



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina
de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario
(*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*).**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

AUTOR:

Bach.: Reyes Yrigoyen Víctor Jair

ASESORA:

Dra. Liz A. Juanitaflor Morales Cabrera-Orcid 0000-0001-8405-8506

LAMBAYEQUE – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo
(*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*)
y camote (*Ipomoea batatas*).**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

APROBADA POR:

**M.Sc Rubén Darío Sachún García
PRESIDENTE**

**Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez
SECRETARIO**

**Ing. Héctor Lorenzo Villa
Cajavilca
VOCAL**

**Dra. Liz A. Juanitaflor Morales Cabrera
ASESORA**

Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.atenaeditora.com.br Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %
10	www.fcb.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
11	1library.co Fuente de Internet	<1 %
12	tumi.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
14	rtyc.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to University of La Guajira Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
17	www.concereal.com Fuente de Internet	<1 %
18	studylib.es Fuente de Internet	<1 %
19	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1 %

<1 %

21 Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota

Trabajo del estudiante

<1 %

22 Submitted to City University of New York System

Trabajo del estudiante

<1 %

23 docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

24 idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

25 repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26 repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27 www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

28 doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

29 revistas.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

30 worddomination.com

Fuente de Internet

<1 %

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Dra. Liz Amelia Juanitaflor Morales Cabrera, usuario del documento titulado:

Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*)

Cuyo autor es, Victor Jair Reyes Yrigoyen, identificado con documento de identidad 76321731; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 16%, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 04 de agosto del 2023



Dra. Liz Amelia Juanitaflor Morales Cabrera

DNI: 42814735



Reyes Yrigoyen Victor Jair

DNI:76321731



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2024

Siendo las 11:30 am del día miércoles 17 de enero del 2024, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: **“Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus Vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*).”**; designados Res. N° 179-2022-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 23 de mayo del 2022 y aprobada con Res. N° 348-2022-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 12 de octubre del 2022, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- M.Sc. Rubén Dario Sachun Garcia – Presidente
- Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez – Secretario
- Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca – Vocal.

La tesis fue asesorada por la Dra. Liz Amelia Juanitaflor Morales Cabrera nombrada por Res. N°091-2022-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 17 de marzo del 2023. El acto de sustentación es autorizado con Res. N° 004-2024-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 16 de enero del 2024

La Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller: **REYES YRIGOYEN VICTOR JAIR**; y tuvo una duración de 50 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de .16 (Dieciséis) en la escala vigesimal, mención Buena.

Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la *normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.*

Siendo las 12:20 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Presidente
M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

Secretario
ING. JULIO HUBERTO TIRADO VASQUEZ

Vocal
ING. HECTOR LORENZO VILLA CAJAVILCA

Dra. LIZ A. JUANITAFLORES MORALES CABRERA



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Victor Jair Reyes Yrigoyen

Título del ejercicio: Tesis

Título de la entrega: Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina d...

Nombre del archivo: TESIS_VICTOR_JAIR_REYES_YRIGOYEN.docx

Tamaño del archivo: 878K

Total páginas: 99

Total de palabras: 18,961

Total de caracteres: 96,255

Fecha de entrega: 08-ago.-2023 08:54a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entre... 214310159

 UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO" 

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

TESIS

**"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente
harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol
canario (*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*)"**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTOR:
Bach.: Reyes Yrigoyen Victor Jair

ASESORA:
Dra. Liz Amelia Juanitaflor Morales Cabrera

LAMBAYEQUE - PERÚ
2023


Dra. Liz A. Juanitaflor Morales Cabrera
ASESORA

DEDICATORIA

A Dios, por otorgarme la vida y permitirme llegar hasta este momento tan significativo de mi formación profesional. A mi madre, por su cariño y apoyo incondicional, siendo el pilar más importante en mi vida. A mi padre, que a pesar de las diferencias de opiniones, lograste ser un gran apoyo para mí. A mis hermanos, por los momentos compartidos más significativos y por estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier instante. A mis compañeros, George y Samir por acompañarme en las últimas, puesto que, con su apoyo, logré culminar la tesis.

Victor Jair Reyes Yrigoyen

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Luis Soto, quien me brindó su apoyo, en el desarrollo experimental de este proyecto, pues a través de sus conocimientos, logré recordar y manejar con cuidado los equipos para la recolección de mis datos.

A la Doctora Juanitaflor Morales Cabrera, por su valiosa guía y asesoramiento.

Y finalmente gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Victor Jair Reyes Yrigoyen

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	19
II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS	24
2.1. Antecedentes de la investigación	24
2.2. Base Teórica	27
2.2.1. Leguminosas.....	27
2.2.2. Frejol canario.....	27
2.2.3. Harina	28
2.2.4. Galletería	29
2.2.5. Camote.....	33
2.2.6. Usos del camote.....	33
2.2.7. Harina de camote.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1. Lugar de ejecución.....	35
3.2. Población, muestra.....	35
3.2.1. Población	35
3.2.2. Muestra.....	35
3.3. Operacionalización de variables	35
3.4. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales	37
3.4.1. Equipos y materiales.....	37
3.4.2. Técnicas de preparación de muestra	40
3.4.3. Técnicas de análisis	43
3.5. Diseño de contrastación de hipótesis	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4.1. Determinación de los parámetros de elaboración de harina	48
4.1.1. Harina de frejol canario	48
4.1.2. Harina de camote.....	59
4.2. Determinación de las características fisicoquímicas y propiedades tecnofuncionales	70
4.2.1. Frejol canario.....	70
4.2.2. Camote.....	76
4.3. Determinación de las características tecnológicas de la galleta	83
4.3.1. Humedad.....	83
4.3.2. Grasa.....	85
4.3.3. Ceniza.....	87

4.3.4. Fibra.....	88
4.3.5. Proteína.....	90
4.3.6. Carbohidratos	91
4.3.7. Valor calórico	93
4.4. Determinación de la aceptabilidad de la galleta.....	94
4.4.1. Color.....	94
4.4.2. Olor.....	96
4.4.3. Sabor.....	98
4.4.4. Textura.....	99
4.5. Análisis microbiológico de la galleta.....	101
V. CONCLUSIONES.....	102
VI. RECOMENDACIONES.....	104
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	105
VIII. ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición del frejol canario</i>	28
Tabla 2. <i>Composición nutricional del camote en 100 g de porción comestible</i>	33
Tabla 3. <i>Operacionalización de variables del objetivo específico 1</i>	35
Tabla 4. <i>Operacionalización de variables del objetivo específico 2</i>	36
Tabla 5. <i>Operacionalización de variables del objetivo específico 3</i>	36
Tabla 6. <i>Operacionalización de variables del objetivo específico 4</i>	37
Tabla 7. <i>Operacionalización de variables del objetivo específico 5</i>	37
Tabla 8. <i>Técnica de análisis fisicoquímico de la harina de frejol canario y de camote</i>	43
Tabla 9. <i>Prueba hedónica para la evaluación sensorial</i>	44
Tabla 10. <i>Métodos análisis microbiológico</i>	45
Tabla 11. <i>Diagrama del Diseño Factorial de 3x3</i>	46
Tabla 12. <i>Diagrama del Diseño Completamente al Azar</i>	47
Tabla 13. <i>Resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de frejol canario</i> ...	48
Tabla 14. <i>Resultados promedio pH en la harina de frejol canario</i>	51
Tabla 15. <i>Resultados promedio del valor (L) del color en la harina de frejol canario</i>	54
Tabla 16. <i>Resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario</i>	56
Tabla 17. <i>Resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de camote</i>	59
Tabla 18. <i>Resultados promedio pH en la harina de camote</i>	62
Tabla 19. <i>Resultados promedio del valor (L) del color en la harina de camote</i>	64
Tabla 20. <i>Resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de camote</i>	67
Tabla 21. <i>Resultados promedio del contenido de humedad de la harina de frejol canario</i>	70
Tabla 22. <i>Resultados promedio del contenido de proteína de la harina de frejol canario</i>	71
Tabla 23. <i>Resultados promedio del contenido de carbohidratos de la harina de frejol canario</i>	71
Tabla 24. <i>Resultados promedio del contenido de grasa de la harina de frejol canario</i>	72
Tabla 25. <i>Resultados promedio del contenido de fibra de la harina de frejol canario</i>	73
Tabla 26. <i>Resultados promedio del pH en la harina de frejol canario</i>	73
Tabla 27. <i>Resultados promedio de la acidez en la harina de frejol canario</i>	74
Tabla 28. <i>Resultados promedio de la capacidad de absorción de agua de la harina de frejol canario</i>	74
Tabla 29. <i>Resultados promedio de la capacidad de absorción de grasa de la harina de frejol canario</i>	75
Tabla 30. <i>Resultados promedio de la capacidad gelificante de la harina de frejol canario</i>	76
Tabla 31. <i>Resultados promedio del contenido de humedad de la harina de camote</i>	77
Tabla 32. <i>Resultados promedio del contenido de proteína de la harina de camote</i>	77
Tabla 33. <i>Resultados promedio del contenido de carbohidratos de la harina de camote</i>	78
Tabla 34. <i>Resultados promedio del contenido de grasa de la harina de camote</i>	79
Tabla 35. <i>Resultados promedio del contenido de fibra de la harina de camote</i>	79

Tabla 36. Resultados promedio del pH en la harina de camote	80
Tabla 37. Resultados promedio de la acidez en la harina de camote	80
Tabla 38. Resultados promedio de la capacidad de absorción de agua de la harina de camote	81
Tabla 39. Resultados promedio de la capacidad de absorción de grasa de la harina de camote	81
Tabla 40. Resultados promedio de la capacidad gelificante de la harina de camote	82
Tabla 41. Resultados promedio del contenido de humedad en la galleta	83
Tabla 42. Resultados promedio del contenido de grasa en la galleta	85
Tabla 43. Resultados promedio del contenido de ceniza en la galleta	87
Tabla 44. Resultados promedio del contenido de fibra en la galleta	88
Tabla 45. Resultados promedio del contenido de proteína en la galleta	90
Tabla 46. Resultados promedio del contenido de carbohidratos en la galleta	91
Tabla 47. Resultados promedio del contenido de carbohidratos en la galleta	93
Tabla 48. Resultados promedio del color en la galleta	94
Tabla 49. Resultados promedio del olor en la galleta	96
Tabla 50. Resultados promedio del sabor en la galleta	98
Tabla 51. Resultados promedio de la textura en la galleta	99
Tabla 52. Recuento de mohos en la galleta	101
Tabla 53. Análisis de Varianza de la capacidad de rehidratación en la harina de frejol canario ..	114
Tabla 54. Análisis de Varianza del pH en la harina de frejol canario	114
Tabla 55. Prueba de Tukey del pH de la harina de frejol canario	114
Tabla 56. Análisis de Varianza del color (L) en la harina de frejol canario	114
Tabla 57. Prueba de Tukey del color (L) de la harina de frejol canario	115
Tabla 58. Análisis de Varianza de la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario	115
Tabla 59. Análisis de Varianza de la capacidad de rehidratación en la harina de camote	115
Tabla 60. Análisis de Varianza del pH en la harina de camote	115
Tabla 61. Prueba de Tukey del pH de la harina de camote a diferentes tiempos de cocción	115
Tabla 62. Prueba de Tukey del pH de la harina de camote a diferentes temperaturas de secado ..	116
Tabla 63. Análisis de Varianza del color (L) en la harina de camote	116
Tabla 64. Prueba de Tukey del color (L) de la harina de camote	116
Tabla 65. Análisis de Varianza de la variación del color (ΔE) en la harina de camote	116
Tabla 66. Prueba de Tukey de la variación del color (ΔE) de la harina de camote con los diferentes tiempos de cocción	116
Tabla 67. Prueba de Tukey de la variación del color (ΔE) de la harina de camote con las diferentes temperaturas de secado	117
Tabla 68. Análisis de Varianza del contenido de humedad en la galleta	117
Tabla 69. Prueba de Tukey del contenido de humedad en la galleta	117
Tabla 70. Análisis de Varianza del contenido de grasa en la galleta	117
Tabla 71. Prueba de Tukey del contenido de grasa en la galleta	117

Tabla 72. <i>Análisis de Varianza del contenido de ceniza en la galleta</i>	118
Tabla 73. <i>Prueba de Tukey del contenido de ceniza en la galleta</i>	118
Tabla 74. <i>Análisis de Varianza del contenido de fibra en la galleta</i>	118
Tabla 75. <i>Prueba de Tukey del contenido de fibra en la galleta</i>	118
Tabla 76. <i>Análisis de Varianza del contenido de proteína en la galleta</i>	118
Tabla 77. <i>Prueba de Tukey del contenido de proteína en la galleta</i>	118
Tabla 78. <i>Análisis de Varianza del contenido de carbohidratos en la galleta</i>	119
Tabla 79. <i>Prueba de Tukey del contenido de carbohidratos en la galleta</i>	119
Tabla 80. <i>Análisis de Varianza del valor calórico en la galleta</i>	119
Tabla 81. <i>Prueba de Tukey del valor calórico en la galleta</i>	119
Tabla 82. <i>Análisis de Varianza del color en la galleta</i>	119
Tabla 83. <i>Prueba de Tukey del color en la galleta</i>	120
Tabla 84. <i>Análisis de Varianza del olor en la galleta</i>	120
Tabla 85. <i>Análisis de Varianza del sabor en la galleta</i>	120
Tabla 86. <i>Análisis de Varianza de la textura en la galleta</i>	120
Tabla 87. <i>Prueba de Tukey de la textura en la galleta</i>	120
Tabla 88. <i>Resultados de medias de la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario</i> .121	
Tabla 89. <i>Resultados de medias del pH de la harina de frejol canario</i>	121
Tabla 90. <i>Resultados de medias del valor (L) del color de la harina de frejol canario</i>	122
Tabla 91. <i>Resultados de medias de la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario</i>	122
Tabla 92. <i>Resultados de medias de la capacidad de rehidratación de la harina de camote</i>	123
Tabla 93. <i>Resultados de medias del pH de la harina de camote</i>	123
Tabla 94. <i>Resultados de medias del valor (L) del color de la harina de camote</i>	124
Tabla 95. <i>Resultados de medias de la variación del color (ΔE) de la harina de camote</i>	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países exportadores de frejol canario valorizado en miles de dólares.	20
Figura 2. Producción de camote en los años 2012-2016.	22
Figura 3. Elaboración de la harina de frejol canario.	40
Figura 4. Elaboración de la harina de camote.	41
Figura 5. Elaboración de las galletas a base de harina de frejol canario, harina de trigo y harina de camote.	42
Figura 6. Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes tiempos de cocción.	49
Figura 7. Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes temperaturas de secado.	49
Figura 8. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario.	50
Figura 9. Gráfico de medias del pH a diferentes tiempos de cocción.	52
Figura 10. Gráfico de medias del pH a diferentes temperaturas de secado.	52
Figura 11. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al pH de la harina de frejol canario.	53
Figura 12. Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes tiempos de cocción.	55
Figura 13. Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes temperaturas de secado.	55
Figura 14. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al valor (L) del color de la harina de frejol canario.	56
Figura 15. Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes tiempos de cocción.	57
Figura 16. Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes temperaturas de secado.	57
Figura 17. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario.	58
Figura 18. Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes tiempos de cocción.	59
Figura 19. Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes temperaturas de secado.	60
Figura 20. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la capacidad de rehidratación de la harina de camote.	60
Figura 21. Gráfico de medias del pH a diferentes tiempos de cocción.	63
Figura 22. Gráfico de medias del pH a diferentes temperaturas de secado.	63
Figura 23. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al pH de la harina de camote.	64
Figura 24. Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes tiempos de cocción.	65
Figura 25. Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes temperaturas de secado.	66
Figura 26. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al valor (L) del color de la harina de camote.	66
Figura 27. Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes tiempos de cocción.	68
Figura 28. Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes temperaturas de secado.	68
Figura 29. Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la variación del color (ΔE) de la harina de camote.	69
Figura 30. Gráfico de medias del contenido de humedad en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	84
Figura 31. Gráfico de medias del contenido de grasa en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	86
Figura 32. Gráfico de medias del contenido de ceniza en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	88
Figura 33. Gráfico de medias del contenido de fibra en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	89
Figura 34. Gráfico de medias del contenido de proteína en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	91
Figura 35. Gráfico de medias del contenido de carbohidratos a en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	92
Figura 36. Gráfico de medias del valor calórico en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	94
Figura 37. Gráfico de medias del color en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	95
Figura 38. Gráfico de medias del olor en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	97
Figura 39. Gráfico de medias del sabor en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	98
Figura 40. Gráfico de medias de la textura en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.	100

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal formular galletas mediante la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*). En primer lugar, se determinaron los parámetros de elaboración de harina de frejol canario y camote, para posteriormente determinar sus características fisicoquímicas y propiedades tecnofuncionales de dichas harinas. Se elaboraron galletas con diferentes porcentajes de sustitución con harina de frejol canario y camote (10, 15 y 20% de cada harina), para luego determinar sus características tecnológicas y aceptabilidad sensorial. Finalmente se realizó un análisis microbiológico con la galleta con mayor aceptación. Se determinó que los mejores parámetros de elaboración de harina de frejol canario fueron a una temperatura de secado de 60°C y un tiempo de cocción de 30 minutos, mientras que en la harina de camote fue a una temperatura de secado de 70°C y un tiempo de cocción de 0 minutos. La mejor formulación fue la galleta elaborada con 15% de harina de frejol canario y 15% de harina de camote, la cual obtuvo una mejor aceptabilidad en el color y textura. Finalmente, la galleta con mayor aceptabilidad sensorial obtuvo <10 UFC/g de mohos.

Palabras clave: Frejol canario, camote, galleta.

ABSTRACT

In the present investigation, the primary objective was to formulate cookies by partially substituting wheat flour (*Triticum aestivum*) with canary bean (*Phaseolus vulgaris*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) flours. For this study, in the first place, the processing parameters of canary bean and sweet potato flour were determined, to later determine their physicochemical characteristics and technofunctional properties of said flours. Cookies were made with different substitution percentages with canary bean and sweet potato flour (10, 15 and 20% of each flour), to later determine their technological characteristics and sensory acceptability. Finally, a microbiological analysis was carried out with the cookie with the highest acceptance. It was determined that the best processing parameters for canary bean flour were at a drying temperature of 60°C and a cooking time of 30 minutes, while sweet potato flour was at a drying temperature of 70°C and a cooking time of 0 minutes. The best formulation was the cookie made with 15% canary bean flour and 15% sweet potato flour, which obtained better acceptability in color and texture. Finally, the cookie with the highest sensory acceptability obtained <10 CFU/g of molds.

Keywords: Canary bean, sweet potato, cookie.

