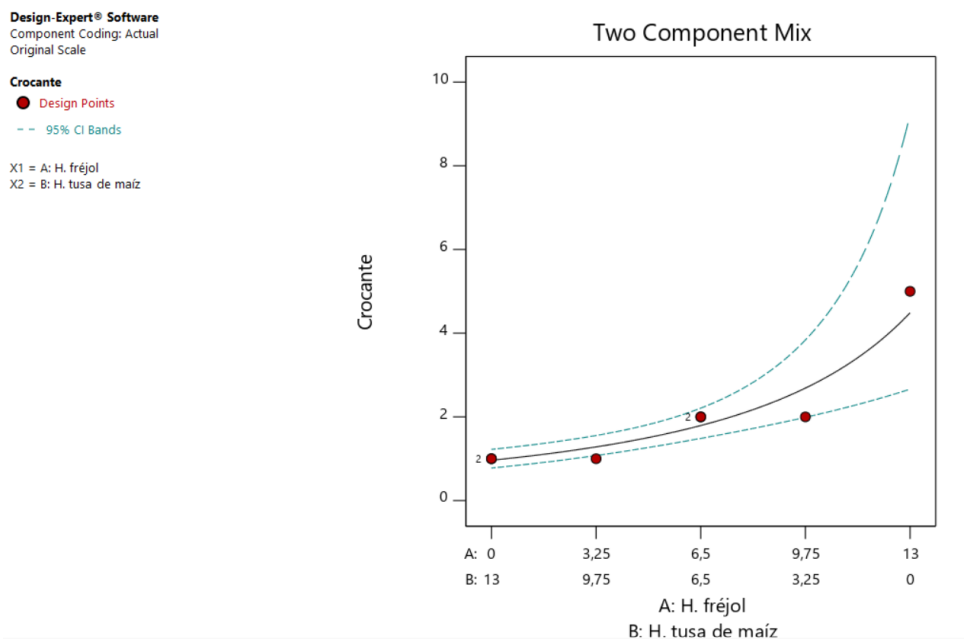
Finalmente, la ecuación para el parámetro Crocante obtenida por el Software *Design Expert 11* fue:

$$1/\text{Sqrt}(\text{Crocante}) = 0.487853 * (\text{H. fréjol}) + 1.02624 * (\text{H. tusa de maíz})$$

Esta ecuación permite predecir el 90.04 % del comportamiento de la variable.

El Gráfico 13 muestra el comportamiento del atributo crocante

Gráfico 13. Superficie de respuesta de la variable crocante



Fuente: Software *Design Expert 11*

4.5 Mejor formulación

Luego de realizado el análisis sensorial y obtenido los resultados de las pruebas, el T3 fue el que más aceptación tuvo por el panel, sin embargo, el Software *Design Expert* 11 arrojó nuevas fórmulas de posibles soluciones de las cuales se seleccionó la que tenía una deseabilidad del 100 %, obteniendo el nuevo tratamiento que se detalla en la Tabla 33.

Tabla 33. Combinación de la formulación sugerida

Ingrediente	Cantidad
Harina de fréjol, %	10.87
Harina de tusa, %	2.13
Mantequilla, %	12
Huevo, %	12
Azúcar, %	27
Esencia de vainilla, %	0.5
Chocolate amargo, %	13
Cacao en polvo, %	6
Sal, %	0.3
Bicarbonato de sodio, %	0.2
Chispas de chocolate, %	16
Total, %	100

Elaborado por: La Autora

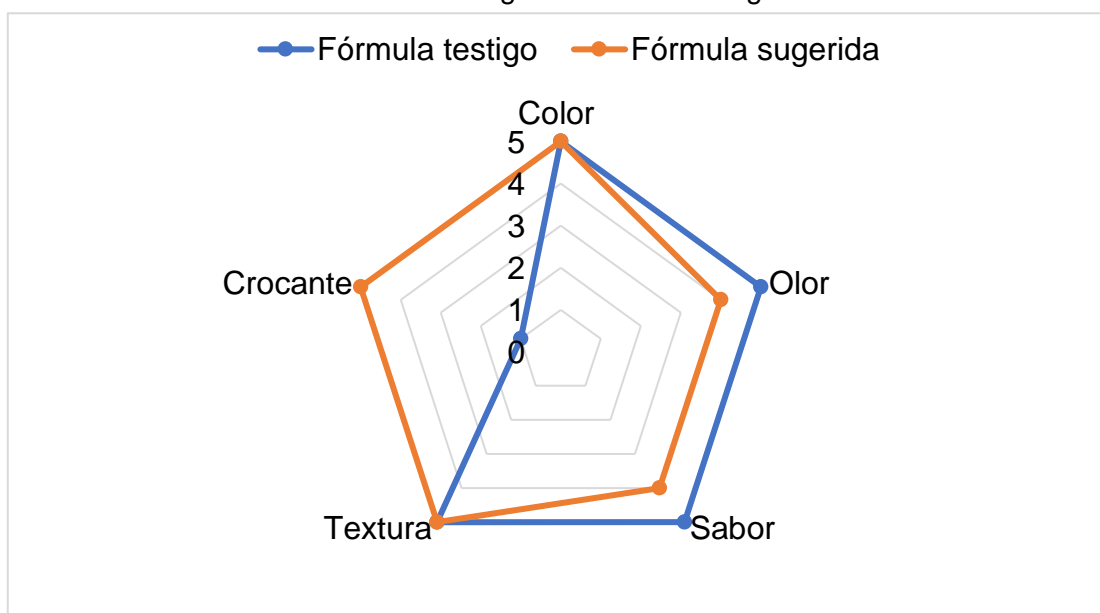
Los resultados de la caracterización sensorial de la formulación sugerida por el programa como la mejor se presentan en la Tabla 34 y en el Gráfico 14 se muestra el QDA de la comparación de la fórmula testigo y la formulación sugerida

Tabla 34. Caracterizaciones sensoriales de comparación

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Crocante
Galleta testigo	5	5	5	5	1
Fórmula sugerida	5	4	4	5	5

Elaborado por: La Autora

Gráfico 14. QDA de la fórmula testigo vs la fórmula sugerida



Elaborado por: La Autora

La fórmula sugerida por *Design Expert* iguala en color y textura a la fórmula testigo, mientras que en el atributo crocante existe una diferencia significativa, esto debido a que la galleta testigo es suave.

4.5.1 Caracterización física, química y microbiológica de la galleta.

Para la caracterización física y química se analizaron los parámetros mostrados en la Tabla 35 donde se observan los resultados obtenidos de la galleta seleccionada y la galleta testigo; los resultados de la galleta testigo fueron los obtenidos por Perry et al. (2003).

Tabla 35. Caracterización física, química y microbiológica de las galletas

Parámetro	Galleta seleccionada	Galleta testigo Perry et al. (2003)
Humedad, %	3.26 (0.06) ^a	4.6 (0.26) ^b
pH	5 (0.1) ^a	4.8 (0.06) ^a
Proteína, %	4.67 (0.05) ^a	3.01 (0.1) ^b
Fibra cruda, %	1.40 (0.1) ^a	1.1 (0.1) ^b
Mohos y Levaduras, ufc/g	0.1 x 10 ² (0.01) ^a	2.3 x 10 ² (0.5) ^b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: La Autora

4.6 Determinación de costo/beneficio de las galletas

Los costos de la producción de las galletas se presentan en la Tabla 36.