I. INTRODUCCIÓN

El frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) es una leguminosa de grano, cultivada a nivel mundial, aunque se tiene la más alta productividad y consumo en Latinoamérica. Este frejol tiene un gran contenido de proteínas (20-23%) y carbohidratos (59-60%), necesarios para el cuerpo humano y desde el punto de vista agronómico, su cultivo sirve para mejorar los suelos agrícolas (INIA, 2017). Esta leguminosa es considerada muy valiosa para la salud, en personas diabéticas, con desnutrición, anemia, obesidad, con problemas cardiovasculares, para prevenir el cáncer, entre otros (Hoguín, 2015).

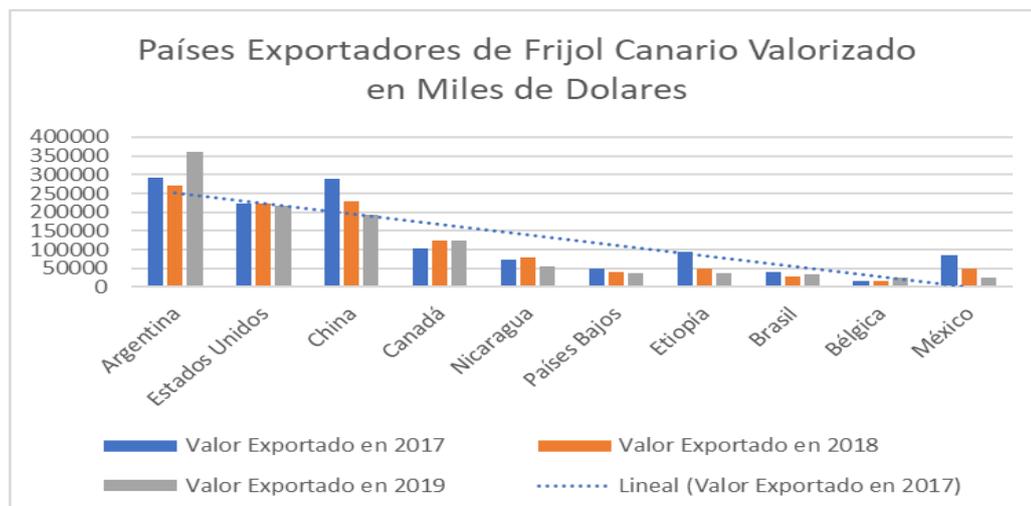
En el Perú, destacan diferentes variedades de frejoles como, canario, blanco, panamito, entre otros (San Román, 2019), cultivados y producidos por más de 140 mil familias; siendo la región de la costa la que ocupa el primer lugar en producción con 47.4%, seguido de la sierra con 34.4% y por último, la selva con 18% de la producción nacional (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2014).

Durante el año 2019, se cosecharon 72 215 ha de frejol canario mundialmente, teniendo un rendimiento promedio de 1190 Kg/ha (Food and Agriculture Organization [FAO], 2020).

Debido al aumento de la población nacional, hay una mayor demanda de consumo de este tipo de leguminosa, en consecuencia, se ha tenido que importar frejol canario a diferentes países; donde los principales países exportadores a nivel mundial se muestran a continuación en la Figura 1.

Figura 1

Países exportadores de frejol canario valorizado en miles de dólares.



En la Figura 1 se puede apreciar los principales países que exportan el frejol canario, según la partida arancelaria, desde el año 2017 al 2019, donde los principales países son Argentina, Estados Unidos de América, China y Canadá.

Se sabe que las condiciones de almacenamiento inadecuadas provocan cambios indeseables en el frejol canario, por ejemplo, el oscurecimiento del tegumento, ocasionando que forme una gruesa capa suberificada alrededor de la semilla (Bento, Ferreira, Bassinello y Oomah, 2021c; Bento *et al.*, 2020), causando su deterioro debido a cambios químicos, relacionados con la oxidación de proantocianidina (Bento *et al.*, 2021d; Coelho *et al.*, 2020), teniendo como consecuencia de que los consumidores rechacen los granos oscuros ya que se asocia a granos viejos (Bento *et al.*, 2021c; Bento *et al.*, 2020). Es por eso que las semillas deben ser previamente tratadas para quitar ese recubrimiento y de esa manera facilitar la absorción de líquido.

Desafortunadamente, hay investigaciones limitadas sobre las características sobre la industrialización del frejol, tal es el caso de (Solís, 2020); quien elaboró un dulce a partir de frejol canario y lo fortificó con harina de sangre de pollo, otras investigaciones sostienen que las harinas y propiedades fisicoquímicas del frejol canario son primordiales

para el desarrollo posterior de los productos elaborados con harina de frejol canario. (Romero y Zhang, 2019).

En estudios anteriores demuestran que hacer harina a partir de frijoles cocidos permite el desarrollo de alimentos con alta aceptación sensorial y dependiendo del tipo de frejol (por ejemplo, frejol canario) la harina puede ser adecuada para diferentes desarrollos alimentarios. (Bento *et al.*, 2021a; Bento *et al.*, 2021b).

Considerando la importancia de las propiedades tecnológicas de la harina para el desarrollo de productos alimenticios elaborados con frejol canario, estudios que proponen la elaboración de harinas de frejol canario añejo a partir de granos cocidos, ayudaría con el uso de harinas de frijol por parte de las industrias, mejorando la calidad nutricional de los alimentos procesados.

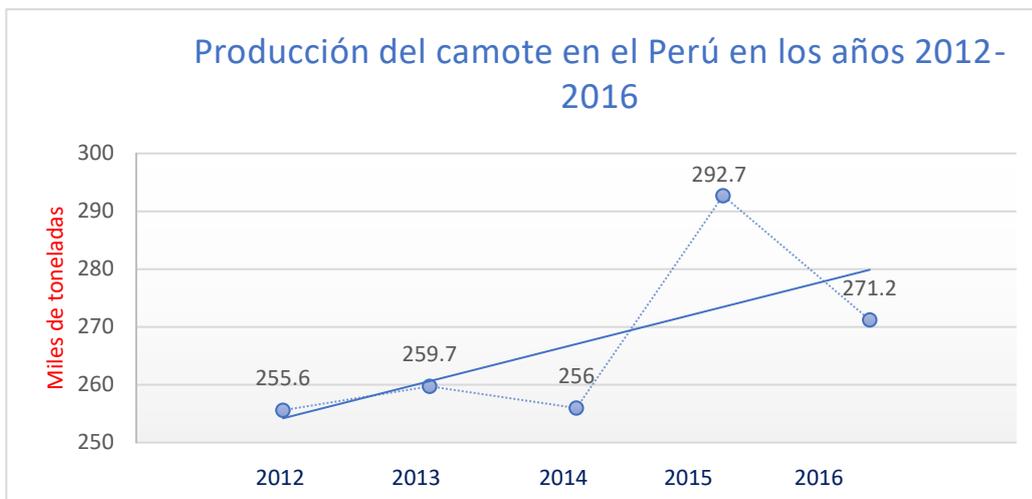
El camote, históricamente ha sido una fuente alimenticia importante para el ser humano, por ser abundante, de buen sabor y de alto contenido nutricional (Calaveras, 1996).

Esta raíz tuberosa tiene un alto contenido en antioxidantes, como también en proteínas y vitaminas; aunque con poca producción industrial a nivel nacional (Bastidas y De la Cruz, 2010).

En el Perú, según MIDAGRI, existen 15 000 hectáreas cultivables de camote, con una producción de 260 000 toneladas por año y un rendimiento de hasta 60 Tn/ha (ANDINA, 2019).

Figura 2

Producción de camote en los años 2012-2016.



Nota. Adaptado del Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola. Sistema Integrado de Estadística Agraria. MIDAGRI (2016).

En la Figura 2 podemos apreciar que, el año donde se obtuvo mayor producción de camote en el Perú fue en el año 2015 con una diferencia significativa con respecto a los otros años con una cantidad de 292.7 de miles de toneladas.

En el mundo actual la harina de camote no tiene un mercado definido, ya que se sigue evaluando su utilización como sustituto de la harina de trigo, con el fin de reducir costos, añadir color, sabor y dulzor natural a alimentos procesados. La harina de camote aporta a la ingesta diaria recomendada con una importante fuente de minerales y vitaminas tales como el potasio (20-39%), magnesio (14-28%), vitamina A, tiamina, hierro y vitamina C.

Según lo expuesto anteriormente, esta investigación tuvo como objetivo general formular galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y camote (*Ipomoea batatas*).

Para ello se establecieron los objetivos específicos que se detallan a continuación:

- Determinar los parámetros de elaboración de harina de frejol canario y camote

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y propiedades tecnofuncionales de la harina de frejol canario y camote
- Caracterizar mediante las propiedades tecnológicas la galleta con uso de harina frejol canario y de camote.
- Determinar la aceptabilidad de las galletas con uso de harina de frejol canario y de camote por medio de una evaluación sensorial.
- Analizar microbiológicamente la galleta sustituida parcialmente con harinas de frejol canario y de camote que obtuvo mayor aceptabilidad.

II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes de la investigación

Larrea, Montalvo y Ramírez (2021) obtuvieron harina de frijol de palo con una humedad característica del producto para su conservación. El frijol de palo fue procesado mediante molienda y secado en bandejas tipo túnel. Se determinaron propiedades funcionales de la harina, como: Índice de Absorción de Agua (IAA) e Índice de Solubilidad en Agua (ISA). La harina fue obtenida para la elaboración de galletas como sustituto de harina de trigo. Emplearon un Diseño Factorial 3x3, para la formulación, teniendo como variables independientes, temperatura (45°C, 50°C y 55°C); tiempo (6, 9 y 12 horas) y velocidad de aire de secado (5.0, 5.5 y 6.0 m/s). Las óptimas variables operaciones fueron 55°C; 6 horas y 6.0 m/s, ya que permitió reducir el contenido de humedad en 81.52% (quedando con 11.87 %), y un ISA de 15.419 %. Los resultados mostraron en el IAA, cuyo valor fue de 5.052 g agua/g materia seca, a 45°C, 6.5 horas, 6.0 m/s. Se concluyó que es posible elaborar galletas utilizando harina de frijol de palo (sustitución del 15% de harina de trigo), con una aceptable calidad tecnológica.

Blandón y Larios (2019) recolectaron y caracterizaron la harina de frijol rojo y evaluaron su uso como sustituto parcial de la harina trigo en la producción de pastelería; esta harina pasó por etapas de tamizado, lavado, remojo (3, 6 y 12 horas), cocción, secado y molienda. Luego se caracterizó y preparó la torta en cuatro niveles (0, 10, 20 y 30%). Los resultados mostraron que el tiempo de remojo de 12 horas redujo el tiempo de cocción de los frijoles; la harina tuvo un rendimiento de $68,67 \pm 0,05$ %, con un diámetro medio de partícula 0,2231 mm, densidad de $0,714 \pm 0,01$ g/cm³ y del polvo sin cáscara $0,697 \pm 0,004$ g/cm³; capacidad de retención de agua $2,57 \pm 0,07$ g de agua/g de polvo y la capacidad de retención de aceite $0,66 \pm 0,14$ g de aceite/g de polvo. Con lo que respecta a lo sensorial, la torta que tenía 10% de harina de frijol rojo fue la más aceptable.

Montes (2014), determinó las propiedades nutricionales y sensoriales de galletas formuladas con harina de trigo (HT) y harina de habas (HH). Desarrolló 4 tratamientos, T1, galleta con 50% HT y 50% HH; T2, 70% HT y 30% HH; T3, 80% HT y 20% HH y T4, 90% HT y 10% HH. Evaluó sensorialmente las galletas, donde el "T3" fue el de mayor aceptabilidad en sabor, olor, color y textura; como también caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente, teniendo una humedad de 4.58%, proteína de 10.02%, grasa de 12.65%, ceniza de 1.27%, fibra de 0.21%, carbohidratos de 71.27%, acidez de 0.013 (expresado en ácido sulfúrico) y pH 6.62; recuento de aerobios viables 1.7×10 UFC/mL, recuento de Coliformes y *E. coli* con <10 UFC/mL cada uno.

Mero y Cruz (2018) realizaron diferentes formulaciones de galletas sustituyendo la harina de trigo en un 100%, por harina de habas (con cáscara y sin cáscara). Para la obtención de harinas de habas, estas pasaron por un proceso de deshidratación (estufa a 50°C), tostado (horno a 50°C), molido y tamizado (tamiz 500 μ), posteriormente evaluaron las características y propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Encontraron que la mejor opción para hacer la harina fue a partir de habas sin cáscara, para luego pasar por deshidratación, tostado y finalmente molido. Concluyendo que las tortas elaboradas con 100% harina de habas tienen altos índices de aceptación y potencian su sabor al 75%, mientras que las alternativas a estas galletas, agregando otras harinas, para mejorar la pérdida de proteína de guisante durante el tostado, también lograron una buena tasa de aceptación por parte del consumidor.

Machuca y Meyhuay (2017) investigaron el efecto de sustituir parcialmente la harina de trigo, por harina de arroz (HA) y harina de lenteja (HL), en las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de las galletas. La humedad de la HA y HL fue de 10,15% y 13,26%, proteína 6,25% y 20,88%, grasa 1,076% y 1,164%, ceniza 0,47% y 2,053%, fibra 2,36% y 5,48% y los índices de finura fueron 3,73 y 3,99. Con estas harinas se formuló y

preparó las galletas dulces con 30% HA y 20% HL; 25% y 25% y 20% y 30%. Evaluaron sensorialmente los tratamientos y aplicaron el análisis estadístico no paramétrico de Friedman al nivel del 5%. La formulación óptima fue 25% HA y 25% HL, ya que la aceptabilidad y las propiedades sensoriales en cuanto a color, dulzura, olor, textura, sabor, fueron los mejores. Las características fisicoquímicas fueron humedad 3.405%, proteína 11.30%, grasa 20.08%, ceniza 1.041%, fibra 1.31%, pH 6.59, acidez 0.2058 e índice de peróxido 1.97 meq O₂/Kg, mohos y levaduras <100 UFC/g. Concluyeron que la composición química proximal de la galleta que mejor reemplazó a la HA y HL fue: humedad 3.41%, proteína 11.38%, grasa 31.70%, fibra 1.31%, ceniza 1.04%, carbohidrato 62.79%, en comparación con la galleta control tiene mejor contenido nutricional.

Challco (2020) propuso una receta de galleta de masa antiapelmazante, añadiendo harina de frijol para potenciar su valor nutricional, empleando un diseño experimental de mezclas. Analizó los diseños de mezcla utilizados para la elaboración de la crema, donde se encontraron valores significativos entre diferentes combinaciones de proporciones de mantequilla, agua y azúcar. En la determinación de la relación de harina de trigo y de frijol se encontraron valores significativos en el modelo lineal de las respuestas de sabor y suavidad de las galletas, optimizando las variables de sabor según la ecuación de sabor, con valores de 70% harina de trigo y 30% harina de soja. Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos estuvieron dentro del rango de valores permitidos por la norma NB 39008, ya que en 100 gramos de galletas saladas de harina de frijol tuvo 10.27% de proteína; también se comparó con galletas de líneas comerciales, resultando un mayor valor proteico en las galletas formuladas. Asimismo, se realizó comparaciones con el porcentaje de proteína que aportan las galletas en las necesidades proteicas de niños y

adultos, concluyendo que las galletas de harina de frijol cubrían aproximadamente el 27% de las necesidades proteicas de los niños de 6 a 10 años.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Leguminosas

Empleadas mundialmente como alternativa sostenible de alimentación, por ser más económica de la carne y siendo después de los cereales, la fuente de nutrientes más importantes en los alimentos, por su gran aporte en proteínas, vitaminas, minerales, almidón, fibra dietética, entre otras (Maphosa y Jideani, 2017).

2.2.2. Frejol canario

Según MINAGRI (2014) a través del INIA presentó la siguiente información del frejol canario:

2.2.2.1. Definición. Leguminosa sembrada en todo el mundo, de mayor producción y consumo en Latinoamérica, fuente de proteínas 20-23% y carbohidratos 59-60%, para la población de escasos recursos económicos; catalogándose también como un excelente mejorador del suelo, desde el punto de vista agronómico.

2.2.2.2. Calidad comercial del grano. Caracterizado por presentar grano grande, de forma ovóide y de muy buena calidad culinaria, pudiéndose consumir en cualquier hora, sin problemas en digestión, teniendo una buena aceptación en el mercado.

2.2.2.3. Cosecha y almacenamiento. Determinado por la forma práctica de evaluación de resistencia del grano al diente, percibiendo la dureza de grano factible para la cosecha (14-18% de humedad) obteniendo así un producto de buena calidad y evitando pérdidas por desgrane o deterioro fisiológico por sobre madurez.

2.2.2.4. Composición

Tabla 1

Composición del frejol canario.

Composición por 100 gramos de porción comestible							
<i>Frijol</i>	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)
Canario Cocido	5.2	0.5	15.5	0.7	45	85	1.6
Canario Crudo	21.9	2.1	60.2	2.9	138	351	6.6
Canario Fresco	9.7	0.5	31.5	2.2	60	287	3.0

Nota. Adaptado de Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (2000), citado por Butrón (2015).

2.2.3. Harina

2.2.3.1. Definición. Se obtiene moliendo granos, pseudosemillas, legumbres, tubérculos, rizomas y convirtiéndolo en un polvo fino (ANDALUCÍA, 2013).

2.2.3.2. Tipos de harinas. Según ANDALUCÍA (2013) existen diversos tipos de harina:

Harina fortificada: Este nombre se le da cuando se le agrega un producto para aumentar su valor nutricional.

Harina adicionada: las harinas tienen propiedades organolépticas complementarias y pueden ser alteradas por tratamiento físico o por la añadidura de un producto autorizado.

Harina mezclada: Resultado de mezclar harinas obtenidas de diferentes granos.

Harina trigo integral: El resultado de la molienda, limpieza previa y acondicionamiento del grano sin ninguna separación.

Harina alterada: estas harinas se consideran estropeadas, estropeadas o enfermas cuando tienen un sabor agrio, un olor inusual o propiedades de gluten inusuales.

Harina envasada: Son aquellas que tienen una etiqueta única y cumplen con las normas porque su característica principal es no tener más del 15% de contenido de humedad.

2.2.3.3. Proceso de obtención de harinas. Es importante que la materia se encuentre libre de cualquier contaminante, por lo que se realizan diversos procedimientos para mejorar su calidad. La materia prima pasa por etapas de molienda y tamizado que permite separar las partículas sólidas y finas, hasta obtener finalmente la harina (Huamanchay, 2013).

2.2.3.4. Propiedades funcionales de harinas. Las proteínas de la harina están asociadas en la formación de gluten en la masa, así como en otros componentes de la harina, incluidos los lípidos, el pentosano soluble en agua y las glicoproteínas (proteínas unidas a uno o más carbohidratos). El pentosano, también conocido como hemicelulosa (heteropolisacárido), constituye aproximadamente el 3% del polisacárido total en la harina de trigo, tiene la capacidad de absorber agua 10 veces su peso y también es el componente principal de la fibra. Además, su contenido es significativo. afectan las propiedades de la masa, las propiedades reológicas y las propiedades de horneado.

Una de las propiedades importantes es la absorción de agua, que afecta la viscosidad durante la formación de la solución, también mostraron que aproximadamente el 20 % del agua en la sustancia está relacionada con el pentosano. Además, otra propiedad de los pentosanos es su papel como fibra dietética, con resistencia a la absorción desde el intestino delgado. Cuando la harina y el agua interactúan, comienza a formarse el gluten, una sustancia elástica y pegajosa. Este desarrollo se debe a la formación de gluten de dos proteínas importantes, gliadina y glutamina (Gamero *et al.*, 2017).

2.2.4. Galletería

2.2.4.1. Definición. Producto de textura más o menos firme y crujiente, obtenido de diversas formas mediante la cocción de masas a partir de harina, leche,

almidón, sal, huevos, agua, azúcar, mantequilla, ingredientes grasos, sabores, colorantes, conservantes y otros ingredientes permitidos (Machuca y Meyhuay, 2017).

2.2.4.2. Clasificación. Según INDECOPI (2011) se describen las siguientes:

- a. Según el sabor: pueden ser galletas dulces, saladas o especiales.
- b. Según la presentación:
 - Simples: galletas sin sustancias añadidas, posterior a su horneado.
 - Rellenas: galletas unidas entre por un relleno en su interior.
 - Revestidas: galletas que presentan en su exterior un revestimiento.
- c. Según su forma comercial:
 - Envasadas: las galletas son almacenadas en pequeñas cantidades en empaques sellados.
 - A granel: las galletas son almacenadas en empaques de cartón, hojalata o tecnopor.

2.2.4.3. Marco Normativo. Según INDECOPI (2011) los requisitos para la elaboración de galletas son los siguientes:

- Las materias primas deben ser seleccionadas de manera que no representen daño a la salud del consumidor, mantenerse en buen estado de conservación, y estar libre de sustancias extrañas.
- Se deberán emplear colorantes artificiales y naturales, permitidos por la Norma Técnica Nacional de Aditivos Alimentarios.
- Presentarán los siguientes requisitos fisicoquímicos con sus cantidades máximas permisibles, 2% de humedad, 3% de cenizas totales (sin cloruros), 5 mg/Kg índice de peróxido, y 0.10% de acidez (expresado en ácido láctico).

2.2.4.4. Descripción de materias primas para la producción de galletas.

Según Mero y Cruz (2018) las materias primas más utilizados en la elaboración de galletas son:

Harina de trigo. Ingrediente principal en los procesos de pastelería y panadería; contiene 14% agua, almidón 70 al 75%, lípidos 2%, polisacáridos del 2 al 3% proteínas 10 al 12%.

Huevos. Construyen buen sabor, textura y nutrición a las galletas. La yema contiene lecitina (emulsionante natural) que actúa como un conservante.

Azúcar. Mejora el sabor, color y textura de las galletas. Al batir la mantequilla y el azúcar se permite la incorporación del aire a las galletas (cremar).

Mantequilla. Mejora la calidad en las galletas, en cuanto al sabor, aroma y textura.

Agua. Es un componente importante, ya que permite la hidratación de los ingredientes en la masa, la formación del gluten en la harina, y el desarrollo de las propiedades panaderas.

2.2.4.5. Métodos para la elaboración de galletas. Los métodos de elaboración son tres, y se diferencian en el orden de agregar los ingredientes. (Machuca y Meyhuay, 2017).

a. Cremado. Consiste en la obtención de una crema mediante el mezclado de los ingredientes en la grasa, luego se adiciona la harina a la mezcla, se puede realizar de diferentes formas.

b. El cremado en dos etapas. Se realiza en una primera etapa mediante el mezclado del agua con otros ingredientes, a excepción de la harina, durante 4 a 10 min, según corresponda. En una segunda etapa se adiciona a la mezcla, agente químico (bicarbonato de sodio) y harina, y se mezcla hasta obtener una consistencia homogénea.

c. Mezclado “Todo en Uno”. Consiste en disolver mediante la adición del agua todos los ingredientes (agentes químicos, saborizantes, colorantes, otros). Se realiza en una sola etapa, hasta obtener la consistencia deseada.

Amasado. En esta etapa se mezcla el azúcar, almíbares, harinas y ácidos hasta conseguir una pequeña masa. Finalmente se añade agua, leches, sustancias alcalinas, sal y otros ingredientes, hasta obtener una mezcla uniforme.

Moldeado de la masa. Se puede realizar mediante dos métodos, el primer método consiste en cortar la masa laminada en trozos de forma y tamaño deseado. El segundo método consiste en obtener distintas formas de la masa, utilizando moldes (tubos con orificios de salida).

Horneado. En esta se logra reducir el contenido humedad de las galletas (hasta 2.5-3%) mediante cocción en un tiempo determinado (aproximadamente 15 min).

En esta etapa se producen tres cambios significativos en las galletas:

- a) Cambios en la textura y disminución de la densidad.
- b) Disminuye el nivel de humedad (1-4%).
- c) Cambio de color a nivel exterior.

También se origina otros cambios, tales como el aumento del tamaño de las galletas (formación de gas responsable de su expansión), fundido de la grasa, la gelatinización del almidón (a partir de 54°C), la precipitación de las proteínas (>62.7°C, aunque a 78.8°C coagulación total), en otros.

Efecto del calor sobre las masas:

- a) Hinchamiento, desnaturalización, gelificación de proteínas y almidón.
- b) Los compuestos químicos producen burbujas de gases, los cuales se expanden por aumento de la presión de vapor del agua.
- c) Pérdida de humedad en el producto.

d) Aumento de la concentración de azúcar y elevación de la temperatura en el producto.

e) Disminuye la densidad de la disolución del agua y grasa.

2.2.5. *Camote*

Tubérculo andino que puede cultivado en climas de tipo cálido o tropical. (Valverde y Moreira, 2004).

El camote es un tubérculo muy distinguido en el mundo, por su valor nutritivo, medicinal, aporte de proteínas, minerales y vitaminas (gran aporte de vitamina A). (Tique *et al.*, 2009; Chacón *et al.*, 2009).

2.2.6. *Usos del camote*

El camote tiene diversos usos en el Perú, ya sea en la alimentación humana, alimentación animal o en la agroindustria (como semilla y abono verde). Asimismo, es de utilidad en la elaboración de papillas, sopas, purés, productos de hornear, tales como pan y galletas (harina 25 al 30% de sustitución), entre otros. (Chamba, 2008; Scott, Rosegrant y Ringle, 2000).

Tabla 2

Composición nutricional del camote en 100 g de porción comestible.

Compuestos	Cantidad	
Calorías		
Agua	77.28g	7.72%
Proteína	1.57g	0.015%
Grasa	0.05g	0.005%
Cenizas	0.99g	0.099%
Carbohidratos	20.12g	2.012%
Azúcares totales	4.18g	0.418%
Fibra	3.0g	0.3%
Almidón	12.65g	1.265%
Calcio	30mg	0.3%
Hierro	0.61mg	0.61%
Fósforo	47mg	4.7%
Potasio	337mg	3.37%
Vitamina C	22.7mg	0.227%
Vitamina A	14.187 IU	14.187

Nota. Adaptado de USDA (2009).

2.2.7. *Harina de camote*

Producto menos voluminoso y estable, es considerado sustituto de la harina de trigo, para reducir y economizar costos (Roquel, 2008), se utiliza como espesante en sopas, salsas, snacks, productos de panadería, entre otros (Mais y Brennan, 2008).

La harina de camote ofrece beneficios en los productos alimenticios, a nivel nutricional y propiedades sensoriales (aporta color, sabor y dulzura natural). Su uso es más apto para la elaboración de galletas, pasteles y snacks (80 a 100%, de sustitución, para 15 unidades), Sin embargo, su uso es menos apto para la elaboración de productos con base de levadura (25 a 30% de sustitución).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Fue realizado en el Laboratorio de Alimentos de la FIQIA y en la Planta Piloto de la FIQIA-UNPRG.

3.2. Población, muestra

3.2.1. Población

Frejol canario y camote producido en la región Lambayeque

3.2.2. Muestra

10 kilos de Frejol canario y 10 kilos de camotes producidos en la región Lambayeque.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de variables del objetivo específico 1.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA
<i>Independiente</i>			
Temperatura de secado	60, 70 y 80	°C	Termometría
Tiempo de cocción a 100°C	Canario: 0, 30 y 60 Camote: 0, 3 y 6	Minutos	Cronometría
<i>Dependiente</i>			
Capacidad de rehidratación		Porcentaje (%)	Según Vega-Gálvez <i>et al.</i> (2009)
Color		CIE L*a*b*	Colorimetría
pH		Log inv. [+H]	Potenciometría

Tabla 4*Operacionalización de variables del objetivo específico 2.*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA
<i>Independiente</i>			
Temperatura de secado	Mejor de O.E.1	°C	Termometría
Tiempo de cocción a 100°C	Mejor de O.E.1	Minutos	Cronometría
<i>Dependiente</i>			
Humedad		Porcentaje (%)	Gravimetría
Proteínas		Porcentaje (%)	Método Kjeldahl
Carbohidratos		Porcentaje (%)	Diferencia
Grasa		Porcentaje (%)	Método Soxhlet
Fibra		Porcentaje (%)	Gravimetría
pH		Log inv. [+H]	Potenciometría
Acidez		meq H ₂ SO ₄ / g	Titrimetría
Capacidad de absorción de agua (CAA)		Porcentaje (%)	Según Beuchat (1977)
Capacidad de absorción de grasa (CAG)		Porcentaje (%)	Según Beuchat (1977)
Capacidad gelificante (CG)		Porcentaje (%)	Según Beuchat (1977)

Tabla 5*Operacionalización de variables del objetivo específico 3.*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA
<i>Independiente</i>			
Temperatura de secado y de cocción a 100°C	Mejor tratamiento del O.E 1	°C Minutos	Termometría Cronometría
Porcentaje de sustitución	10, 15 y 20	Porcentaje (%)	Gravimetría
<i>Dependiente</i>			
Humedad		Porcentaje (%)	Gravimetría
Proteínas		Porcentaje (%)	Método Kjeldahl
Carbohidratos		Porcentaje (%)	Diferencia
Grasa		Porcentaje (%)	Método Soxhlet
Fibra		Porcentaje (%)	Gravimetría

Tabla 6*Operacionalización de variables del objetivo específico 4.*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA
<i>Independiente</i>			
Porcentaje de sustitución	10, 15 y 20	Porcentaje (%)	Gravimetría
<i>Dependiente</i>			
Color		Unidades hedónicas	Sensorial
Olor		Unidades hedónicas	Sensorial
Sabor		Unidades hedónicas	Sensorial
Textura		Unidades hedónicas	Sensorial

Tabla 7*Operacionalización de variables del objetivo específico 5.*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA
<i>Independiente</i>			
Aceptabilidad	La Mejor de la O.E. 4	Unidades hedónicas	Evaluación sensorial
<i>Dependiente</i>			
Recuento de mohos	10^2 - 10^3	UFC/g	Cultivo directo en placa: Crecimiento micelial.

3.4. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

3.4.1. Equipos y materiales

3.4.1.1. Materias Primas

- Frejol canario.
- Camote.
- Harina de trigo.
- Mantequilla.
- Azúcar.
- Vainilla (esencia).
- Polvo de hornear.
- Sal.

3.4.1.2. Materiales de vidrio

- Balones de vidrio PYREX de 250 mL, 500 mL.
- Baquetas de vidrio.
- Buretas de 25 mL, 50 mL.
- Desecador con un deshidratante eficaz (Gel de Sílice) con tapa de vidrio, con placa de porcelana, para 4 Litros, PYREX 55/38.
- Embudos de vidrio.
- Fiolas 250 mL, 500 mL.
- Lunas de reloj.
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL y 500 mL con tampón de caucho.
- Matraces Kjeldahl de 800 mL.
- Pipetas volumétricas graduadas de 1 mL, 5 mL y 10 mL.
- Probetas de 100 mL, 250 mL y 500 mL.
- Termómetro de alcohol.
- Vasos de precipitación PYREX de 100 mL y 500 mL.

3.4.1.3. Otros materiales

- Capsulas de porcelana con tapa.
- Crisoles de porcelana 3/30 Jipo de alta temperatura.
- Morteros y pilones de porcelana.
- Ball para masa.
- Malla tamizadora.
- Molde circular para galleta.
- Mazo amasador.
- Bandejas para hornear.
- Cuchillo.

3.4.1.4. Equipos

- Balanza analítica digital. ADAM - PW-254 (Cap. máx. 200 g; sensibilidad 0,01 g).
- Batidora industrial de 3 velocidades de 30 L. NOVA, Serie 0549026.
- Bomba de vacío. Modelo VACUBRAND GMBH+CO.
- Campana extractora de gases.
- Centrífuga. BIOSAN - LMC-4200R.
- Equipo de baño maría. KITLAB - BK-49D.
- Equipo de filtración con bomba de vacío. LABOLAN - Filterlan SB.
- Equipo digestor para la determinación de fibra cruda.
- Equipo de titulación.
- Equipo Kjeldahl, SHIAR - A+A6l, Serie 140-03 12 (Digestor, Destilador Proteínas).

- Equipo extractor Soxhlet, GERHAND - SI36.
- Estufa. MEMMERT CIMATEC S.A.C. (rango 30-210°C)
- Extractor de humo.
- Horno industrial (0°C a 280°C). ANLIN.
- Molino manual de acero inoxidable (tipo disco- Stally).
- Mufla. NABER 1979 - L51/SP, JUMO 20 / 1500°C.
- Termómetro digital (-50°C a 300°C). DIORDI - ZH-08.

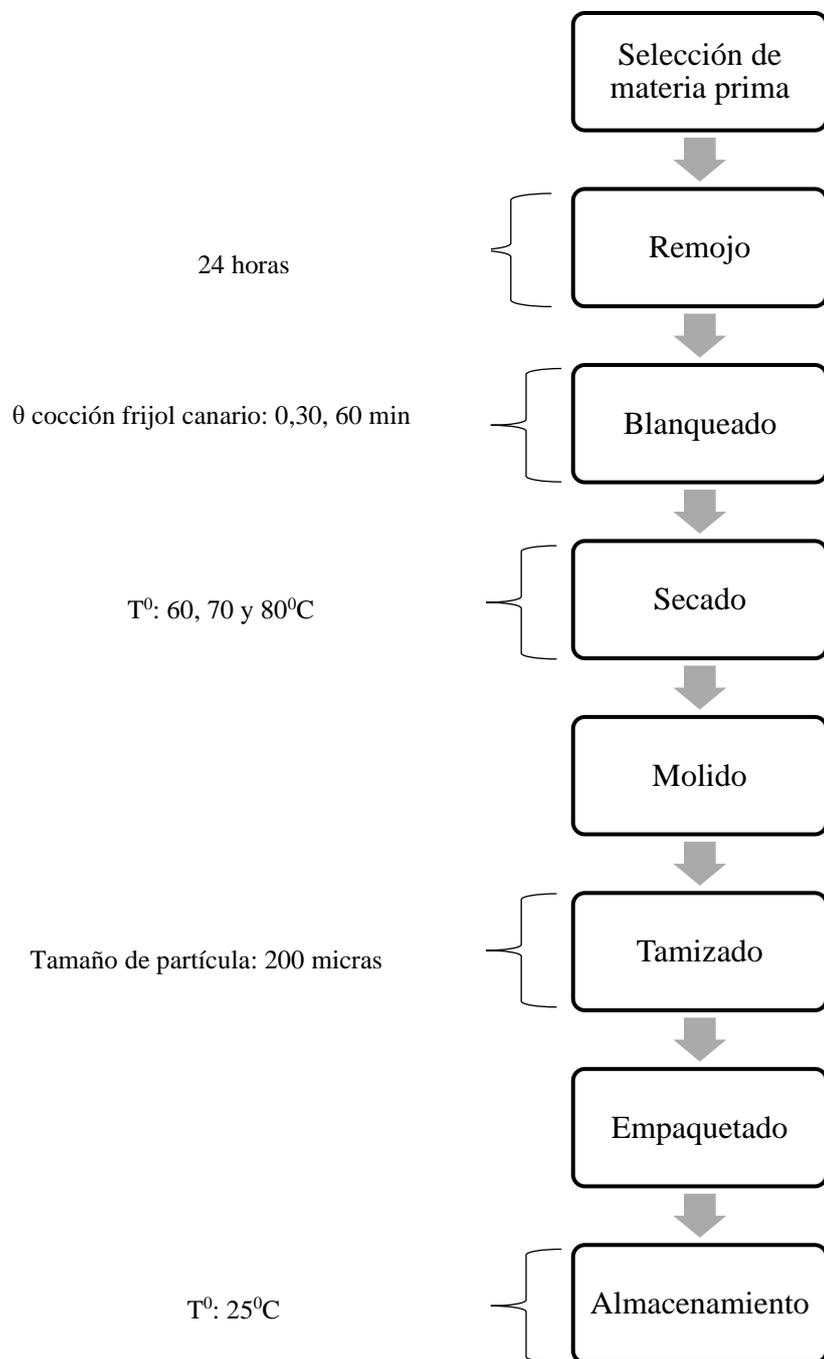
3.4.1.5. Reactivos

- Agua destilada.
- Ácido bórico o ácido trioxobórico (III) (H_3BO_3) al 4%.
- Ácido clorhídrico (HCl) al 37 %.
- Ácido nítrico (HNO_3) al 65 %.
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 0.1 N.
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Alcohol etílico o etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) al 96 %.
- Agua destilada.
- Azul de metileno ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$).
- Azul de bromocresol verde ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$).
- Catalizador Wieninger o catalizador Kjeldahl (CuSe).
- Éter de petróleo o bencina a 40-60°C.
- Grajeas de Zinc.
- Hexano (C_6H_{14}).
- Hidróxido de sodio o soda cáustica concentrado (NaOH).
- (NaOH) al 0.1 N.
- Rojo de metilo ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$).
- Sulfato cúprico pentahidratado o sulfato de cobre (II) pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- Sulfato de hierro (II) o sulfato ferroso o sal anhidra (FeSO_4).
- Sulfato de mercurio (II) (HgSO_4).
- Sulfato de potasio (K_2SO_4).
- Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