Tabla 36. Costo de producción de las galletas

Insumo	Cantidad	Unidad	Costo galleta seleccionada (USD)	Costo galleta testigo (USD)
H. trigo	125	G	-	0.07
H. fréjol rojo	100	G	0.26	-
H. tusa de maíz tierno	25	G	0.10	-
Chocolate amargo	120	G	1.09	1.09
Mantequilla	110	G	1.00	1.00
Huevo	2	Unidad	0.28	0.28
Azúcar	250	G	0.25	0.25
Vainilla	3	mL	0.05	0.05
Cacao en polvo	60	G	0.54	0.54
Sal	3	G	0.03	0.03
Bicarbonato de sodio	2	G	0.02	0.02
Chispas de chocolate	150	G	1.36	1.36
Empaque	1	Unidad	0.11	0.11
Etiqueta	1	Unidad	0.08	0.08

Elaborado por: La Autora

En cuanto a los costos indirectos se tomaron en cuenta los insumos mostrados en la Tabla 37.

Tabla 37. Costos indirectos

Insumo	Cantidad	Unidad	Costo (USD)
Papel encerado	30	cm	0.04
Guantes	1	Unidad	0.07
Cubre bocas	1	Unidad	0.04
Cofia	1	Unidad	0.10

Elaborado por: La Autora

En la Tabla 38 se puede observar el Costo/Beneficio de la elaboración de la galleta.

Tabla 38. Costo/Beneficio

Detalle	Costo galleta seleccionada (USD)	Costo galleta testigo (USD)
Costos totales	5.42	5.13
Costo unitario	0.10	0.14
Margen de utilidad (30 %)	0.03	0.04
Precio de venta	0.13	0.18
Costo/beneficio	1.30	1.29

Elaborado por: La Autora

5 DISCUSIÓN

5.1 Caracterización física de las materias primas

5.1.1 Tamaño.

En lo que respecta al tamaño el fréjol tuvo una medida promedio de 1.023 cm de largo, 0.770 cm de ancho y 0.774 cm de espesor, valores que se mantiene en el rango mencionado por los autores Aguirre y Gómez (2010) y Corzo et al. (2020) que obtuvieron medidas de 1.02 y 0.710 cm de largo y ancho, respectivamente. Por otro lado, el espesor reportado por Aguirre y Gómez (2010) fue mayor, ya que se obtuvo un valor de 0.774 cm, lo que es 0.234 cm mayor a lo reportado previamente. Estas variaciones pudiera deberse al tipo de fréjol, clima, suelo y condiciones de riego (Iqbal et al., 2006).

La tusa de maíz tuvo medidas promedios de 14.56 cm para el largo y 2.27 para de diámetro, valores que corroboran lo mencionado por Jansen y Lübberstedt (2012) que mencionaron que el rango del largo es máximo 20.0 cm y mínimo 6.20 cm, en cuanto al diámetro es máximo 3.38 cm y mínimo 1.20 cm.

5.1.2 Densidad.

La densidad que se reportó en este estudio fue de 0.95 g/cm³, valor cercano al obtenido por Hernández et al. (2017) que fue de 1.23 g/cm³, mientras que para la tusa se obtuvo una densidad de 1.16 g/cm³, valor que difiere de lo reportado por Jansen y Lübberstedt (2012) cuyo valor máximo fue de 0.45 g/cm³, esta diferencia significativa se puede atribuir a los diferentes tipos de maíz, ya que en el estudio mencionado se usaron tusa de maíz duro mientras que en este se usaron tusas de maíz tierno cuyo peso es mayor debido a la cantidad de agua.

5.1.3 Masa.

En el presente estudio la masa del fréjol determinada por balanza fue de 73.6 g por cada 100 semillas, valor que se encuentra en el rango de 30 a

76.1 g reportado por otros autores (Aguirre y Gómez, 2010; Corzo et al., 2020; Y. García, 2016; Morales, Peña, García, Aguilar y Kohashi, 2016; Pliego, López y Aragón, 2017). En cuanto las tusas pesadas se tuvo un valor promedio de 55.5 g, que de acuerdo a lo mostrado por Jansen y Lübberstedt (2012) las tusas tienen una masa de 61.87 a 4.79 g.

5.1.4 Capacidad de retención de agua.

La capacidad de retención de agua luego de 24 horas de remojo dio como resultado para el fréjol rojo 88.1 % es decir 1.54 g/g, el cual es mayor al reportado por los autores Gupta et al. (2018); Hernández et al. (2017), los cuales fueron de 75 y 81 %, respectivamente.

En el caso de la tusa de maíz tierno la capacidad de retención de agua fue de 35 %, valor muy por debajo de lo mencionado por Pinto et al. (2012) para el caso de la tusa de maíz seca que fue de 327 %. Esta gran diferencia se puede atribuir a las condiciones de las materias primas, ya que en este caso se usó una tusa de maíz tierna que poseía más cantidad de agua que la usada por el autor de referencia que fue una materia prima seca.

5.2 Caracterización física, química y microbiológica de las harinas

5.2.1 Rendimiento.

El rendimiento para la harina de fréjol fue de 82.43 % resultado que contrasta con el obtenido por Blandón y Larios (2019) que fue de 68.67 %. Estas diferencias en los resultados podrían ser consecuencia de los métodos de molienda usados, ya que en el estudio de referencia se usó un procesador de alimentos mientras que este se realizó primero en un molino corona y luego pulverizado en una licuadora.

Para la harina de tusa se obtuvo un rendimiento general de 50.16 % valor superior al mostrado por Castillo et al. (2021) que fue de 40.27 %, el autor que reportó tal valor menciona que esto se debe a que durante el proceso de secado, pierde la mayor parte de su peso en forma de agua. Por

otro lado, el rendimiento de la molienda fue de 3.5 % para la harina de tusa de maíz valor que difiere al mostrado por el mismo autor que fue de 1.35 %, esta diferencia puede ser resultado de los diferentes métodos de molienda y granulometría, ya que ellos tomaron en cuenta valores de malla menor a las usada en este estudio y usaron un molino de cuchillas al contrario de la presente investigación que se usó un molino corona.

5.2.2 Humedad.

La balanza de humedad reportó porcentajes de 5.96 para la harina de fréjol, valor mucho menor al reportado por los investigadores Blandón y Larios (2019); Gu, Pratiwi y Ganjyal (2019); Manonmani, Bhol y Bosco (2014); Roldan y Vásquez (2011) que estuvieron en el rango de 7.20 a 12.3 %, esta diferencia significativa puede ser resultados de los distintos métodos de obtener la harina y los tiempos de secado de las materias primas.

Por lo que refiere a la harina de tusa de maíz tierno la balanza de humedad reportó un valor de 5.06 % valor semejante al informado por (Castillo et al., 2021) Carrasco y Sánchez (2020); Castillo et al. (2021) referente a la elaboración de la harina de tusa de maíz morado y maíz tierno que fueron de 5.15 y 4.54 %, respectivamente. Castillo et al. (2021) concluye que la humedad “podría haber contribuido a un alto rendimiento de molienda”.

5.2.3 Tamaño de partícula.

En cuanto a la granulometría de las harinas de fréjol y tusa de maíz, en la harina de fréjol se obtuvo que el mayor porcentaje lo obtuvo el tamiz N° 25 con 27.51 % mientras que el menor valor fue del tamiz N° 18 con 4.24 %, el promedio del diámetro de la harina usada para la elaboración de los diferentes tratamientos fue de 0.25 mm, este resultado fue semejante a lo mencionado por Blandón y Larios (2019); Hernández et al. (2017) que presentaron promedios de diámetro de 0.2231 y 0.191 mm, respectivamente.

Para la harina de tusa el porcentaje de retención fue del 28.21 % en la malla N° 60 (250 μm) y la menor cantidad fue en la malla N° 18 (1000 μm) con 2.71 %. De las mallas usada por Castillo et al. (2021) coincide la malla N° 60 que reporta una retención de 22.81 % de partículas, valor muy similar a lo presentado en este trabajo que fue de 28.9 %.

5.2.4 pH.

El pH de la harina de fréjol rojo obtenido fue 6, resultado que coincide con lo obtenido por Roldan y Vásquez (2011); Santos (2013) que fueron valores de 6.96, 6.92 y 6.83, mientras que para la harina de tusa de maíz se obtuvo un pH que se encontraba entre 5 y 6, valor que no difiere de lo mencionado por S. Moreno y Pizarro (2013) cuyo pH fue de 4.8.

5.2.5 Proteína.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el laboratorio externo las harinas de fréjol rojo y la harina de tusa de maíz tierno tienen 19.75 y 6.86 % de proteína, respectivamente, se evidencia que la harina de fréjol rojo posee más proteína que la harina de trigo que reporta valores de 10 a 12 % de proteínas (Goesaert et al., 2005; Reyes et al., 2004; Sirichokworrakit et al., 2015), mientras que en el caso de la harina de tusa de maíz se observa lo contrario, ya que el valor de la harina de trigo es mayor.

Por otro lado, de acuerdo a lo reportado en otras investigaciones realizadas por Gu et al. (2019); Manonmani et al. (2014); Roldan y Vásquez (2011), en la harina de fréjol rojo se han reportado valores de proteína de 15.04 a 25.34 %, es decir, que el valor obtenido en la presente investigación coincide con lo reportado por estos autores para la harina de fréjol.

Mientras que de acuerdo a investigaciones realizadas por Carrasco y Sánchez (2020); S. Moreno y Pizarro (2013), la harina de tusa de maíz morado obtuvo valores de 3.78 y 7.9 % de proteína, respectivamente, por otro lado, para la harina de tusa de maíz tierno se obtuvieron valores entre 4.19 y 6.7 %

(Abubakar et al., 2016; Castillo et al., 2021; K. García et al., 2019; Kaliyan y Morey, 2010; Lau et al., 2019b), valor que no difiere con el obtenido en la presente investigación.

5.2.1 Fibra cruda.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación las harinas de fréjol rojo y de tusa de maíz tierno tienen 2.02 y 14.59 % de fibra, respectivamente, valores que superan a la fibra de la harina de trigo que reportó Sirichokworrakit et al. (2015) que es 0.35 %, mientras que de acuerdo a los resultados de Leon et al. (2020) la fibra de la harina de trigo fue de 2.33 % superando a la harina de fréjol, cabe recalcar que ninguna de las dos investigaciones mencionó la procedencia de sus harinas.

Según varios autores, la harina de fréjol rojo tiene entre 1.33 y 2.50 % de fibra (Blandón y Larios, 2019; Gu et al., 2019; Manonmani et al., 2014; Roldan y Vásquez, 2011), por lo cual se puede concluir que el valor de fibra del presente trabajo se encuentra dentro del rango mencionado.

Por otro lado, Carrasco y Sánchez (2020); S. Moreno y Pizarro (2013) elaboraron la harina de tusa de maíz morado y realizaron la caracterización química de la misma, donde obtuvieron porcentajes de fibra de 5.25 y 28.4 %, respectivamente; de igual forma Castillo et al. (2021); Lau, Harbourne y Oruña (2019a); Valle et al. (2019) realizaron análisis a la harina de tusa de maíz tierno y reportaron valores entre 12 y 14.92 %.

Lo que quiere decir que los valores de fibra reportados en este trabajo sí coinciden con la información citada, incluso con la harina de tusa morada, por lo cual se puede inferir que cualquier tipo de tusa de maíz que se use obtendrá resultados similares en cuanto a la cantidad de fibra.

5.2.2 Mohos y levaduras.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las harinas de fréjol rojo y de tusa de maíz tierno presentaron 2.5×10^2 y 2.8×10^2 ufc/g de mohos y levaduras, respectivamente, los cuales son inferiores a los datos proporcionados por Salinas (2017) quien obtuvo un valor de 5.8×10^2 ufc/g; mientras que el valor para mohos y levaduras de la harina de tusa usada por Carrasco y Sánchez (2020) fue de 0.2×10^2 ufc/g, el cual es muy inferior a los resultados del presente trabajo.

Por otro lado, cabe recalcar que, de acuerdo con la normativa para harina de trigo, el límite máximo permitido es de 5.0×10^2 ufc/g lo que quiere decir que las harinas usadas en este proyecto cumplen con los requisitos establecidos.

5.3 Caracterización física, química y microbiológica de la galleta

5.3.1 Humedad.

La humedad reportada de la galleta fue de 3.26 %, mientras que para la galleta testigo fue de 4.60, lo que quiere decir que cumplen con lo establecido con la norma NTE INEN 2085 (2005) que menciona que el valor máximo de la humedad de las galletas no debe superar el 10 % como se menciona en la Tabla 7. Valores similares reportados por otros autores van desde 3.35 a 4.5 % (Macías et al., 2013; Pérez et al., 2018), coincidiendo con el reportado en el presente trabajo.

Finalmente, entre la galleta testigo y la mejor formulación existieron diferencias numéricas y estadísticas.

5.3.1 pH.

El pH de la mejor formulación fue de 5.5 y para la galleta testigo fue de 4.8; ambas galletas cumplen con lo mencionado por la norma NTE INEN 2085 (2005) que menciona que este tipo de producto debe tener un pH mínimo de 5.5 y máximo de 9.5.

Finalmente, entre la mejor formulación y la galleta testigo existieron diferencias numéricas, pero no son diferentes estadísticamente.

5.3.2 Proteína.

En el presente estudio se obtuvo una galleta con un valor de proteína de 4.64 % y la galleta testigo un valor de 3.01 %, valor que es inferior a lo informado por Bazán et al. (2015); Díaz et al. (2013); Leon et al. (2020); Logroño et al. (2018), (2015); Macías et al. (2013) y Pérez et al. (2018), quienes elaboraron galletas con harina de trigo y obtuvieron valores entre 5.25 y 9.14 % de proteína.

Chalco (2020) quien elaboró galletas con harina de fréjol obtuvo un resultado de 10.27 % de proteína, mientras que Carrasco y Sánchez (2020) obtuvieron una galleta con el 4.78 % de proteína al sustituir parcialmente (15 %) la harina de trigo con harina de tusa de maíz morado.