3.4.2. Técnicas de preparación de muestra

Figura 3

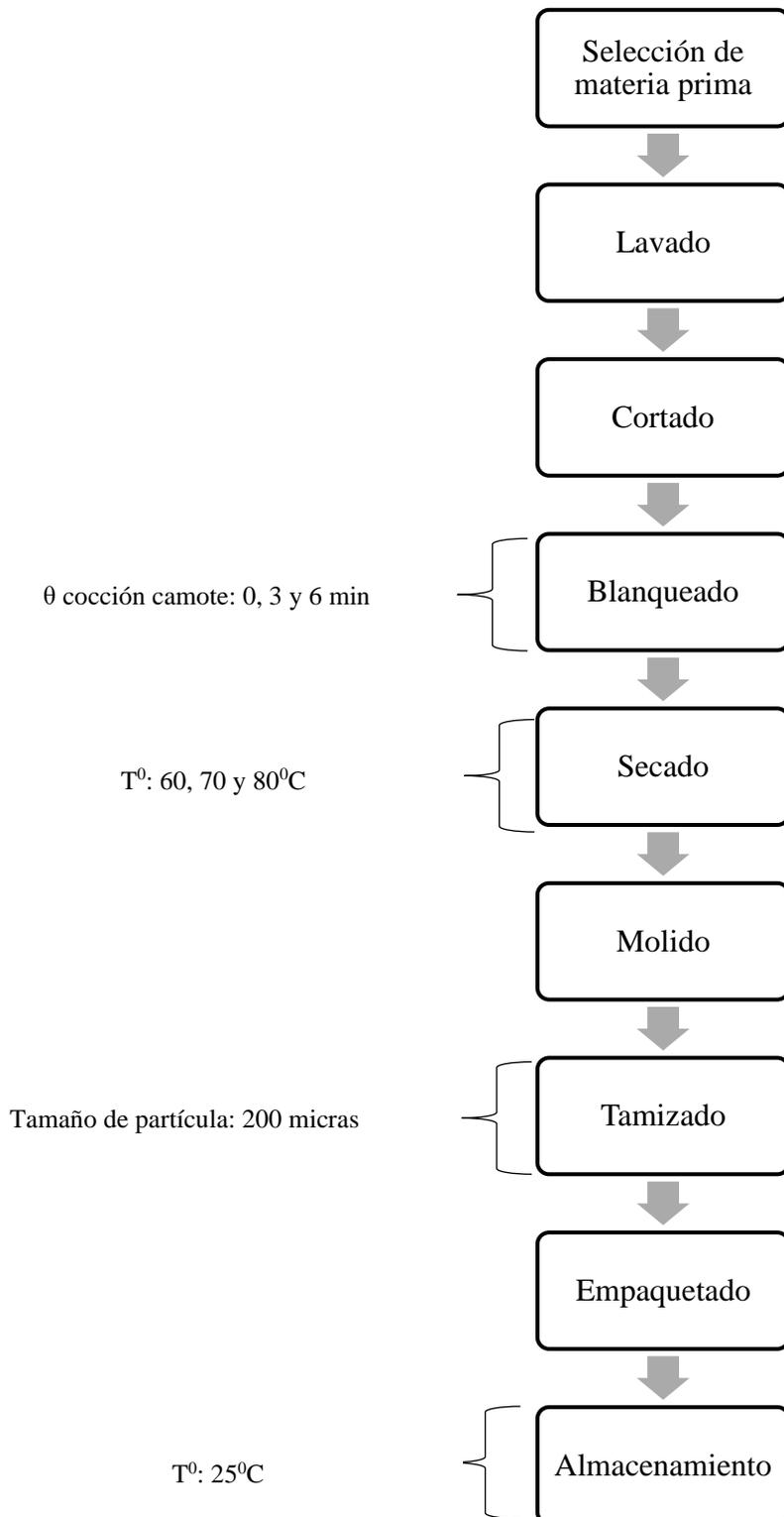
Elaboración de la harina de frejol canario.



Nota: Elaboración Propia (2023).

Figura 4

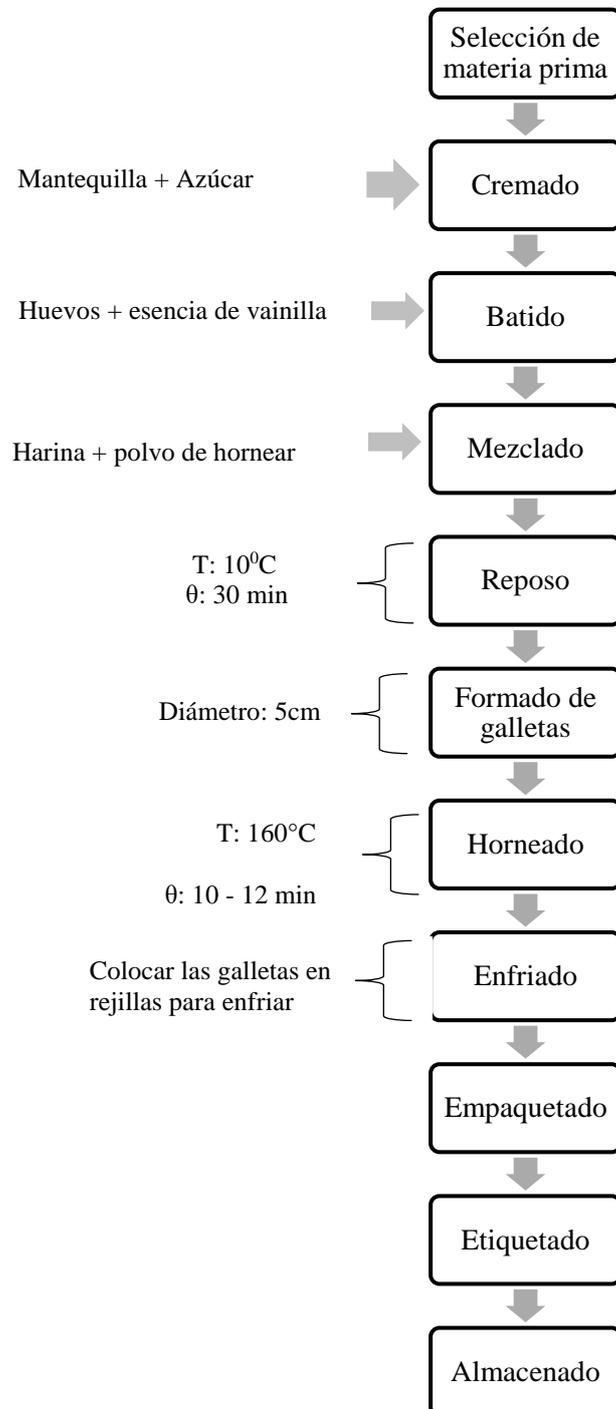
Elaboración de la harina de camote.



Nota: Elaboración Propia (2023).

Figura 5

Elaboración de las galletas a base de harina de frejol canario, harina de trigo y harina de camote.



Nota: Elaboración Propia (2023).

3.4.3. Técnicas de análisis

A continuación, se muestran las técnicas utilizadas en esta investigación

3.4.3.1. Análisis fisicoquímico

Tabla 8

Técnica de análisis fisicoquímico de la harina de frejol canario y de camote.

Ensayo	Método
Humedad	Gravimétrico; AOAC, 15ava Ed. (1990).
Determinación de Proteínas	Semi-micro: Kjeldahl; A.O.A.C. 935.39:2012 (Revisada el 2011).
Determinación de grasa	Soxhlet; NTP 206.017:1981 (Revisada el 2011).
Determinación de fibra	Gravimétrico; NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011).
Determinación de carbohidratos	Se calculará por diferencia (Collazos, 1993).
Determinación de pH	Potenciometría; A.O.A.C (2005).
Determinación de acidez	Método volumétrico; A.O.A.C (2005) y NTP 205.039:1975.

3.4.3.2. Análisis de características tecnofuncionales

Capacidad de Rehidratación (CR): Trozos de material seco se colocan en agua destilada por 6 horas a 40°C, relación sólido-líquido 1:50, luego drenar por 30 segundos y pesar. Realizar por triplicado. La CR se calculó, mediante la siguiente ecuación, según Vega-Gálvez *et al.* (2009) citado por Lucero *et al.* (2021).

$$CR = \frac{W_{reh} * X_{reh} - W_{seca} * X_{seca}}{W_{seca} * (1 - X_{seca})}$$

Dónde: **W_{reh}**: Peso del material rehidratado; **X_{reh}**: Humedad del material rehidratado en base húmeda; **W_{seca}**: Peso del material luego del proceso de secado; **X_{seca}**: Contenido de humedad del material seco en base húmeda.

Capacidad de absorción de agua (CAA): Preparar muestras de 2 g, añadir 20 ml de agua, ajustar el pH a 7, agitar en un mezclador de vórtice, y finalmente centrifugar (3000 RPM) por 30 min. La CAA se expresa en g H₂O absorbidos / g muestra (Beuchat, 1977).

Capacidad de gelificación (CG): preparar suspensiones al 4, 8, 12 y 14% (p/v) en agua destilada, tomar solo 5 ml, y llevar a tubos de ensayo, los cuales se colocan en baño caliente por 1 hora a 100°C y posteriormente en hielo por 1 hora adicional. La gelificación se determinó mediante la técnica de la menor concentración que presenta aquella muestra de no caer o deslizarse en el tubo invertido (Coffmann y Garciaj, 1977).

Capacidad de absorción de aceite (CAG): En 2 gramos de muestra, se añade 20 ml de aceite en tubos de centrifuga de 50 ml, agitar en un mezclador de vórtice durante, durante 1 min, y finalmente centrifugar (3000 RPM) por 30 min. La CAG se expresa como g aceite retenidos / g muestra (Beuchat, 1977).

3.4.3.3. Análisis sensorial

Se realizó mediante una escala hedónica de 5 puntos (ver tabla 9), y se evaluaron las propiedades sensoriales de color, olor, sabor y textura en el producto.

Tabla 9

Prueba hedónica para la evaluación sensorial.

Puntaje	Escala de Medición
4	Me gusta mucho
3	Me gusta moderadamente
2	No me gusta ni me disgusta
1	Me disgusta moderadamente
0	Me disgusta mucho

Nota. Recuperado de Castañeda *et al.* (2009).

La evaluación sensorial se realizó en los Laboratorios de la FIQIA de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. La evaluación permitió seleccionar la mejor formulación en cuanto a características sensoriales.

3.4.3.4. Análisis microbiológico

Tabla 10

Métodos de análisis microbiológico.

Análisis	Método	Nombre del método
Recuento de mohos	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa: crecimiento micelial

3.4.3.5. Análisis Estadístico

Mediante un Análisis de Varianza (ANOVA), se determinaron los análisis estadísticos para saber si por lo menos un par de tratamientos tienen diferencias significativas a un nivel de significancia del 95% ($\alpha < 0.05$). De haber diferencias significativas, se determinará mediante la prueba Tukey, si existen o no diferencias significativas entre cada posible par de tratamiento.

3.5. Diseño de contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis de investigación en el objetivo específico 1 se utilizará un Diseño Factorial 3x3, cuya ecuación se muestra a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor de la humedad, proteínas, carbohidratos, grasa y fibra.

μ = Media común a todos los datos del experimento.

α_j = Efecto de la temperatura de secado.

β_k = Efecto del tiempo de cocción.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Efecto de la interacción del efecto de la temperatura de secado y tiempo de cocción.

ε_{ijk} = Error experimental.

Tabla 11

Diagrama del Diseño Factorial de 3x3.

VARIABLES		Temperatura de secado		
		S1	S2	S3
Tiempo de cocción	T1	T1S1	T1S2	T1S3
		T1S1	T1S2	T1S3
		T1S1	T1S2	T1S3
	T2	T2S1	T2S2	T2S3
		T2S1	T2S2	T2S3
		T2S1	T2S2	T2S3
	T3	T3S1	T3S2	T3S3
		T3S1	T3S2	T3S3
		T3S1	T3S2	T3S3

Donde:

T1: 0 minutos **S1:** 60°C

T2: 30 minutos **S2:** 70°C

T3: 60 minutos **S3:** 80°C

El diseño que permitirá contrastar la hipótesis en el objetivo 3, es el diseño Completamente al azar (DCA), el diagrama se muestra en la Tabla 12, y la ecuación es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i = 1, 2, 3 tratamientos.

j = 1, 2, 3 repeticiones.

Y_{ij} = Variable dependiente que será medida por humedad, proteínas, carbohidratos, grasa, fibra, color, olor, sabor, textura.

μ = La media común a todos los datos del experimento.

T_i = Efecto del porcentaje de sustitución.

ϵ_{ij} = Error aleatorio.

Tabla 12

Diagrama del Diseño Completamente al Azar.

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)		
	S1	S2	S3
1	Y ₁₁	Y ₂₁	Y ₃₁
2	Y ₁₂	Y ₂₂	Y ₃₂
3	Y ₁₃	Y ₂₃	Y ₃₃

Donde:

S1: 10% de harina de frejol canario y 10% de harina de camote.

S2: 15% de harina de frejol canario y 15% de harina de camote.

S3: 20% de harina de frejol canario y 20% de harina de camote.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación de los parámetros de elaboración de harina

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio de Alimentos de la UNPRG, con respecto a la Capacidad de Rehidratación, pH y Color de la harina de frijol canario y harina de camote.

4.1.1. Harina de frejol canario

4.1.1.1. Capacidad de rehidratación

En la Tabla 13 se muestran los resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de frejol canario, con los diferentes tratamientos.

Tabla 13

Resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de frejol canario.

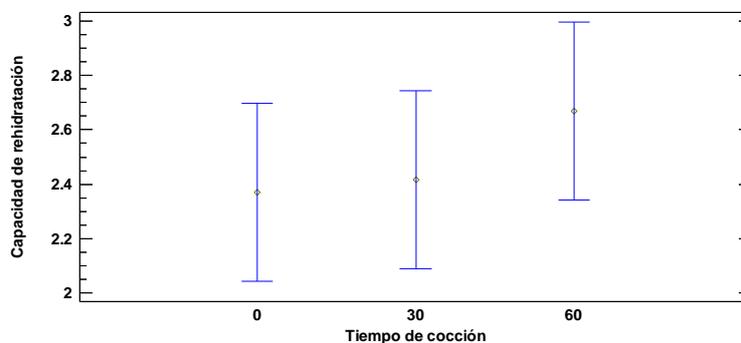
VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	1.62	3.26	2.23
	30	2.84	2.26	2.15
	60	2.61	2.41	2.98

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 53 (ANEXO 1), indican que no existe diferencia estadística significativa (valor $P > 0.05$) en la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario, con los diferentes tiempos de cocción y temperatura de secado, con una confiabilidad del 95%. Sin embargo, existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores.

En la Figura 6 se puede observar que no existe diferencia significativa en la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario a diferentes tiempos de cocción.

Figura 6

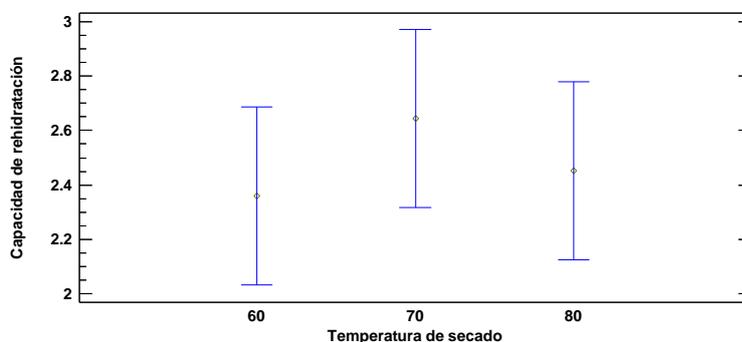
Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 7 se puede observar que no existe diferencia significativa en la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario a diferentes temperaturas de secado.

Figura 7

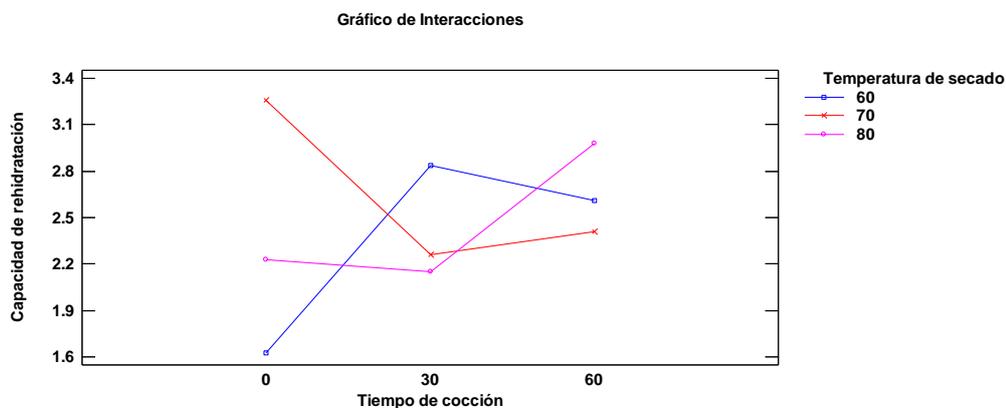
Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 8 se puede observar que el tratamiento que obtuvo la mayor capacidad de rehidratación (3.26 g H₂O rehidratados/ g muestra) de la harina de frejol canario fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 70°C (ver Tabla 88 del ANEXO 2).

Figura 8

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario.



En resumen, los resultados mostrados de este apartado, demuestra que si se quiere mejorar la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario es necesario manipular ambas variables independientes (tiempo de cocción y temperatura de secado). Es decir, si solamente se manipula la temperatura de secado, y se mantiene constante el tiempo de cocción (o viceversa), no se logra el efecto significativo o variación en la capacidad de rehidratación. Esto concuerda con lo mencionado por Badui (2006), quien indica que el almidón favorece la retención de agua debido a la gelatinización ocasionado por el tratamiento térmico, es decir, en este caso hay tratamiento térmico en la cocción por inmersión y luego en el secado.

En harinas con un gran contenido de proteínas y fibra, la absorción de agua puede mayor, debido a que estos componentes retienen mayor contenido de agua en los alimentos (Da Silva et al., 2013; Da Silva et al., 2011). Los resultados de capacidad de rehidratación de agua en la harina de frejol canario en este estudio fueron menores a lo encontrado por Aguilar y Vélez (2013), en la harina de garbanzo, cuyo valor fue de 5 g H₂O/g de harina. Las proteínas tienen gran influencia en el aumento o disminución de capacidad de absorción de agua en los alimentos (Hulton y Campbell, 1981).