Todas estas diferencias significativas en la cantidad de proteína se deben a las distintas formulaciones que usaron en otros estudios ya que en el presente trabajo la fórmula testigo únicamente usaba el 13 %.

Finalmente, de acuerdo a la normativa ecuatoriana NTE INEN 2085 (2005) las galletas deben cumplir con un mínimo de proteína del 3 %, lo que indica que las galletas del presente proyecto cumplieron con lo establecido por la norma.

Entre el contenido de proteína de la mejor formulación y la galleta testigo existieron diferencias significativas tanto numéricas como estadísticas.

5.3.3 Fibra cruda.

Los resultados para este estudio muestran 1.40 % de fibra para la mejor formulación mientras que para la galleta testigo reportaron un valor de 1.1 %,

este resultados son mayores comparado con lo mencionado por Díaz et al. (2013) para su galleta con harina de trigo, la cual mostró un valor del 0.43 %.

Carrasco y Sánchez (2020) reportan valores del 0.75 % de fibra en una galleta de trigo con sustitución parcial del 15 % con harina de tusa de maíz morado; la diferencia entre los resultados obtenidos en la presente investigación con respecto a lo reportado por estos autores, probablemente se debe a que ellos inicialmente tenían una harina de tusa de maíz con un valor de fibra de 5.25 %, valor menor al reportado en el presente trabajo.

Finalmente, entre la cantidad de fibra presente en la fórmula testigo y la mejor formulación existieron diferencias numéricas y estadísticas.

5.3.4 Mohos y levaduras.

El valor de Mohos y levaduras de las galletas del presente trabajo fue de 0.1×10^2 ufc/g para la mejor formulación mientras para que para galleta testigo fue reportado un valor de 2.3×10^2 , es decir, que las galletas cumplen con la normativa NTE INEN 2085 (2005) en la que se establece que el nivel de rechazo ocurre a partir de 5.0×10^2 ufc/g.

Finalmente, entre los valores obtenidos de la mejor formulación y la galleta testigo existieron diferencias numéricas y estadísticas.

5.4 Costo/beneficio de las galletas

El costo unitario de la mejor formulación es de es de USD 0.10 mientras que el de la galleta testigo es de USD 0.14, mientras que el precio de venta con un margen de utilidad de 30 % es de USD 0.13 y USD 0.18, respectivamente. Finalmente, el resultado de beneficio/costo dio un valor de USD 1.30, para la mejor formulación y USD 1.29 para la galleta testigo, que con lo mencionado por Cuenca y Coronel (2016) que indica que si $\frac{B}{C} > 1$, el

proyecto es viable. Esto quiere decir que por cada USD 1 que se invierta, la ganancia será de USD 0.30 para la mejor formulación.

6 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Las materias primas fueron seleccionadas de acuerdo con las condiciones óptimas para su procesamiento y de esta forma obtener harinas que cumplan con todos los parámetros establecidos en la normativa ecuatoriana NTE INEN 616:2006.
- Las harinas de frejol rojo y tusa de maíz tierno son aptas para la elaboración de galletas, además al ser harinas libres de gluten permiten su consumo por parte de cierto grupo de la población, especialmente los celíacos.
- Las harinas de fréjol rojo y tusa de maíz tierno cumplen con lo establecido con la norma INEN por lo cual es posible su utilización para elaboración de nuevos productos.
- Luego de hacer la evaluación sensorial a los diferentes tratamientos se pudo evidenciar semejanzas entre algunas de las formulaciones, por lo cual el software usado planteó una nueva formulación que fue caracterizada física, química, microbiológica y sensorialmente y posterior a ello comparada con la fórmula testigo, obteniendo resultados similares a la misma.
- Se acepta la hipótesis alternativa del presente trabajo que indica que la inclusión de harinas de fréjol rojo seco y las tusas de maíz tierno a la formulación de una galleta sabor a chocolate, permite la obtención de un producto que cumpla con los parámetros sensoriales, ya que los p-valores reportados por software para los atributos sensoriales fueron menores a 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula
- Las formulaciones que tuvieron mayor aceptación por parte del panel sensorial fueron las que tenían mayor cantidad de harina de fréjol.
- Los resultados de la nueva formulación propuesta por *Design Expert* cumplió con todos los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2085:2005.

- En cuanto al costo/beneficio de la mejor formulación se pudo concluir que es un producto rentable ya que por cada dólar que se invierta se obtiene USD 0.30 de ganancia USD 0.01 más que la fórmula testigo.

6.2 Recomendaciones

- Durante la elaboración de la harina de tusas de maíz, la materia prima no debe mantenerse más de 24 horas sin refrigeración, o por el contrario deben ser usadas tan pronto como sea, ya que al tener gran cantidad de humedad puede fomentar la aparición de hongos.
- Proponer nuevas aplicaciones para la utilización de estas harinas, especialmente la harina de tusa de maíz, ya que al ser obtenida de un desecho común de la agroindustria presentaría una alternativa para su aprovechamiento.
- Las galletas que usen estas harinas deben entrar formadas al horno, ya que la alta presencia de fibra no le permite a la galleta expandirse en el horno.
- Proponer nuevas fórmulas testigos para evaluar el comportamiento de las harinas.
- Evaluar todos los tratamientos para visualizar el comportamiento de las diferentes sustituciones de estas harinas, además se podría tomar en cuenta variables como la humedad de la masa y la temperatura.

REFERENCIAS

- Abayomi, H. T., Oresanya, T. O., Opeifa, A. O. y Rasheed, T. R. (2013). Quality-Evaluation-of-Cookies-Produced-from-Blends-of-Sweet-Potato-and-Fermented-Soybean-Flour. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 7, 639–644. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/340949963>
- Abubakar, U., Yusuf, K., Safiyanu, I., Abdullahi, S., Saidu, S., Abdu, G. y Indee, A. (2016). Proximate and mineral composition of corn cob , banana and plantain peels. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 1(6), 25–27. Recuperado de <http://www.foodsciencejournal.com/archives/2016/vol1/issue6/1-5-23>
- Acevedo, E. y Bressani, R. (1990). Contenido de fibra dietética y digestibilidad del nitrógeno de alimentos centroamericanos: Guatemala. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 40, 439–451. Recuperado de <https://www.alanrevista.org/ediciones/1990/3/art-12/>
- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322–343. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Aguirre, E. y Gómez, C. A. (2010). Evaluación De Las Características Físicoquímicas En La Especie De Frijol Phaseolus Vulgaris De Las Variedades; Pinto Saltillo, Bayo Victoria Y Negro San Luis. *Xii Congreso Nacional De Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 1101–1108. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/4.pdf

- Anasiru, A., Ntau, L., Sumual, M. F., Assa, J. y Labatjo, R. (2019). Lactobacillus Casei Fermentation Effect Of Physical Properties Of Corn Flour (Zea Mays Saccharata Sturt). *International Journal of Medicine, helath and Food Sciences*, 2(1), 10–26. Recuperado de <http://www.doarj.org/wp-content/uploads/2018/IJMHFS/08/2.pdf>
- AOAC. (2019). *Official methods of analysis* (21st ed.). Washinston DC: Association of Official Analytical Chemisis.
- Arévalo Briones, K., Pastrano Quintana, E. y Armijos Jumbo, V. (2016). Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. *Revista Publicando*, 3(7), 503–528. Recuperado de <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/279>
- Awosusi, A. A., Ayeni, A. O., Adeleke, R. y Daramola, M. O. (2017). Biocompositional and thermodecompositional analysis of South African agro-waste corncob and husk towards production of biocommodities. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 12(6), 960–968. <https://doi.org/10.1002/apj.2138>
- Basso, F., Ferreira, A., Wojeicchowski, J., Nogueira, A. y Mottin, I. (2018). Beans (Phaseolus vulgaris L.): whole seeds with complex chemical composition. *Current Opinion in Food Science*, 19, 63–71. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2018.01.010>
- Bayas, A. (2010). *Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (Bactris gasipaes H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la industria Agrícola Exportadora C.A INAEXPO* (Universidad técnica de ambato). Universidad

- técnica de ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/856>
- Bazán, G., Gabrielli, R., Acosta, D. y Rojas, J. (2015). Galletas de buena aceptabilidad a base de harina de arroz (oriza sativa) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) var. parda pastosa. *Agroindustrial Science*, 5(1), 69–75. <https://doi.org/10.17268/AGROIND.SCIENCE.2015.01.07>
- Blandón, S. y Larios, X. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en la formulación de tortas. *Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo*, 9. Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/view/8995>
- Bonilla, S. y Usca, J. (2015). Utilización de diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes / Use of different levels of corn waste with grinded husk more molasses in guinea pigs feeding. *Ciencia Unemi*, 8(15), 96–101. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss15.2015pp96-101p>
- Boñón, D. y Paredes, E. (2020). Caracterización de antocianinas de la coronta de *Zea mays* L. “maíz morado” para la elaboración de un protector solar (Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Recuperado de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1221>
- Carrasco, C. y Sánchez, K. (2020). *Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de coronta de maíz morado (Zea mays l)* (Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8143>
- Castillo, S., Rodríguez, A., Bautista, M., García, N., Gallardo, C., Báez, J. G., ... García, K. G. (2021). Rheological and Nutritional Characterization of

Sweet Corn By-Product (Cob) to Develop a Functional Ingredient Applied in Dressings. *Frontiers in Nutrition*, 8, 178. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.666654/BIBTEX>

Cedeño, J. y Zambrano, J. (2014). Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2>

Chalco, I. J. (2020). *Elaboración de galletas incorporando harina de frijol (Phaseolus vulgaris)* (Universidad Mayor de San Andrés). Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25012>

Chandra, S., Singh, S. y Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3681–3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>

Chipre, T. (2021). *Elaboración de alcohol etílico a partir del corazón de la mazorca del choclo* (Universidad Politécnica Salesiana). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20078>

Choi, S. E. (2013). Sensory Evaluation. En *Sensory Evaluation*. (p. 101). New York: Jones and Bartlett Learning LLC. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00561-6>

Climate-data.org. (2021). Clima Guayaquil: Temperatura, Climograma y Temperatura del agua de Guayaquil - Climate-Data.org. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de <https://es.climate-data.org/america-del->

sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/

Córdoba, J., Salcedo, E., Rodríguez, R., Francisco, J., Manríquez, R., Contreras, H., ... Delgado, E. (2013). *Caraterización y valoración química del elote: Degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas*. 044(33), 171–184. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432013000300004

Coronel, R. (2016). *Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de bebida energizante a basa de guayusa en la ciudad Loja*. Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/10344>

Corzo, L. J., Sánchez, X. M., Cardador, A., Martínez, J. y Jiménez, C. (2020). Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of Phaseolus (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100206>

Cruz, C. (2020). *Desarrollo de pasta Fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de achojcha (*Cyclanthera pedata*) y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)*. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15580>

Dairou, V. y Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash Profile. *Journal of Food Science*, 67(2), 826–834. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x>

Deshpande, S., Sathe, S. y Salunkhe, D. (1984). Interrelationships between certain physical and chemical properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 34(1), 53–65.

<https://doi.org/10.1007/BF01095072>

Devi, G. (2021). Red kidney bean: Nutritious pulse crop. *The Pharma Innovation Journal*, 1048–1050. <https://doi.org/1048-1050>

Díaz, L., Acevedo, I. y Garcia, O. (2013). Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleo (*Amaranthus dubius* Mart). *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(1), 5–23. Recuperado de <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2393>

Domínguez, M. R. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. En *Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud*. Recuperado de www.iin.sld.pe

Domínguez, S. y Loor, K. (2018). *Uso de los residuos del cultivo de maíz (Zea mays) como alternativa sostenible para la elaboración de bloques, parroquia Boyacá* (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/837>

Dorcinvil, R., Sotomayor, D. y Beaver, J. (2010). Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an Oxisol. *Field Crops Research*, 118(3), 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.06.003>

Dowswell, C. R., Paliwal, R. L. y Cantrell, R. P. (2019). Maize in the Third World. En *Maize in the Third World*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429042171>

FAO. (2016). *Legumbres: Semillas Nutritivas para un Futuro Sostenible*. Recuperado de <https://www.fao.org/documents/card/en/c/2255c9fc-a643-42e4-b116-3b190ebb3f92/>

- FAO. (2018). Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Ciudad de Panamá.
- Fernández, A. y Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*, 9(1), 133–148. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052017000100133
- Forero, J. (2013). Tusa del maíz: Una fuente de energía renovable. *Artículos de Divulgación Científica*, 62–65. Recuperado de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/1686>
- García, K., Castillo, S., Cuevas, A., Leal, N., Lozano, M. y Noriega, M. (2019). Obtención y caracterización químico - nutricia de harinas de olote de maíz en etapa R3 (masoso). *Investigación y Desarrollo en Ciencias y Tecnología de Alimentos*, 4(January), 87–90. Recuperado de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/1/12.pdf>
- García, V. (2013). Cómo hacer Galletas Veganas. En *Creativegan* (Vol. 1). Recuperado de <http://www.creativegan.net/descargas/GalletasVeganas.pdf>
- García, Y. (2016). *Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en testa y grano de 54 poblaciones nativas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. 107. Recuperado de <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/L.-N.-Yatzil-Denih-Garcia-Diaz.pdf>
- Gear, J. (2006). Maíz y Nutrición. En *Informes Especiales de ILSI*. Argentina. Recuperado de <http://www.maizar.org.ar/documentos/ilsimaizar.pdf>

Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K. y Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3), 12–30. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2004.02.011>

Google maps. (2021). Ubicación 2°14'53.0"S 79°39'04.1. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de <https://www.google.com/maps/place/2°14'53.0%22S+79°39'04.1%22W/@-2.2465486,-79.652718,2308m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x0:0x88f0be2323fa392b!7e2!8m2!3d-2.2480428!4d-79.6511498?hl=es>

Gu, B. J., Pratiwi, M. y Ganjyal, G. (2019). Whole faba bean flour exhibits unique expansion characteristics relative to the whole flours of lima, pinto, and red kidney beans during extrusion. *Journal of Food Science*, 85(2), 404–413. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14951>