4.1.1.2. pH

En la Tabla 14 se muestran los resultados promedio de pH en la harina de frejol canario, con los diferentes tratamientos.

Tabla 14

Resultados promedio pH en la harina de frejol canario.

VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	6.60	6.66	6.50
	30	6.97	7.23	6.90
	60	6.98	6.97	6.90

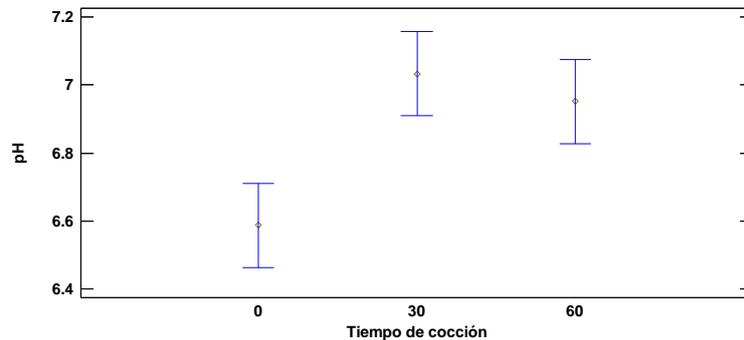
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 54 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el pH en la harina de frejol canario, con los diferentes tiempos de cocción, con una confiabilidad del 95%. Sin embargo, no existe diferencia significativa en la temperatura de secado y en la interacción de estos dos factores.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la tabla 55 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de 0-30 y 0-60 minutos en el pH de la harina de frejol canario.

En la Figura 9, gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento con 0 tiempo de cocción obtuvo el menor pH, y presenta diferencia significativa con el tiempo de cocción de 30 y 60 minutos en la elaboración de harina de frejol canario.

Figura 9

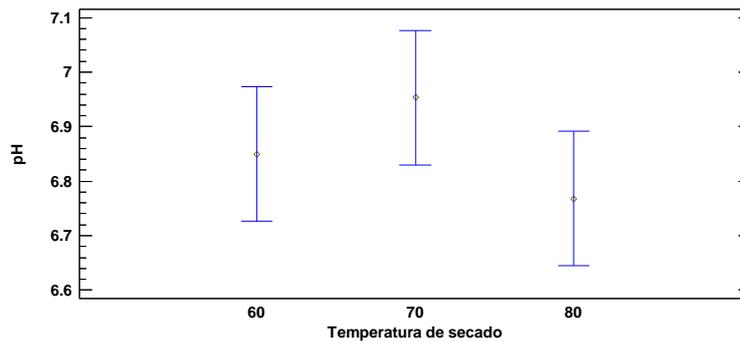
Gráfico de medias del pH a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 10, gráfico de medias, se puede observar que no existe diferencia significativa del pH de la harina de frejol canario a diferentes temperaturas de secado.

Figura 10

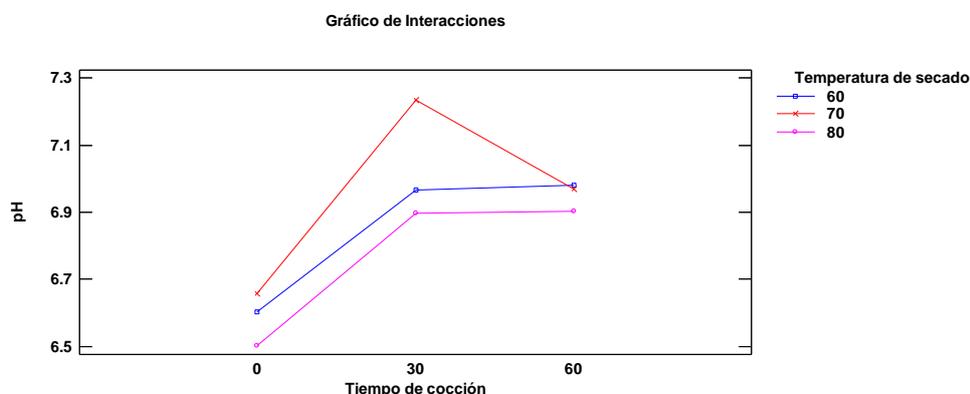
Gráfico de medias del pH a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 11 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo el menor pH (6.5) en la harina de frejol canario fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 80°C y el tratamiento con el mayor pH (7.23), fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 30 min y con una temperatura de secado de 70°C (ver Tabla 89 del ANEXO 2).

Figura 11

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al pH de la harina de frejol canario.



Se ha encontrado una variación significativa del pH en la harina de frejol canario por efecto del tiempo de cocción. Se puede mencionar que el tratamiento térmico influye en el rompimiento de los puentes de hidrógeno o salinos de las moléculas en los alimentos, aumentando la concentración de hidrógeno (Badui, 2006).

La variación del nivel de pH, depende en gran medida del contenido de ácidos orgánicos presentes en los alimentos, debido a la disociación de las moléculas constituyentes de estos ácidos orgánicos. (Damodaran y Parkin, 2017).

Los resultados del pH de la harina de frejol canario en este estudio son similares a los encontrados por Balbin (2018), donde se obtuvo un pH promedio de 6.5 en harina de semillas de calabaza.

Cabe recordar que uno de los compuestos principales de la harina de frejol canario es el almidón, que es un polímero de D-glucosa (formado por carbono, hidrógeno y oxígeno) compuesto por amilosa y amilopectina. Entonces es posible que con el tratamiento térmico realizado a la harina aumente la concentración de hidrógeno por efecto del aumento de la temperatura (Montoya *et al.*, 2015).

4.1.1.3. Color

En la Tabla 15 se muestran los resultados promedio del valor (L) del color en la harina de frejol canario, con los diferentes tratamientos.

Tabla 15

Resultados promedio del valor (L) del color en la harina de frejol canario.

VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	86.86	86.03	85.72
	30	77.93	81.17	80.37
	60	73.53	80.59	79.90

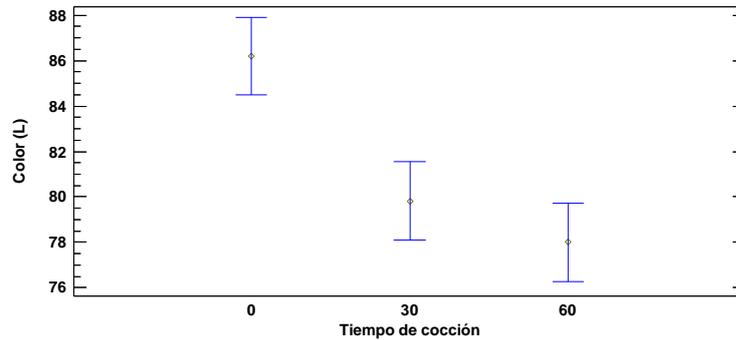
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 56 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el valor (L) del color en la harina de frejol canario, con los diferentes tiempos de cocción, con una confiabilidad del 95%. Sin embargo, no existe diferencia significativa en la temperatura de secado y en la interacción de estos dos factores.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 57 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de 0-30 y 0-60 minutos en el valor (L) del color de la harina de frejol canario.

En la Figura 12, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento con 0 tiempo de cocción obtuvo un mayor del valor (L) del color de la harina de frejol canario y presenta diferencia significativa con el tiempo de cocción de 30 y 60 minutos.

Figura 12

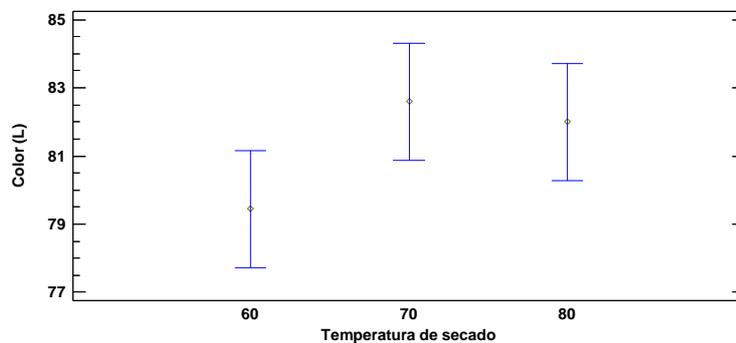
Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 13, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa del valor (L) del color de la harina de frejol canario a diferentes temperaturas de secado.

Figura 13

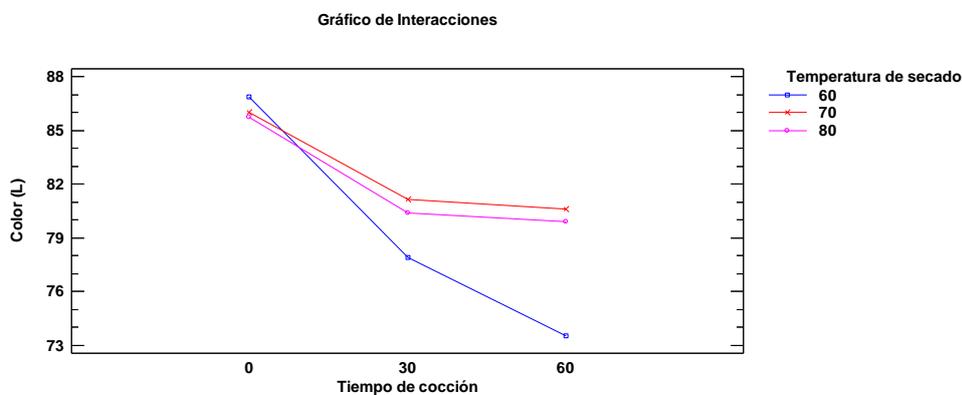
Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 14 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo el mayor del valor (L) del color (86.86) de la harina de frejol canario fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 60°C (ver Tabla 90 del ANEXO 2).

Figura 14

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al valor (L) del color de la harina de frejol canario.



En la Tabla 16 se muestran los resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario, con los diferentes tratamientos.

Tabla 16

Resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario.

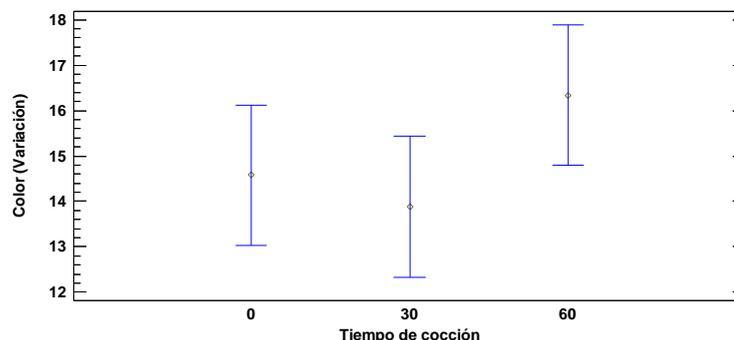
VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	15.12	14.38	14.23
	30	12.63	14.46	14.55
	60	14.94	17.22	16.84

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 58 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P > 0.05$) en la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario, con los diferentes tiempos de cocción y temperatura de secado con una confiabilidad del 95%. Además, no existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores.

En la Figura 15, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa de la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario a diferentes tiempos de cocción.

Figura 15

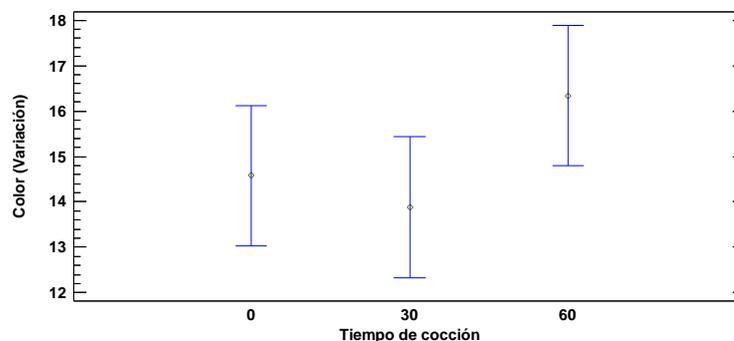
Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 16, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa de la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario a diferentes temperaturas de secado.

Figura 16

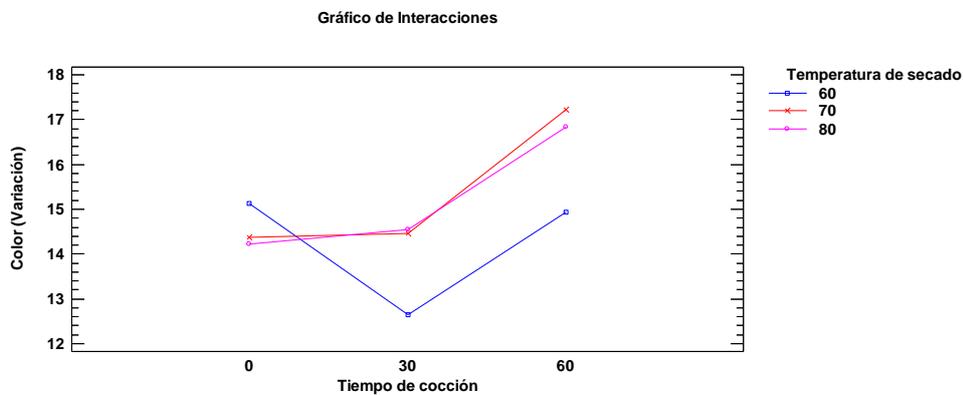
Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 17 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo la menor variación del color (ΔE) (12.64) de la harina de frejol canario fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 30 min y con una temperatura de secado de 60°C (ver Tabla 91 del ANEXO 2).

Figura 17

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario.



Los resultados anteriores demuestran que el tratamiento térmico de cocción y secado, no influyeron en la variación significativa del color de la harina de frejol canario.

Rojas y Duran (2011) evaluaron la variación de color en harina de papa criolla obtenida mediante secado por convección a 50°C, cuyo valor fue de 23.31. El valor obtenido por estos autores fue mayor a lo obtenido en esta investigación a las temperaturas de secado ensayadas (60, 70, 80°C) en harina de frejol canario, cuya variación promedio fue de 15. Estos resultados pueden diferir debido al tipo de materia prima evaluada, método y temperatura de secado, estructura del alimento, etc. (Gould, 1999).

Saydi y Hatamipour (2012), mencionan que a mayor temperatura y velocidad de secado se produce un incremento en el pardeamiento de los alimentos, lo que influye de manera directa en la variación del color; sin embargo, Enríquez y Mejía (2012) señalan que a temperaturas bajas y una mayor velocidad de secado, existe una mayor variación de color.

4.1.2. Harina de camote

4.1.2.1. Capacidad de rehidratación

En la Tabla 17 se muestran los resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de camote, con los diferentes tratamientos.

Tabla 17

Resultados promedio de la capacidad de rehidratación en la harina de camote.

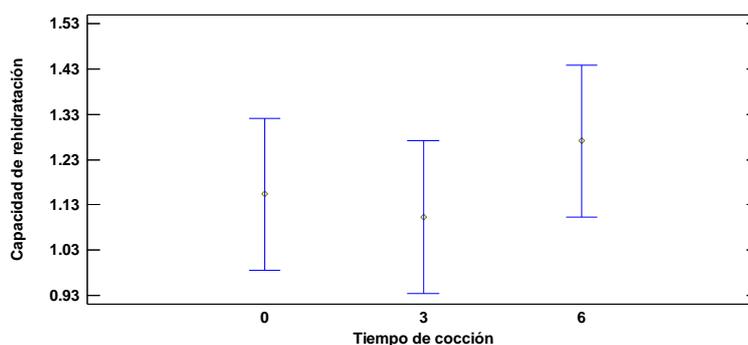
VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	0.92	1.36	1.18
	3	1.00	1.08	1.23
	6	1.24	1.39	1.18

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 59 (ANEXO 1), indican que no existe diferencia estadística significativa (valor $P > 0.05$) en la capacidad de rehidratación en la harina de camote, con los diferentes tiempos de cocción y temperatura de secado, con una confiabilidad del 95%. Además, tampoco existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores.

En la Figura 18, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa de la capacidad de rehidratación de la harina de camote a diferentes tiempos de cocción.

Figura 18

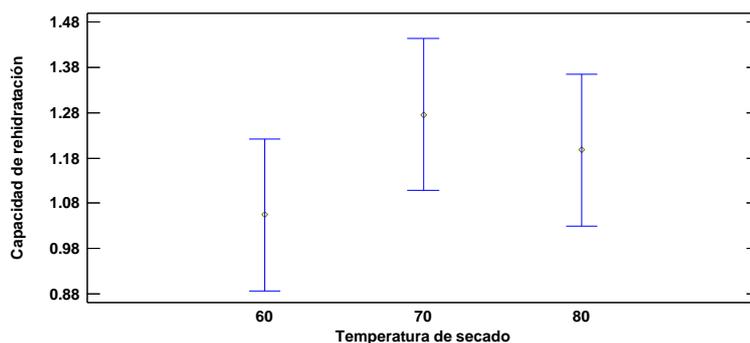
Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 19, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa de la capacidad de rehidratación de la harina de camote a diferentes temperaturas de secado.

Figura 19

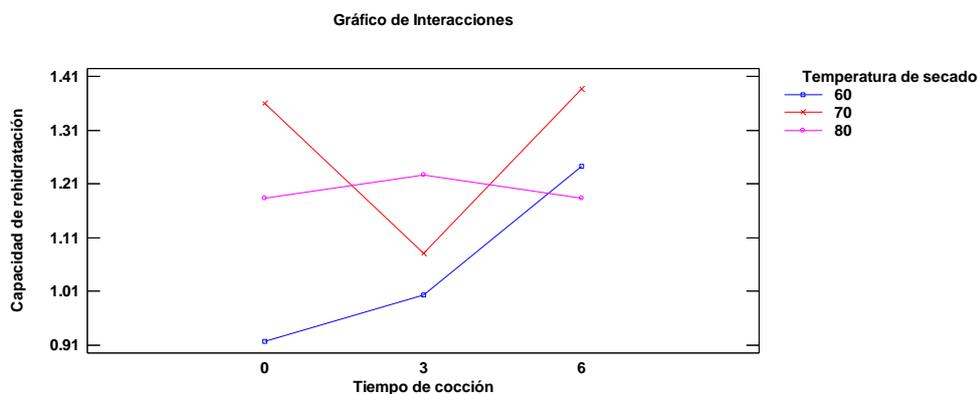
Gráfico de medias de la capacidad de rehidratación a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 20 se puede observar que el tratamiento que obtuvo la mayor capacidad de rehidratación (1.39 g H₂O rehidratados/ g muestra) de la harina de camote fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 6 min y con una temperatura de secado de 70°C (ver Tabla 92 del ANEXO 2).