Gupta, S., Chhabra, G. S., Liu, C., Bakshi, J. S. y Sathe, S. K. (2018). Functional Properties of Select Dry Bean Seeds and Flours. *Journal of Food Science*, 83(8), 2052–2061. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14213>

Guzmán, G. (2018). *Remoción de molibdeno del agua del río Challhuahuacho de Cotabambas-Apurímac con carbón activado de tusa de maíz (Zea mays)* (Universidad Nacional del Altiplano). Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8532/Gustavo_Janqui_Guzman.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hamzah, Y. y Fang, L. (2012). Physicochemical properties and acceptance of high fibre bread incorporated with corn cob flour. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 5(02), 547–553. Recuperado de

[https://www.ajofai.info/Abstract/Physicochemical properties and acceptance of high fibre bread incorporated with corn cob flour.pdf](https://www.ajofai.info/Abstract/Physicochemical_properties_and_acceptance_of_high_fibre_bread_incorporated_with_corn_cob_flour.pdf)

Hernández, E. I., Blandón, W. A., Escorcía, R. y Blandón, S. L. (2017). Producción de harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y evaluación sensorial. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 7(1), 11–17. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v7i1.8616>

Hoxha, I., Xhabiri, G. y Deliu, R. (2020). The Impact of Flour from White Bean (*Phaseolus vulgaris*) on Rheological, Qualitative and Nutritional Properties of the Bread. *OALib*, 07(02), 1–8. <https://doi.org/10.4236/oalib.1106059>

INEC. (2020). Estadísticas Agropecuarias . Recuperado el 12 de noviembre de 2021, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>

Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N. y Sayyar, M. (2006). Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97(2), 331–335. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.05.011>

Jacinto, C., Hernández, H., Azpíroz, H. S., Acosta, J. A. y Bernal, I. (2002). Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia*, 36, 451–459. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236406>

Jansen, C. y Lübberstedt, T. (2012). Turning Maize Cobs into a Valuable Feedstock. *Bioenergy Research*, 5(1), 20–31. <https://doi.org/10.1007/s12155-011-9158-y>

Kaliyan, N. y Morey, R. V. (2010). Densification characteristics of corn cobs.

Fuel Processing Technology, 91(5), 559–565.
<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2010.01.001>

Larrea, H., Ugaz, C. y Flórez, M. (2018). El sistema de agronegocios en el Perú: de la agricultura familiar al negocio agroalimentario. *Mexicana de Agronegocios*, 43, 1–16. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/141/14158242001/html/>

Lau, T., Harbourne, N. y Oruña, M. J. (2019a). Optimization of enzyme-assisted extraction of ferulic acid from sweet corn cob by response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1479–1485. <https://doi.org/10.1002/JSFA.10155>

Lau, T., Harbourne, N. y Oruña, M. J. (2019b). Valorisation of sweet corn (*Zea mays*) cob by extraction of valuable compounds. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1–7. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14092>

Leon, G., Leon, D., Pajaro, N., Granados, C., Granados, E. y Bahoque Peña, M. J. (2020). Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). *Revista chilena de nutrición*, 47(3), 406–410. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000300406>

Lezcano, E. (2000). Galletitas Industriales. En *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos*. Argentina. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/Galletitas_2006/galletitas_industriales.htm

Logroño, M., Fonseca, J. y Betancourt, S. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de máchica (*Hordeum vulgare*) en la calidad bromatológica y nutricional de galletas. En *XVII*

Seminario Internacional de Salud, Alimentación y Nutrición Humana SISANH 2018 (Vol. 53, pp. 45–54). Recuperado de [http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-185718-87 Libro Memorias XVII Sem Inter Salud.pdf](http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-185718-87_Libro_Memorias_XVII_Sem_Inter_Salud.pdf)

Logroño, M., Vallejo, L. y Benítez, L. (2015). Análisis Bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebida nutritiva a base de una mezcla de quinua, arveja, zanahoria y tocte . *Revista Alimentos Hoy*, 23(35), 53–64. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/314>

Maache, Z., Bouvier, J., Allaf, K. y Patras, C. (1998). Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35(1), 23–42. Recuperado de https://www.academia.edu/33156208/Effect_of_principal_ingredients_on_rheological_behaviour_of_biscuit_dough_and_on_quality_of_biscuits

Macías, S., Binaghi, M. J., Zuleta, A., Ferrer, P. R. de, Costa, K. y Generoso, S. (2013). Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4(2218–4384), 170–188. Recuperado de <https://sites.google.com/site/1rvcta/v4-n2-2013/h3?overridemobile=true>

Mancebo, C. M., Picón, J. y Gómez, M. (2015). Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 64(1), 264–269. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.05.057>

Manonmani, D., Bhol, S. y Bosco, S. J. D. (2014). Effect of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour on Bread Quality. *OALib*, 01(01), 1–6.

<https://doi.org/10.4236/oalib.1100366>

Martillo, J., Jaén, R., Oliva, L. y Silva Electo. (2019). Análisis del ciclo de vida comparativo del tratamiento de residuos urbanos. *Universidad de Oriente*, 96, 28–36. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4455/445560283012/html/>

Mero, D. y Cruz, J. (2018). *Desarrollo de galletas artesanales a base de harina de habas (Vicia Faba)*. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35862>

Morales, M., Peña, C., García, A., Aguilar, G. y Kohashi, J. (2016). *Seed and seedlings physical characteristics and seeds germination of wild and domesticated common bean (Phaseolus vulgaris L.) and their progeny*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000100043&script=sci_arttext_plus&tlng=en

Moreno, A., Figueroa, D. y Hormaza A., A. (2012). Diseño estadístico para la remoción eficiente del colorante rojo 40 sobre tusa de maíz. *Producción + Limpia*, 7(2), 9–19. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552012000200002&lng=e&nrm=iso&tlng=es

Moreno, S. y Pizarro, Y. (2013). Sustitución parcial de la harina de coronta de maíz morado (zea mays l.) por harina de trigo en las características tecnofuncionales del pan artesanal (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1955>

Muñoz, C. A., Murrieta, M. J., Pérez, F. I. y Vela, S. F. (2019). *Análisis de costos y beneficios para el despliegue de un sistema de medición inteligente en Lima Metropolitana*. Recuperado de <https://repositorio.esan.edu.pe///handle/20.500.12640/1738>

NTE INEN 2085. (2005). *Galletas. requisitos*. Quito. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>

NTE INEN 517. (2013). *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas*. Quito. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_517-1.pdf

NTE INEN 526. (2013). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración del Ion Hidrogeno o pH*. Quito. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/526-1R.pdf>

NTE INEN 616. (2006). Harina de trigo. Requisitos. En *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Quito. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>

Núcleo Ambiental S.A.S. (2015). Manual Frijol. En *Camara de Comercio de Bogotá* (Vol. 1). Recuperado de <https://www.ccb.org.co/content/download/13731/175123/file/Frijol.pdf>

Ospina, J. (2001). Características físico mecanizadas y Análisis de calidad en granos. En *Publicaciones Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=2DWmqb6xP3wC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Pacheco, K. y González, C. (2013). Perfil descriptivo sensorial de un concentrado proteico por la técnica de analisis cuantitativo-descriptivo en la fundación Ciepe, San Felipe, Yaracuy. *Revista ASA*, 1(1985), 63–84. Recuperado de <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2396>