Figura 20

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la capacidad de rehidratación de la harina de camote.



La capacidad de rehidratación hallada en este estudio es mucho menor a lo encontrado por Vegas et. al (2017) en harina de tarwi entera (4,37 g H₂O retenida/g

sólidos) y en el aislado proteico de haba secada a estufa (1,8 g H₂O/g muestra). Según menciona el autor, puede ser debido a que las proteínas presentes en los alimentos tienen en su estructura grupos polares con la capacidad de formar enlaces de hidrogeno con las moléculas del agua (Fennema, 2010).

4.1.2.2. pH

En la Tabla 18 se muestran los resultados promedio de pH en la harina de camote con los diferentes tratamientos.

Tabla 18

Resultados promedio pH en la harina de camote.

VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	6.39	6.61	6.18
	3	6.25	6.06	6.26
	6	6.46	6.09	6.17

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 60 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el pH de la harina de camote con los diferentes tiempos de cocción y temperatura de secado, con una confiabilidad del 95%. Además, también existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores.

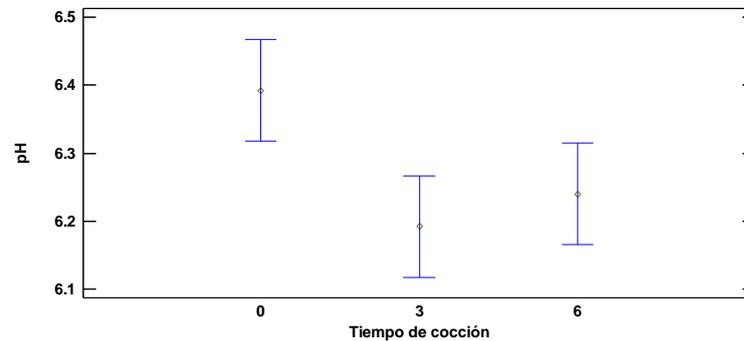
Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presentan en la Tabla 61 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de 0-3 y 0-6 minutos en el pH de la harina de camote.

En la Tabla 62 (ANEXO 1) se muestran los resultados de la prueba de Tukey, los cuales indican que existe diferencia significativa entre las temperaturas de secado de 60-80°C en el pH de la harina de camote.

En la Figura 21, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento con 0 tiempo de cocción obtuvo el mayor pH y presenta diferencia significativa con el tiempo de cocción de 3 y 6 minutos en la elaboración de harina de camote.

Figura 21

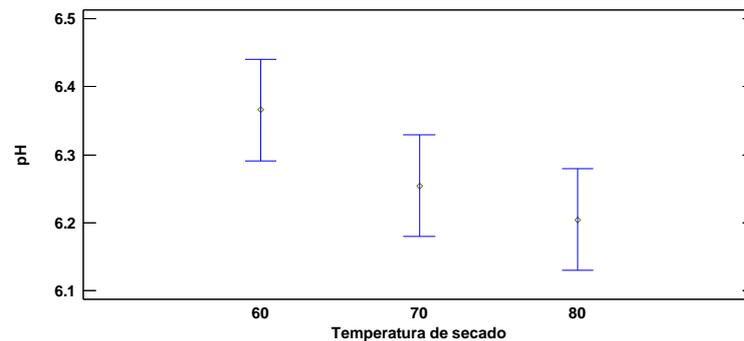
Gráfico de medias del pH a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 22, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento a una temperatura de secado de 60°C obtuvo el mayor pH y presenta diferencia significativa con la temperatura de secado de 80°C en la elaboración de harina de camote.

Figura 22

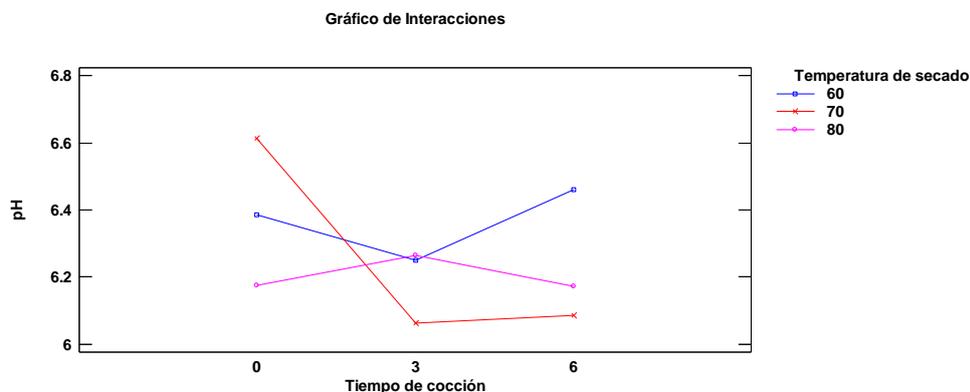
Gráfico de medias del pH a diferentes temperaturas de secado.



En la Figura 23 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo el menor pH (6.06) en la harina de camote fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 3 min y con una temperatura de secado de 70°C y el tratamiento con el mayor pH (6.61), fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 70°C (ver Tabla 93 del ANEXO 2).

Figura 23

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al pH de la harina de camote.



Este resultado del pH en la harina de camote es similar a lo reportado por Macias et. al (2012) quien encontró en la harina de haba un pH 6.55. Mientras que Vegas et. al (2017), obtuvo un pH 5,9 en la harina de tarwi. Según menciona el autor, a un pH de 7, la harina de tarwi sin contenido graso absorbió más agua (2,4 veces más) que la harina entera, debido a que la estructura hidrófoba de los lípidos no permite la formación de enlaces de hidrogeno con los grupos polares de las proteínas. Además, a un pH de 7, la mayor parte de proteínas vegetales son solubles en agua (Vioque et al., 2001).

4.1.2.3. Color

En la Tabla 19 se muestran los resultados promedio del valor (L) del color en la harina de camote con los diferentes tratamientos.

Tabla 19

Resultados promedio del valor (L) del color en la harina de camote.

VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	75.95	74.65	72.79
	3	67.45	63.40	60.82
	6	62.80	61.58	62.63

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 63 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el

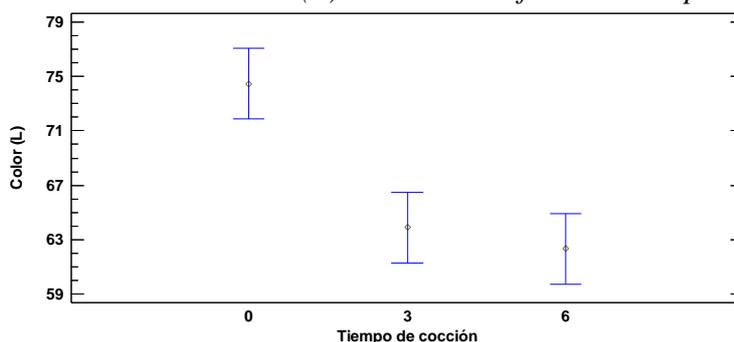
del valor (L) del color en la harina de camote con los diferentes tiempos de cocción, con una confiabilidad del 95%. Sin embargo, no existe diferencia significativa en la temperatura de secado y en la interacción de estos dos factores.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 64 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de 0-3 y 0-6 minutos en el valor (L) del color de la harina de camote.

En la Figura 24, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento con 0 tiempo de cocción obtuvo un mayor del valor (L) del color de la harina de camote y presenta diferencia significativa con el tiempo de cocción de 3 y 6 minutos.

Figura 24

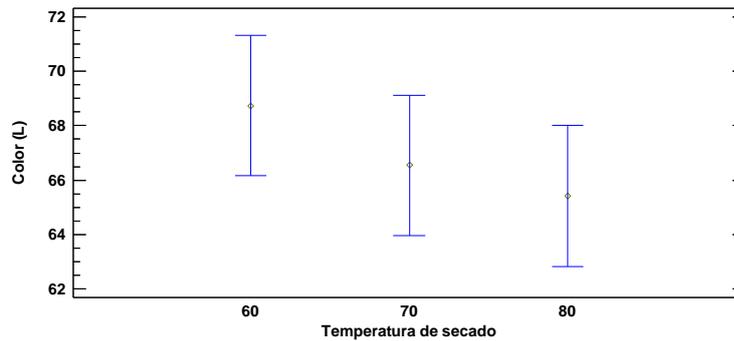
Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 25, del gráfico de medias, se puede observar la no existencia de diferencia significativa del valor (L) del color de la harina de camote a diferentes temperaturas de secado.

Figura 25

Gráfico de medias del valor (L) del color a diferentes temperaturas de secado.

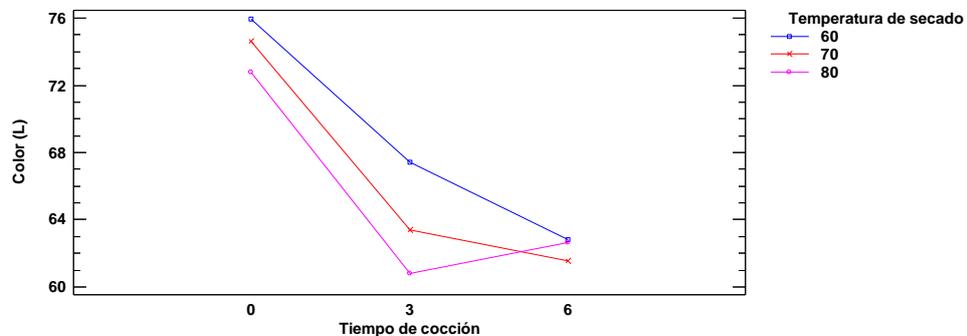


En la Figura 26 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo el mayor del valor (L) del color (86.86) de la harina de camote fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 60°C (ver Tabla 94 del ANEXO 2).

Figura 26

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto al valor (L) del color de la harina de camote.

Gráfico de Interacciones



Poveda y Granado (2016) realizaron una comparación entre los resultados obtenidos del valor (L) del color en harina de camote biofortificado y harina de camote sin biofortificar, en este último se determinó que la luminosidad (valor L) fue mayor dentro de las escalas $L^*a^*b^*$, y se ubicó en una escala positiva mayor dentro de los ejes de a^* y b^* . La pérdida de color en el camote puede ser debido a la degradación sus

pigmentos carotenoides durante el proceso de cocción e influencia de otros factores, como luz, oxígeno y variación de pH.

En la Tabla 20 se muestran los resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de camote con los diferentes tratamientos.

Tabla 20

Resultados promedio de la variación del color (ΔE) en la harina de camote.

VARIABLES		Temperatura de secado (°C)		
		60	70	80
Tiempo de cocción (minutos)	0	15.41	7.61	14.66
	3	21.14	19.74	14.28
	6	27.99	20.66	22.98

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 65 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en la variación del color (ΔE) en la harina de camote con los diferentes tiempos de cocción y temperatura de secado con una confiabilidad del 95%. Además, existe también diferencia significativa en la interacción de estos dos factores.

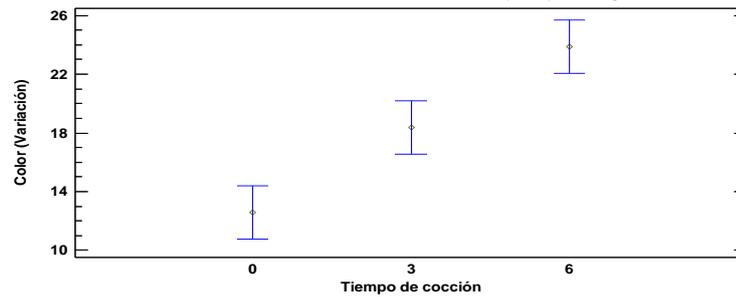
Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 66 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de 0-3; 0-6 y 3-6 minutos en la variación del color (ΔE) de la harina de camote.

En la Tabla 67 (ANEXO 1) se muestran los resultados de la prueba de Tukey, donde se puede ver que existe diferencia significativa entre las temperaturas de secado de 60-70 y 60-80°C en la variación del color (ΔE) de la harina de camote.

En la Figura 27, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento con 0 tiempo de cocción obtuvo la menor variación del color (ΔE) y presenta diferencia significativa con el tiempo de cocción de 3 y 6 minutos en la elaboración de harina de camote.

Figura 27

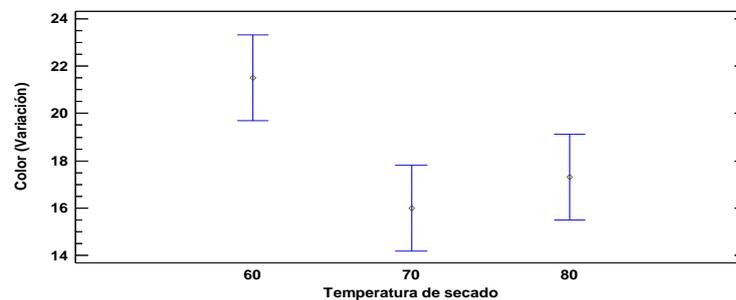
Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes tiempos de cocción.



En la Figura 28, del gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento a una temperatura de secado de 70°C obtuvo la menor variación del color (ΔE) y presenta diferencia significativa con la temperatura de secado de 60°C en la elaboración de harina de camote.

Figura 28

Gráfico de medias de la variación del color (ΔE) a diferentes temperaturas de secado.

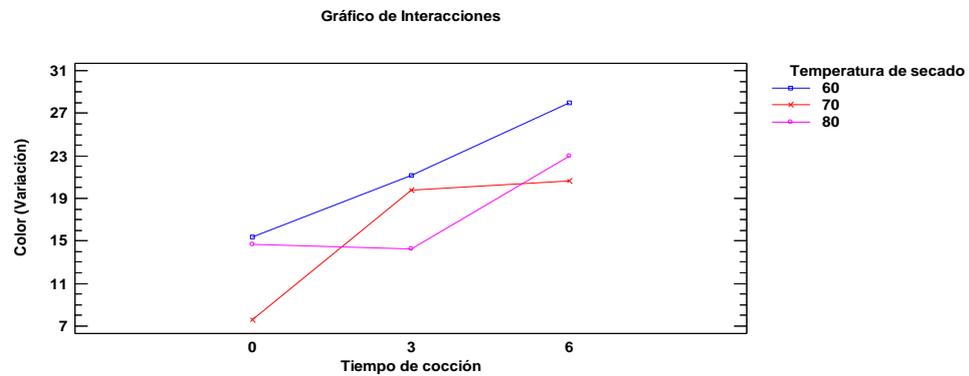


Nota. Elaboración Propia (2023).

En la Figura 29 del gráfico de medias se puede observar que el tratamiento que obtuvo la menor variación del color (ΔE) (7.60) de la harina de camote fue el que se elaboró con un tiempo de cocción de 0 min y con una temperatura de secado de 70°C (ver Tabla 95 del ANEXO 2).

Figura 29

Interacción del tiempo de cocción y temperatura de secado con respecto a la variación del color (ΔE) de la harina de camote.



Los mejores parámetros para la obtención de harina de frejol canario fueron con un tiempo de cocción de 30 minutos y a una temperatura de secado de 60°C. Larrea *et al.* (2021) obtuvieron resultados semejantes a temperatura de 55.0°C, durante 6.0 h, a velocidad de secado de 6.0 m/s, en óptimas condiciones operacionales durante el proceso de secado para la elaboración de harina de frejol de palo.

4.2. Determinación de las características fisicoquímicas y propiedades tecnofuncionales.

A continuación, se presentan los siguientes resultados obtenidos en Microservilab, con respecto a la Humedad, Proteína, Carbohidratos, Grasa y Fibra de la harina de frijol canario y harina de camote; y también los resultados obtenidos en el laboratorio de Alimentos de la UNPRG, con respecto al pH, Acidez, Capacidad de Absorción de Agua (CAA), Capacidad de Absorción de Aceite (CAG) y Capacidad de Gelificación (CG) de la harina de frijol canario y harina de camote.

4.2.1. Frejol canario

A continuación, se muestran los resultados de las características fisicoquímicas y tecnofuncionales de la harina de frejol canario con los parámetros ganadores, el cual fue con un tiempo de cocción de 30 minutos y una temperatura de secado de 60°C.

4.2.1.1. Humedad

Tabla 21

Resultados promedio del contenido de humedad de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Humedad (%)
1	11.32
2	11.25
3	11.28
D.S	0.035
Promedio	11.28

Nota. Microservilab (2023).

Ore *et al.* (2020) y Larrea *et al.* (2021) obtuvieron resultados similares de contenido de humedad en la harina de oca, los cuales fueron de 11.32% y 11.87%, respectivamente.

Franco y Guaranda (2018) emplearon secado solar y cocción en horno para obtener harina, lo cual ocasionó una pérdida de humedad mucho mayor, por lo que el porcentaje de humedad mejor (7.44 %) (Padilla *et al.*, 2018).

4.2.1.2. Proteína

Tabla 22

Resultados promedio del contenido de proteína de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Proteína (%)
1	20.74
2	20.75
3	20.72
D.S	0.015
Promedio	20.74

Nota. Microservilab (2023).

Ore *et al.* (2020) reportaron un contenido de proteína muy bajo en la harina de oca de 3.74%, a temperatura de secado de 60°C. Asimismo, Franco y Guaranda (2018) determinaron un porcentaje de humedad diferente (igual a 17.79%), lo cual se debe especialmente a la variedad utilizada para el análisis. La proteína de la harina de trigo es inferior a la harina de frijol, lo que permite que esta leguminosa sea una alternativa de gran aporte nutricional (Treviño, 2013).

Sánchez y Santa Cruz (2022) mencionan que el contenido de proteína en harina de frijol canario es de 20.50%, similar a los resultados de la Tabla 22. Por el contrario, Fernández y Sánchez (2017) indican un gran porcentaje (39,76 %) de proteína en la variedad frejol negro.

4.2.1.3. Carbohidratos

Tabla 23

Resultados promedio del contenido de carbohidratos de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Carbohidratos (%)
1	61.26
2	61.30
3	61.29
D.S	0.021
Promedio	61.28

Nota. Microservilab (2023).

Ore *et al.* (2020) evaluó el contenido de carbohidratos en harina de oca, encontrado un valor de 75.93%, a temperatura de secado de 60°C, lo cual contrasta con los resultados obtenidos en esta investigación (ver tabla 23).

Tintaya (2017) reportó valores muy inferiores obtenidos en esta investigación en su harina de tarwi, obteniendo % de carbohidratos del 7-11%.

Sin embargo, Martín (2022), reportó un resultado de 54.13% en su harina de amaranto, teniendo un valor cercano a lo obtenido por este estudio.

4.2.1.4. Grasa

Tabla 24

Resultados promedio del contenido de grasa de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Grasa (%)
1	2.12
2	2.10
3	2.11
D.S	0.010
Promedio	2.11

Nota. Microservilab (2023).

Ore *et al.* (2020) reportaron un contenido de grasas en la harina de oca, el contenido de grasa fue inferior (0.66%) a una temperatura de secado de 60°C. Asimismo, Franco y Guaranda (2018) realizaron un análisis de grasas en la harina de frejol rojo, el cual fue de 2.79%, lo cual indica que el contenido de grasa en el frejol es bajo, esto también concuerda con el marco teórico del presente proyecto (ver Tabla 1).

Con el resultado obtenido de Guzmán (2012), el cual fue de 1.35%, se puede inferir que el frijol canario tiene un contenido de grasa muy bajo.

4.2.1.5. Fibra

Tabla 25

Resultados promedio del contenido de fibra de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Fibra (%)
1	1.48
2	1.50
3	1.49
D.S	0.010
Promedio	1.49

Nota. Microservilab (2023).

Los resultados obtenidos (ver tabla 25) son menores a lo encontrado por Ore *et al.* (2020), quienes reportaron un contenido de fibra en la harina de oca de 5.96% a 60°C.

También los resultados obtenidos son menores a lo reportado por Tintaya (2017), quien reportó un % de fibra en la harina de tarwi de 8.99; 9.06; 9.91 y 8.56.

Incluso dicho resultado difiere a lo obtenido por Guzmán (2012), quien obtuvo en su investigación sobre frijol canario un % promedio de fibra del 3.85%.

4.2.1.6. pH

Tabla 26

Resultados promedio del pH en la harina de frejol canario.

Repeticiones	pH
1	6.750
2	6.735
3	6.755
D.S	0.010
Promedio	6.75

Se determino el pH en la harina de frejol canario, cuyos resultados de pH fueron cercanos al valor neutro (ver tabla 26). Esto puede influir en el desarrollo microbiano de la harina. En estudios realizados en la harina de oca, el pH fue de un valor ligeramente ácido (5.69 a 5.50).

A su vez Tintaya (2017), en su harina tostada de tarwi obtuvo un resultado promedio de pH de 4.75, lo cual difiere a lo obtenido por este estudio.

4.2.1.7. Acidez

Tabla 27

Resultados promedio de la acidez en la harina de frejol canario.

Repeticiones	Acidez (% H₂SO₄)
1	0.3288
2	0.5448
3	0.6763
D.S	0.175
Promedio	0.517

Ore *et al.* (2020) realizaron un estudio utilizando harina de oca, y mediante evaluación fisicoquímica determinaron un valor menor de acidez (0.175%) en comparación con los resultados mostrados en la tabla 27.

Tintaya (2017) nos reporta en su estudio realizado una acidez promedio de 0.0575% teniendo un resultado diferente a lo reportado por este estudio.

Asimismo, Franco y Guaranda (2018), nos reporta un % de acidez de 0.13% en su harina de frejol rojo.

4.2.1.8. Capacidad de absorción de agua (CAA)

Tabla 28

Resultados promedio de la capacidad de absorción de agua de la harina de frejol canario.

Repeticiones	CAA (g H₂O agua absorbidos/ g muestra)
1	5.05
2	4.85
3	6.60
D.S	0.958
Promedio	5.50

Larrea *et al.* (2021) en la harina de frejol de palo de encontraron un resultado similar de capacidad de absorción de agua (CAA) de 5.052 g agua/g materia seca. Según, Badui (2006) la CAA es mayor en una cocción por vía húmeda de en los alimentos debido a que las proteínas presentes tienen la capacidad de retener agua por su estructura

hidrofílica. Esto concuerda con determinado por Balbín (2018), quien obtuvo una capacidad de absorción de agua con una variación de 1.27 a 1.756 (g agua/ g harina) en vía húmeda, mientras que en vía seca (tostado) obtuvo una variación de 1,067 a 1,478 g H₂O/g de harina.

Los resultados obtenidos superan a los resultados hallados por Balbín (2018), debido a la materia prima que usó (calabaza), contiene un menor contenido de aminoácidos polares y un mayor contenido graso (Rodríguez *et al.*, 2006).

Tintaya (2017) en una evaluación en harina de tarwi obtuvo resultados menores a los de este estudio (2.74, 2.74, 2.86 y 3.17g agua/g materia seca); también Sanchez y Santacruz (2022) obtuvieron una menor CAA en harina de frejol canario (1,3918 g agua/ g de frijol canario).

4.2.1.9. Capacidad de absorción de grasa (CAG)

Tabla 29

Resultados promedio de la capacidad de absorción de grasa de la harina de frejol canario.

Repeticiones	CAG (g aceite retenidos / g muestra)
1	1.185
2	1.938
3	1.426
D.S	0.385
Promedio	1.520

En otras investigaciones se obtuvieron resultados similares. Martín (2022) evaluó la CAG en harina de amaranto, y fue de 1.56 g de aceite/ g muestra. Además, Sanchez y Santacruz (2022) obtuvieron una capacidad de absorción de grasa de 1.2765 g aceite/ g de frijol canario.

Por otra parte, Miquelena *et al.* (2016) obtuvieron un menor valor de CAG (0.97 ml/ 100g) en harina de frijol rojo.

4.2.1.10. Capacidad gelificante (CG)

Tabla 30

Resultados promedio de la capacidad gelificante de la harina de frejol canario.

Repeticiones	Capacidad gelificante (%)
1	4
2	4
3	4
D.S	0.000
Promedio	4

El frejol canario en este estudio obtuvo en promedio una capacidad gelificante de 4 %, este resultado es mucho menor si lo comparamos con lo investigado por Ma et al. (2011), donde encontraron en la harina de garbanzo una capacidad gelificante de 13 y 20 %, donde la formación del gel del garbanzo depende directamente de la concentración de las formulaciones.

La capacidad de gelificación es una propiedad de gran uso en la industria alimentaria, porque otorga a los alimentos características de elasticidad y viscosidad. (Ionescu et al., 2011).

4.2.2. Camote

A continuación, se muestran los resultados de las características fisicoquímicas y tencofuncionales de la harina de camote con los parámetros ganadores, el cual fue con un tiempo de cocción de 0 minutos y una temperatura de secado de 70°C.

4.2.2.1. Humedad

Tabla 31

Resultados promedio del contenido de humedad de la harina de camote.

Repeticiones	Humedad (%)
1	10.08
2	10.06
3	10.05
D.S	0.015
Promedio	10.063

Nota. Microservilab (2023).

Otros autores obtuvieron resultados similares a los especificados en la tabla 31. López (2019) obtuvo un valor de 10.39% de humedad. Igualmente, Ruíz (2010) determinó un porcentaje de 11 % de humedad en la harina de camote a temperatura de secado de 50°C.

Se ha determinado porcentajes inferiores (5.5%) de humedad en harina de camote, lo cual puede deberse al estado de madurez de tubérculo (Bastidas y De la Cruz, 2010; Gavilanez, 2017). Otros resultados obtenidos por Sarmiento (2014) indican un contenido de humedad de 6.07%; también, Carbajal y Huamancondor (2017) determinó un porcentaje de humedad 6.71 % en harina de camote.

El contenido de humedad en harina de camote también puede variar según la variedad de tubérculo. Manzanillas (2018) evaluó el contenido de humedad en tres variedades de camote: anaranjado 5.50 %, blanco 19.14% y morado 11.40%.

4.2.2.2. Proteína

Tabla 32

Resultados promedio del contenido de proteína de la harina de camote.

Repeticiones	Proteína (%)
1	3.18
2	3.2
3	3.2
D.S	0.012
Promedio	3.193

Nota. Microservilab (2023).

Yacila (2020) menciona en el marco teórico de su investigación, un porcentaje menor de proteínas (2.10%) en comparación a los resultados de esta investigación (Tabla 32). Además, Sarmiento (2014) también obtuvo un porcentaje aproximado de proteínas de 2.65% en harina de camote

Pizzini (2017) menciona que el contenido de proteína en la harina de camote es muy bajo (1 al 3.5% en materia seca). Otros autores tales como, Carbajal y Huamancondor (2017) determinaron un valor de 3.09% de proteína, lo cual es similar a los resultados obtenidos.

En un estudio realizado por Moreira y Saldarriaga (2021) mencionan valores superiores de proteína en tres variedades de camote: harina de camote anaranjado (12,33%), batata morada (9,43%) y el camote amarillo (9,23%), lo que difiere con los datos obtenidos en la tabla 32, y según los autores citados anteriormente.

4.2.2.3. Carbohidratos

Tabla 33

Resultados promedio del contenido de carbohidratos de la harina de camote.

Repeticiones	Carbohidratos (%)
1	80.01
2	80.10
3	80.08
D.S	0.05
Promedio	80.06

Nota. Microservilab (2023).

Según estudios realizador por Yacila (2020), el contenido de carbohidratos en harina de camote es menor (84.30%). Resultados similares a lo citado por otros autores, cuyos valores varían entre 84.6, 85.78 y 94.8% en materia seca (Sarmiento, 2014; Pizzini, 2017).

Por otra parte, Carbajal y Huamancondor (2017) indican un valor superior de contenido de carbohidratos igual a 92.79%.

4.2.2.4. Grasa

Tabla 34

Resultados promedio del contenido de grasa de la harina de camote.

Repeticiones	Grasa (%)
1	1.64
2	1.62
3	1.60
D.S	0.020
Promedio	1.62

Nota. Microservilab (2023).

Pizzini (2017) señala que el contenido de grasa en la harina de camote es de concentración muy baja e insignificante (entre 0.1 al 0.8%). Asimismo, Yacila (2020) concuerda con un valor de contenido de grasa igual a 0.90%. De la misma forma, Sarmiento (2014) obtuvo un porcentaje de grasa igual 0.71%. En la tabla 34 se puede observar una pequeña variación en los resultados obtenidos respecto a lo citado por estos autores.

Carbajal y Huamancondor (2017) evaluó el contenido de grasa en harina de camote, el cual fue de 1.32%, encontrándose valores similares en esta investigación (1.60-1.64%).

4.2.2.5. Fibra

Tabla 35

Resultados promedio del contenido de fibra de la harina de camote.

Repeticiones	Fibra (%)
1	2.27
2	2.25
3	2.26
D.S	0.010
Promedio	2.26

Nota. Microservilab (2023).

El contenido de fibra de la harina de camote que se determinó en este estudio (2.26% -2.27%), es similar a los resultados encontrados por otros autores (2.43% - 2,64%) (Sarmiento, 2014; Carbajal y Huamancondor 2017).

No obstante, Ruíz (2010) obtuvo un mayor contenido (4%) de fibra en harina de camote a temperatura de secado de 50°C; mientras que, Yacila (2020) menciona en el marco teórico de su investigación un contenido menor de fibra igual a 1.80%.

4.2.2.6. pH

Tabla 36

Resultados promedio del pH en la harina de camote.

Repeticiones	pH
1	6.205
2	6.179
3	6.188
D.S	0.013
Promedio	6.191

Bastidas y De la Cruz (2010) concuerdan con los resultados descritos en la Tabla 36, obtuvieron un valor de pH igual a 6.17 en la harina de camote a una temperatura de secado de 50°C.

Por otro lado, Zhindón (2013) determinaron valores aproximados de pH (5.67-4.85) en harina de camote a 3 y 6 minutos de precocción, respectivamente.

4.2.2.7. Acidez

Tabla 37

Resultados promedio de la acidez en la harina de camote.

Repeticiones	Acidez (% H₂SO₄)
1	0.2099
2	0.4198
3	0.6297
D.S	0.210
Promedio	0.4198

Bastidas y De la Cruz (2010) hallaron un valor de acidez 0.096% en harina de camote a una temperatura de secado de 50 °C, este valor es menor en comparación a los resultados presentados en la Tabla 37. No obstante, en estudios realizados por Zhindón (2013) en harina de camote precocida encontró valores similares de acidez (0.27-0.21), a 3 y 6 minutos de precocción respectivamente.

4.2.2.8. Capacidad de absorción de agua (CAA)

Tabla 38

Resultados promedio de la capacidad de absorción de agua de la harina de camote.

Repeticiones	CAA (g H₂O agua absorbidos/ g muestra)
1	4.30
2	3.95
3	3.90
D.S	0.218
Promedio	4.05

Manzanillas (2018) evaluó la CAA en tres variedades de camote: anaranjado blanco y morado, encontrado valores de 2.95 a 7.208 (g H₂O absorbidos/g muestra). Los valores especificados en la Tabla 38, se encuentran dentro del rango determinado por estos autores. La CAA, puede variar según la variedad de camote, se determinó la CAA por Sarmiento (2014), cuyo resultado fue superior (7.27 g H₂O absorbidos/g muestra).

Se observa que la harina de camote utilizada en este estudio, tiene mejor capacidad de absorción de agua (ver tabla 38); a diferencia de lo obtenido por Modercay y Bermudez (1994), la CAA fue de 1.8 g H₂O absorbidos/g muestra en el aislado proteico de haba secada a estufa. De esta forma, Martín (2022) en un análisis en harina de amaranto obtuvo la CAA de 1.83 g H₂O absorbidos/g muestra.

4.2.2.9. Capacidad de absorción de grasa (CAG)

Tabla 39

Resultados promedio de la capacidad de absorción de grasa de la harina de camote.

Repeticiones	CAG (g aceite retenidos / g muestra)
1	2.4967
2	3.3813
3	4.41076
D.S	0.958
Promedio	3.430

No se han encontrado estudios realizados en otras investigaciones referente a la capacidad de absorción de grasa (CAG) en harina de camote. Se ha evaluado la CAG en otros tipos de harinas, tales como, harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), el cual fue de 1.18 (g de aceite retenido/ g muestra) (Vega et al., 2017). En un análisis realizado por Blandón (2019), en harina de frijoles rojos (*Phaseolus vulgaris L*) la CAG, fue de 0.66 (g de aceite retenido/ g muestra), cuyos valores son inferiores en comparación a la CAG en harina de camote (ver Tabla 39).

4.2.2.10. Capacidad gelificante (CG)

Tabla 40

Resultados promedio de la capacidad gelificante de la harina de camote.

Repeticiones	Capacidad gelificante (%)
1	4
2	4
3	8
D.S	0.023
Promedio	5.3 %

Para este estudio se obtuvo en la harina de camote una capacidad gelificante en promedio de 5.3 %, este resultado es mucho menor por lo obtenido por Adebowale y Lawal (2004), cuyos valores oscilaron entre 16 y 18% p/v en Canavalia (*Canavalia ensiformis*), maní bambara (*Voandzeia subterranean*) y frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*). El mínimo valor obtenido de capacidad gelificante fue de 12% en Chicaro (*Pisum sativum*) y frijol de palo (*Cajanus cajan*) (Kaur et. al. 2007).

La capacidad gelificante en los alimentos puede variar debido al tamaño e interacción de sus componentes, como lípidos, carbohidratos, proteínas, otros. (Kaur et. al. 2007).

4.3. Determinación de las características tecnológicas de la galleta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por Microservilab con respecto a la Humedad, Grasa, Cenizas, Fibra, Proteínas, Carbohidratos y Valor Calórico en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y harina de camote.

4.3.1. Humedad

En la Tabla 41 se muestran los resultados promedio del contenido de humedad en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 41

Resultados promedio del contenido de humedad en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
6.55 %	6.75 %	7.11 %

Nota. Microservilab (2023).

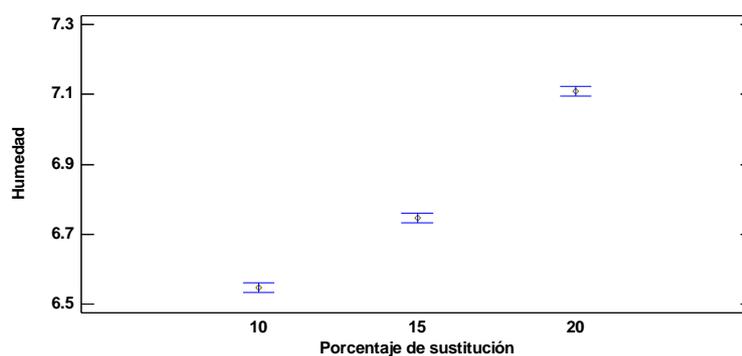
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla (68 ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en la humedad de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 69 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en la humedad de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 30, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo la menor humedad fue la que se elaboró con 10% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo la mayor humedad fue la de 20% de sustitución.

Figura 30

Gráfico de medias del contenido de humedad en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) determinaron resultados similares de humedad (4.60% y 6.28%) en galletas elaboradas con 50% y 100% harina de camote respectivamente. Montes (2014), quien elaboró galletas a base de harinas de trigo y de habas, difiere con estos resultados, con un porcentaje de humedad de 4.58%. Machuca y Meyhuay (2017), elaboraron galletas dulces con harina de lentejas, harina de trigo y harina de arroz, obteniendo un contenido de humedad menor (3.41%).

Eden y Rumambarsari, (2020) encontraron porcentajes similares entre 6,6 a 19,6% en galletas elaboradas con frijol rojo. Shahzad *et al.* (2020) utilizaron harina de frijol Turquía en la obtención de galletas, y el contenido de humedad en la harina, fue entre 5,12 a 6,30 %. Las variaciones en el contenido de humedad pueden ser explicados por Ledesma y Milde (2010) quienes indican que la utilización de harina de trigo al 100% en la elaboración de productos tienen mayor capacidad de absorción de humedad por ser un componente hidrófilo. Es relevante mencionar, un contenido de humedad superior al

12% en productos horneados como, galletas, pasteles y pan, origina el deterioro del alimento por el crecimiento de bacterias y mohos (Adebowale *et al.*, 2012).

4.3.2. Grasa

En la Tabla 42 se muestran los resultados promedio del contenido de grasa en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 42

Resultados promedio del contenido de grasa en la galleta

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
19.12 %	18.60 %	18.31 %

Nota. Microservilab (2023).

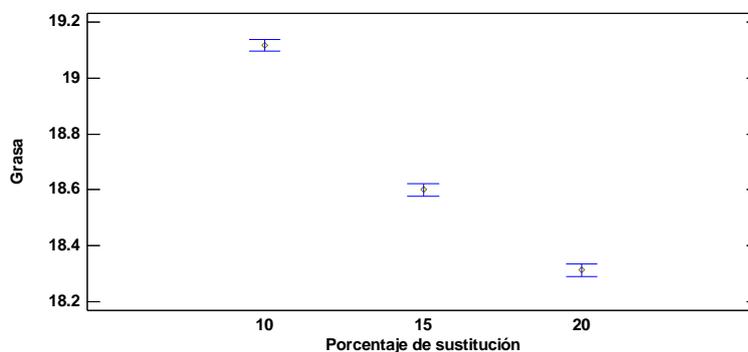
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 70 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el contenido de grasa de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Se realizó la prueba Tukey para encontrar las diferencias significativas por pares de tratamientos, cuyos resultados se presenta en la Tabla 71 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el contenido de grasa de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 31, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor contenido de grasa fue la que se elaboró con 20% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo el mayor contenido de grasa fue la de 10% de sustitución.