- Pareyt, B. y Delcour, J. A. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(9), 824–839. <https://doi.org/10.1080/10408390701719223>
- Pellegrino, N., Giacomino, M. S., Curia, A., Ferreira, V., Apro, N. y Pita Martín De Portela, M. L. (2013). Diseño, elaboración y características sensoriales de un alimento para tercera edad. *Revista Espanola de Nutricion Comunitaria*, 19(1), 29–36.
- Pérez, D., Rodríguez, J., Calle, J., Nuñez, M., Díaz, L. y Herrera, L. (2018). Utilización de la cascarilla de cacao como fuente de fibra dietética y antioxidantes en la elaboración de galletas dulces. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 28(3), 62–67. Recuperado de <https://www.revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/39>
- Perry, J. M., Swanson, R. B., Lyon, B. G. y Savage, E. M. (2003). Instrumental and Sensory Assessment of Oatmeal and Chocolate Chip Cookies Modified with Sugar and Fat Replacers. *Cereal Chemistry*, 80(1), 45–51. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.1.45>
- Pimentel, T. C., Gomes da Cruz, A. y Deliza, R. (2015). Sensory Evaluation: Sensory Rating and Scoring Methods. En *Encyclopedia of Food and Health* (1a ed.). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00617-6>
- Pinto, J., Cruz, D., Paiva, A., Pereira, S., Tavares, P., Fernandes, L. y Varum, H. (2012). Characterization of corn cob as a possible raw building material. *Construction and Building Materials*, 34, 28–33. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2012.02.014>
- Pliego, L., López, J. y Aragón, E. (2017). Características físicas, nutricionales

y capacidad germinativa de frijol criollo bajo estrés hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1197–1209. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013001000011

Quijije, R. A., Villareal, D. J. y Chinga, B. A. (2019). Evaluación bromatológica de la harina de pescado procesada en la fábrica TADEL S.A. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*, 2(3), 16–25. Recuperado de <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/74>

Quispe, Q., Arroyo, K. y Gorriti, A. (2011). Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa - Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 77(3), 205–217. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=eds-sci.S1810.634X2011000300006&lang=es&site=eds-live&scope=site&custid=s4608367>

RAE. (2014). *galleta* | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. Recuperado de <https://dle.rae.es/galleta?m=form>

Rai, S., Kaur, A. y Singh, B. (2011). Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology* 2011 51:4, 51(4), 785–789. <https://doi.org/10.1007/S13197-011-0547-1>

Ramírez, E. (2012). *Obtención y caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brocoli*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1961>

Reyes, M. J., Palomo, P. y Bressani, R. (2004). Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina

de arroz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(3), 314–321.
Recuperado de
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Rodríguez, A. (2016). *Elaboración de Galletas a base de semillas de Chía (Silvia hispánica, L) utilizando Leche de Soya (Glycine Max) con aporte de fibra Polidextrosa* (Universidad de Guayaquil Facultad). Universidad de Guayaquil Facultad. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16232>

Roldan, J. y Vásquez, G. (2011). Utilización de harina de Frejol en la Elaboración de Pan. *Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)*, 7. Recuperado de [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16989/1/resumen del cycyt de harina de frejol en la elaboracion de pan.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16989/1/resumen%20del%20cycyt%20de%20harina%20de%20frejol%20en%20la%20elaboracion%20de%20pan.pdf)

Salinas, S. A. (2017). *Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris) y maíz nixtamalizado (Zea mays)* (Escuela Agrícola Panamericana). Escuela Agrícola Panamericana. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5978/3/AGI-2017-048.pdf>

Sánchez, I. (2014). Maíz I (Zea mays). *Reduca (Biología). Serie Botánica*, 7(2), 151–171. Recuperado de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1739>

Santos, M. A. (2013). *Elaboración y control de calidad de un suplemento nutricional instantáneo en polvo a base de fréjol rojo (Phaseolus vulgaris) y pasas* (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3088>

- Shigenobu, M., Tomohiro, A., Noriaki, I., Lies, D., Jin, B., Cui, B. y Mitsuyasu, O. (2004). Production of L-lactic acid from corncob. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 97(3), 153–157. <https://doi.org/10.1263/jbb.97.153>
- Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B. y Dolan, K. D. (2010). Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.07.009>
- Singh, S. P., Debouck, D. G. y Gepts, P. (1988). Razas de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. *Temas actuales de mejoramiento genético del frijol común: memorias actuales en mejoramiento genético del frijol común*, 78-93. Recuperado de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79702>
- Sirichokworrakit, S., Phetkhut, J. y Khommoon, A. (2015). Effect of Partial Substitution of Wheat Flour With Riceberry Flour on Quality of Noodles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1006–1012. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.07.294>
- Stone, H. (2018). Example food: What are its sensory properties and why is that important? *npj Science of Food*, 2(1), 1–3. <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0019-3>
- Torbica, A., Hadnadev, M. y Dapčević, T. (2012). Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*, 48(1), 277–283. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2012.05.001>
- Torres, E. D., Sánchez, A., Cedeño, A., Haro, A., Torres, A., González, B., ... Reyes, M. (2014). Caracterización De La Producción De Frijol En La Provincia De Cotopaxi Ecuador: Caso Comuna Panyatug. *Ciencia y*

Tecnología, 6(1), 23–31. <https://doi.org/10.18779/cyt.v6i1.88>

UNDERSUN. (s/f). Harina de Frijol Rojo - Harina de Frijol. Recuperado el 7 de diciembre de 2021, de <http://www.underfungus.com/food-and-beverage-additive/red-bean-flour.html>

Valladares, C. A. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. *Serie Lecturas Obligatorias*, 4. Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>

Valle, M., García, J., Laos, D., Yarasca, C., Loyola, E. y Surco, F. (2019). Análisis proximal y cuantificación de antocianinas totales en *Zea mays* variedad morada sometido a diferentes procesos de secado. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(1), 109–115. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Vanstone, P. y Beckerman, C. (2013). *500 Galletas*. Barcelona: BLUME. Recuperado de https://aranedasombra.com/public_html/wp-content/uploads/2017/11/500-Galletas-Vanstone-Philippa.pdf

Velasco, O., San Martín, E., Aguilar, M., Pajarito, A. y Mora, R. (2013). Propiedades físicas y químicas del grano de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bioagro*, 25(3), 161–166. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Viquez, F. y Bonilla Leiva. (2000). Determinación de la composición físico-química y de la digestibilidad in vitro de dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. estimación del contenido de pectina y celulosa en el residuo indigerible. *Reviteca: Revista en Tecnología y Ciencia*

Alimentaria, 13–17. Recuperado de
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/29103>

Zhang, Y., Ghaly, A. E. y Bingxi, L. (2012). Physical properties of corn residues. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 8(2), 44–53. <https://doi.org/10.3844/ajbbbsp.2012.44.53>

ANEXOS

Anexo 1. Fréjol rojo



Anexo 2. Tusa de maíz



Anexo 3. Peso de 100 semillas de fréjol



Anexo 4. Tamaño de la tusa de maíz



Anexo 5. Tamaño del fréjol rojo



Anexo 6. Fréjol rojo seco



Anexo 7. Tusa de maíz seca



Anexo 8. Juego de tamices usados



Anexo 9. Harina de fréjol y harina de tusa de maíz



Anexo 11. Humedad de la harina de tusa de maíz



Anexo 10. Humedad de la harina de fréjol rojo



Anexo 12. Masa de galletas



Anexo 13. Masa de galletas formadas



Anexo 14. Tratamientos



Anexo 15. Mejor formulación de galletas



Anexo 16. Humedad de la galleta



Anexo 17. Ficha de atributo sensorial para la galleta

Favor probar cada una de las muestras en el orden aquí presentado e identifique el nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados con la siguiente escala:

5: Me gusta mucho

2: Me disgusta

4: Me gusta

1: Me disgusta mucho

3: Ni me gusta ni me disgusta

Atributos sensoriales	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Color								
Olor								
Sabor								
Textura								
Crocante								

Muchas gracias por su colaboración

Anexo 18. Análisis químicos y microbiológicos de la harina de fréjol

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	harina de fréjol	Código muestra:	22-01/0001-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	Funda estéril	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	04/01/2022
Fecha análisis:	04/01/2022	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Levaduras y Mohos *	UFC/g	2.5 x 10 ²	---	AOAC 21st 997.02 (ME07-PG20- PO02-7.2 M) *

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	2.02	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	19.75	---	AOAC 21st 920.87 *

Anexo 19. Análisis químicos y microbiológicos de la harina de tusa de maíz

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	harina de tusa de maíz	Código muestra:	22-01/0001-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	Funda estéril	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	04/01/2022
Fecha análisis:	04/01/2022	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Levaduras y Mohos *	UFC/g	2.8 x 10 ²	---	AOAC 21st 997.02 (ME07-PG20- PO02-7.2 M) *

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	14.59	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	6.86	---	AOAC 21st 920.87 *

Anexo 20. Análisis químicos y microbiológicos de la galleta

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Galletas	Código muestra:	22-01/0015-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	06/01/2022
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	07/01/2022
Fecha análisis:	07/01/2022	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Levaduras y Mohos *	UFC/g	1.0 x 10 ⁴	---	AOAC 21st 997.02 (ME07-PG20- PO02-7.2 M) *

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	1.40	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína	%	4.67 ± 0.21	---	AOAC 21st 920.87 (ME20-PG20-PO02-7.2 FQ)

Anexo 21. ANOVA de la humedad de mejor formulación y la galleta testigo

```

Análisis de la varianza

Variable N  R²  R² Aj  CV
Humedad  6  0,84  0,80  8,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)
  F.V.  SC  gl  CM  F  p-valor
Modelo  2,16  1  2,16  20,90  0,0102
Columnal  2,16  1  2,16  20,90  0,0102
Error  0,41  4  0,10
Total  2,57  5

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72873
Error: 0,1033 gl: 4
Columnal Medias n  E.E.
  1  3,27  3  0,19  A
  2  4,47  3  0,19  B
    
```

Anexo 22. ANOVA del pH de mejor formulación y la galleta testigo

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
pH	6	0,60	0,50	2,04	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	1	0,06	6,00	0,0705
Columnal	0,06	1	0,06	6,00	0,0705
Error	0,04	4	0,01		
Total	0,10	5			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22670
 Error: 0,0100 gl: 4

Columnal	Medias	n	E.E.	
2	4,80	3	0,06	A
1	5,00	3	0,06	A

Anexo 23. ANOVA de la proteína de mejor formulación y la galleta testigo

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Proteína	6	1,00	1,00	2,27	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,43	1	8,43	1348,06	<0,0001
Columnal	8,43	1	8,43	1348,06	<0,0001
Error	0,03	4	0,01		
Total	8,45	5			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17922
 Error: 0,0063 gl: 4

Columnal	Medias	n	E.E.	
2	2,30	3	0,05	A
1	4,67	3	0,05	B

Anexo 24. ANOVA de la fibra de mejor formulación y la galleta testigo

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Fibra	6	0,77	0,71	8,00	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	1	0,14	13,50	0,0213
Columnal	0,14	1	0,14	13,50	0,0213
Error	0,04	4	0,01		
Total	0,18	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22670
 Error: 0,0100 gl: 4
 Columnal Medias n E.E.

	n	E.E.	
2	1,10	3	0,06 A
1	1,40	3	0,06 B

Anexo 25. ANOVA de mohos y levaduras de mejor formulación y la galleta testigo

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Mohos y Levaduras	6	1,00	1,00	0,34	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78661,50	1	78661,50	507329,89	<0,0001
Columnal	78661,50	1	78661,50	507329,89	<0,0001
Error	0,62	4	0,16		
Total	78662,12	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89265
 Error: 0,1551 gl: 4
 Columnal Medias n E.E.

	n	E.E.	
1	1,00	3	0,23 A
2	230,00	3	0,23 B



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Zambrano Yont, Fernanda Katherine**, con C.C: # 1311899684 autora del **Trabajo de Integración Curricular: Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (*Phaseolus vulgaris* L.) y tusa de maíz tierno (*Zea mays* L.), sabor a chocolate**, 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: **Zambrano Yont, Fernanda Katherine**

C.C: 1311899684



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una galleta con harinas de fréjol rojo seco (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) y tusa de maíz tierno (<i>Zea mays</i> L.), sabor a chocolate	
AUTOR(ES)	Fernanda Katherine Zambrano Yont	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera, Ph. D.	
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: 105
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agroindustria, desarrollo de nuevos productos, investigación procesamiento de productos	
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):	<p>El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una galleta sabor a chocolate a base de harinas de fréjol rojo seco y tusa de maíz tierno. Se estableció una metodología para la obtención de las harinas, las mismas que fueron analizadas en sus características de calidad; para la obtención de la galleta se trabajó con base en una fórmula de referencia publicada por Perry, Swanson, Lyon, y Savage (2003) y se establecieron restricciones cuya información fue ingresada en el programa estadístico <i>Design Expert</i>, el cual generó siete formulaciones que fueron procesadas y luego analizadas por un panel sensorial semi entrenado perteneciente a una empresa privada ubicada en el km. 26 vía Durán-Tambo utilizando para el efecto el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA). Los resultados sensoriales fueron ingresados en el mencionado software, el cual de acuerdo con las restricciones originó la fórmula seleccionada. Este nuevo producto fue elaborado junto con la fórmula testigo para propiciar una comparación. La nueva galleta fue más crocante que la galleta testigo y obtuvo mejores porcentajes de fibra (1.40 %) y proteína (4.67 %); además presentó valores de humedad de 3.26 %, un pH de 5 y 0.1×10^2 ufc/g de Mohos y levaduras, cumpliendo con lo establecido por la norma NTE INEN 2085. La galleta seleccionada tuvo un beneficio/costo de USD 1.30, es decir, que por cada dólar invertido se obtiene USD 0.30 de ganancia.</p>	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-(97276966)	E-mail: fernanda.zambrano@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.	
	Teléfono: +593-4-(987361675)	
	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):		