Figura 31

Gráfico de medias del contenido de grasa en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Los productos horneados se caracterizan por su alto contenido en grasas, ya que estas permiten mantener la textura, humedad y suavidad de calidad en estos productos (Patel et al., 2020).

Según revisión bibliográfica, otros estudios difieren con estos resultados (ver tabla 42), por ejemplo, Montes (2014), quien elaboró galletas enriquecidas a base de harinas de trigo y de habas, obtuvo un contenido menor de grasa de 12.65%. Machuca y Meyhuay (2017), elaboraron galletas dulces con harina de trigo, harina de arroz y harina de lentejas, determinaron un gran contenido de grasa de 31.70%.

Resultados semejantes, obtuvieron autores tales como, Flores (2022) quien especifica un porcentaje de grasa de 21,6%;21.5% y 23.6%, en galletas a base de harinas de trigo, frijol huallaguino y frijol huasca. Además, Ibrahim (2017) elaboró galletas con sustitución de harina de frijol, harina de sorgo y harina de trigo (40:40:20), y el contenido de grasa fue de 20,11 %. Del mismo modo, Rani y Punia (2015) obtuvieron galletas con la sustitución del 5 y 10 % de harina de frijol, cuyos valores de grasa fueron del 25% y 23,5%.

4.3.3. Ceniza

En la Tabla 43 se muestran los resultados promedio del contenido de ceniza en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 43

Resultados promedio del contenido de ceniza en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
2.50 %	2.60 %	2.80 %

Nota. Microservilab (2023).

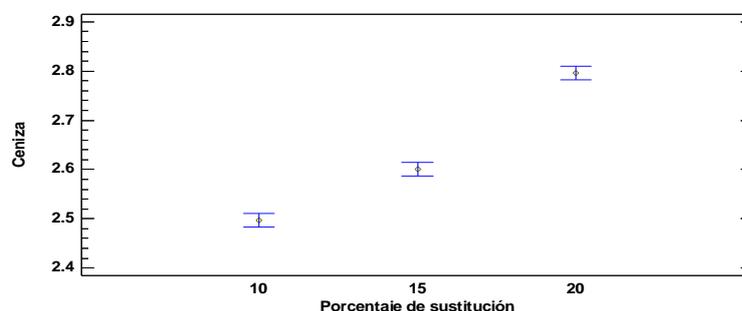
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 72 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el contenido de ceniza de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Las diferencias entre pares de tratamiento se determinaron con la prueba Tukey cuyos resultados se presenta en la Tabla 73 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el contenido de ceniza de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 32, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor contenido de ceniza fue la que se elaboró con 10% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo el mayor contenido de ceniza fue la de 20% de sustitución.

Figura 32

Gráfico de medias del contenido de ceniza en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Este resultado difiere de lo encontrado por Machuca y Meyhuay (2017), quienes elaboraron galletas dulces con harina de trigo, harina de arroz y harina de lentejas, obteniendo un contenido de ceniza de 1.04%, mucho menor a lo de este estudio.

Sin embargo, se asemeja en lo hallado por Rubio y Túrquerres (2012), donde encontraron un contenido de ceniza de 2.48% ,2.66% en galletas elaboradas con 50% y 100% harina de camote respectivamente. Asimismo, Cruz et al. (2015) obtuvieron un porcentaje de 2.51 % de cenizas en galleta con frijol cocido.

4.3.4. Fibra

En la Tabla 44 se muestran los resultados promedio del contenido de fibra en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 44

Resultados promedio del contenido de fibra en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
2.04 %	2.50 %	3.02 %

Nota. Microservilab (2023).

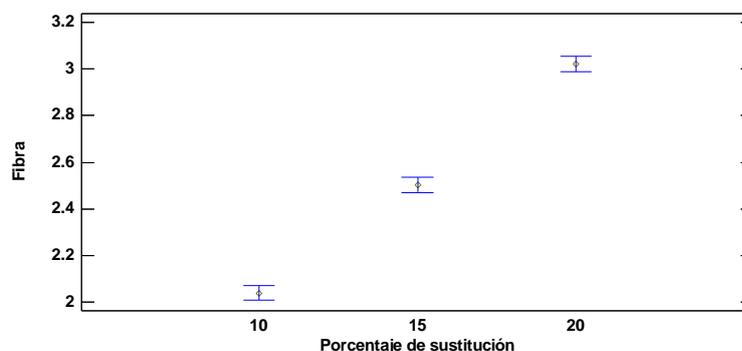
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en Tabla 74 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en el contenido de fibra de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey cuyos resultados se presenta en la Tabla 75 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el contenido de fibra de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 33, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor contenido de fibra fue la elaborada con 10% de sustitución de harina de frejol canario y camote; y la galleta con mayor contenido de fibra fue la de 20% de sustitución.

Figura 33

Gráfico de medias del contenido de fibra en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) obtuvieron un mayor contenido de fibra de 4.65% y 5.02% en galletas elaboradas con 50% y 100% harina de camote respectivamente. Montes (2014), elaboró galletas enriquecidas a base de harinas de trigo y de habas, el valor fue de fibra de 0.21%, mucho menor a lo encontrado en este estudio (ver tabla 44). Asimismo, Machuca y Meyhuay (2017), elaboraron galletas dulces con harina de trigo, harina de arroz y harina de lentejas, obteniendo un menor contenido de fibra (1.31%).

Resultados semejantes fueron encontrados por Flores (2022) quien obtuvo un contenido de fibra de 2.48% y 2.41% en galletas elaboradas con 22.5% de harina de frijol huallaguino y 17.5% de harina de frijol huasca respectivamente. Igualmente, Sparvoli et al. (2016) elaboraron galletas con harina de frijol cocido y trigo con porcentaje de

sustitución de 26,7 % y 64,3 %. El mayor porcentaje de fibra fue para el de mayor sustitución de 2,28 %, y para el de menor sustitución de 1,80 %.

4.3.5. *Proteína*

En la Tabla 45 se muestran los resultados promedio del contenido de proteína en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 45

Resultados promedio del contenido de proteína en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
12.74 %	13.18 %	13.56 %

Nota. Microservilab (2023).

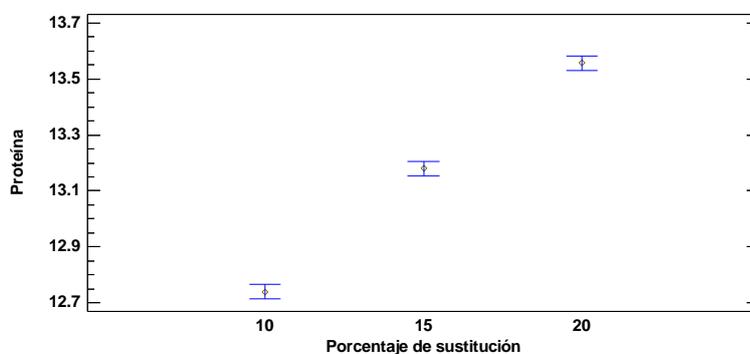
Los datos del análisis varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 76 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el contenido de proteína de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 77 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el contenido de proteína de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 34, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor contenido de proteína fue la que se elaboró con 10% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo el mayor contenido de proteína fue la de 20% de sustitución.

Figura 34

Gráfico de medias del contenido de proteína en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) determinaron un contenido de proteína mucho menor (4.71% y 4.66%) en galletas elaboradas con 50% y 100% de harina de camote respectivamente. Del mismo modo, Montes (2014), elaboró galletas enriquecidas a base de harinas de trigo y de habas, el contenido de proteína fue de 10.02%.

Machuca y Meyhuay (2017), formularon galletas dulces con otros tipos de harinas (harina de trigo, de arroz y de lentejas), obteniendo un contenido de proteínas de 11.38%.

4.3.6. Carbohidratos

En la Tabla 46 se muestran los resultados promedio del contenido de carbohidratos en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 46

Resultados promedio del contenido de carbohidratos en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
57.06 %	56.37 %	55.20 %

Nota. Microservilab (2023).

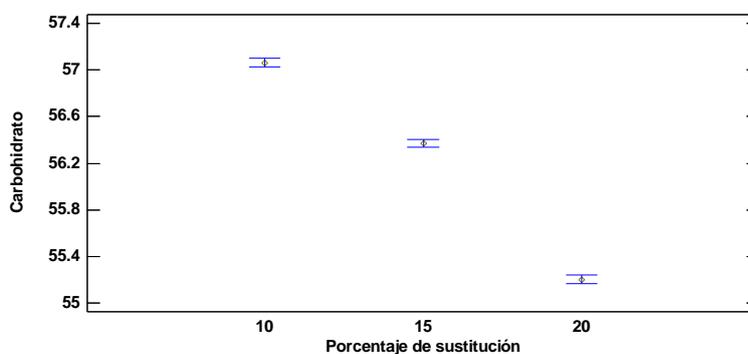
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 78 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa puesto (valor $P < 0.05$) en el contenido de carbohidratos de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 79 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el contenido de carbohidratos de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 35, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor contenido de carbohidratos fue la que se elaboró con 10% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo el mayor contenido de carbohidratos fue la de 20% de sustitución.

Figura 35

Gráfico de medias del contenido de carbohidratos a en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012), determinaron un contenido mayor de carbohidratos de 62.61% y 63.78% en galletas elaboradas con 50% y 100% harina de camote respectivamente. Igualmente, Montes (2014), elaboró galletas enriquecidas a base de harinas de trigo y de habas, obteniendo un contenido de carbohidratos de 71.27%, mucho mayor a lo de este estudio (ver tabla 46). Además, Machuca y Meyhuay (2017),

elaboraron galletas dulces con harina de trigo, harina de arroz y harina de lentejas, el porcentaje de carbohidratos fue mayor (62.79%).

4.3.7. Valor calórico

En la Tabla 47 se muestran los resultados promedio del valor calórico de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 47

Resultados promedio del Valor Calórico en la galleta.

Porcentaje de sustitución (%)		
10	15	20
462.74 Kcal	456.76 Kcal	450.86 Kcal

Nota. Microservilab (2023).

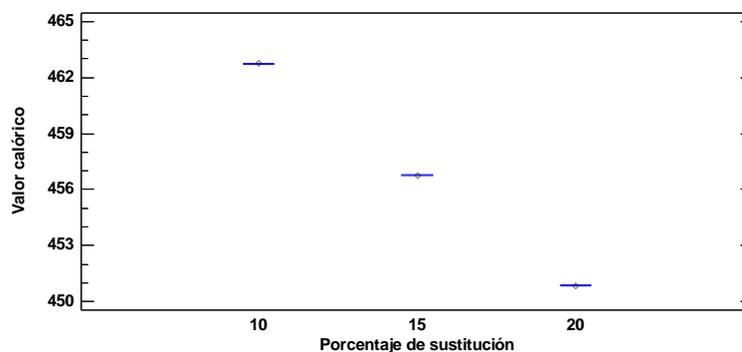
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 80 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el valor calórico de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar la diferencia entre pares de tratamientos se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 81 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el valor calórico de la galleta con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 36, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el menor valor calórico fue la que se elaboró con 20% de sustitución de harina de frejol canario y camote y la que obtuvo el mayor valor calórico fue la de 10% de sustitución.

Figura 36

Gráfico de medias del valor calórico en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) obtuvieron resultados similares, el valor calórico fue de 499.68 Kcal y 477.34 Kcal en galletas elaboradas con 50% y 100% harina de camote, respectivamente.

4.4. Determinación de la aceptabilidad de la galleta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el Laboratorio de Alimentos de la UNPRG con respecto a los atributos de color, olor, sabor y textura de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y harina de camote.

4.4.1. Color

En la Tabla 48 se muestran los resultados promedio y desviación estándar del color de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 48

Resultados promedio del color en la galleta.

	Porcentaje de sustitución (%)		
	10	15	20
Promedio	2.4	3.5	2.65
D.S	0.681	0.688	1.089

Los datos de análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 82 (ANEXO 1), indican existe diferencia estadística significativa (valor $P < 0.05$) en el color de la

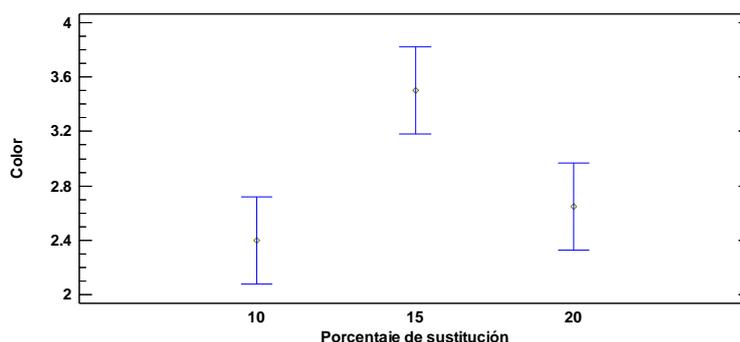
galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos, se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 83 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en el color de la galleta con 10-15% y 15-20% de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 37, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo el mejor color según los panelistas fue la que se elaboró con 15% de sustitución de harina de frejol canario y camote.

Figura 37

Gráfico de medias del color en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



El color es un atributo apreciable a simple vista por los consumidores lo cual influye en la aceptación o rechazo de un determinado alimento. Para medir este atributo en los alimentos se utilizan diferentes métodos, ya sea de manera visual con escalas de color y patrones de referencia, o también mediante instrumentos, como los colorímetros que tiene gran precisión y sensibilidad.

Rubio y Túrquerres (2012), en su estudio elaboraron galletas adicionando harina de camote, donde obtuvieron una diferencia significativa en el color con la muestra

elaborada con 100% de harina de camote, también adicionaron como edulcorante la panela, el cual influyó en la aceptabilidad, y mejoro el color de la galleta.

En los resultados promedios obtenidos podemos ver que la galleta de mejor aceptación en el atributo color por los panelistas, se asemeja a lo investigado por Flores (2022), quien elaboró galletas a base de harina de frijol huallaguino con un porcentaje de sustitución de 12.5%, 17.5% y 22.5% obteniendo una puntuación de 3.5 ± 0.7 , 4.0 ± 0.3 y 3.5 ± 0.2 respectivamente.

También coinciden con estos resultados, Lestari *et al.* (2017) en la formulación de galletas con 30% de harina de frijol red kidney, el cual fue de mayor aceptación en el atributo de color; sin embargo, obtuvieron resultados distintos Noah y Adedeji (2020), quienes elaboraron galletas con sustituciones del 10%, 30%, 40% de harina frijol red kidney.

4.4.2. Olor

En la Tabla 49 se muestran los resultados promedio y desviación estándar del olor de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 49

Resultados promedio del olor en la galleta.

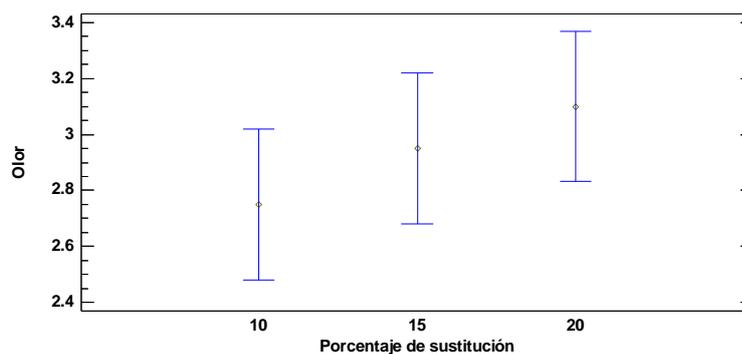
	Porcentaje de sustitución (%)		
	10	15	20
Promedio	2.75	2.95	3.1
D.S	0.550	0.686	0.852

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 84 (ANEXO 1), indican que no existe diferencia estadística significativa (valor $P > 0.05$) en el olor de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

En la Figura 38, del gráfico de medias, se puede comprobar la no existencia de diferencias significativas en el olor en la galleta elaborada con los porcentajes de sustitución ensayados de harina de frejol canario y camote.

Figura 38

Gráfico de medias del olor en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



El olor es un atributo que permite determinar la presencia de ciertos compuestos volátiles en los alimentos. Este atributo se mide mediante el olfato y es una característica importante para la buena apreciación por los consumidores (Mahendradatta et al., 2020).

Este estudio difiere con lo especificado por Rubio y Túrquerres (2012), quienes sí encontraron diferencia significativa en el olor de la galleta, elaborado con harina de camote, siendo los mejores tratamientos la galleta elaborada con 50% y 100% de harina de camote.

Lo obtenido por este estudio también se asemeja en algunos resultados reportados por Flores (2022), quien obtuvo en sus galletas a base de harina de frijol huasca una puntuación de 2.7 ± 0.2 ; 3.3 ± 0.2 y 3.7 ± 0.2 con un % de sustitución del 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente; a su vez difiere de sus resultados obtenidos en sus galletas a base de harina de frijol huallaguino donde obtuvo una puntuación de 3.3 ± 0.2 ; 3.8 ± 0.3 y 3.6 ± 0.3 con un % de sustitución 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente.

4.4.3. Sabor

En la Tabla 50 se detalla los resultados promedio y desviación estándar del sabor de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 50

Resultados promedio del sabor en la galleta.

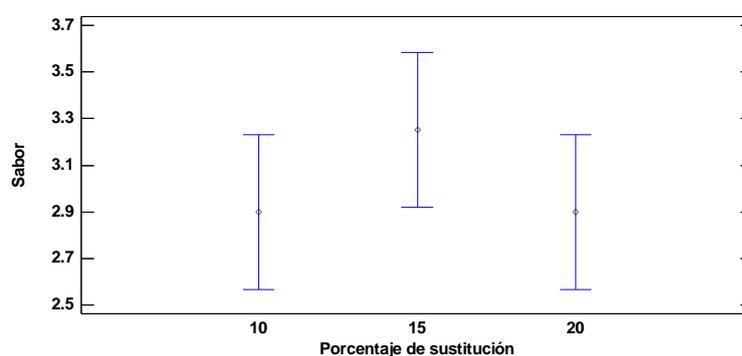
	Porcentaje de sustitución (%)		
	10	15	20
Promedio	2.9	3.25	2.9
D.S	0.852	0.716	1.021

Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 85 (ANEXO 1), indican que no existe diferencia estadística significativa (valor $P > 0.05$) en el sabor de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

En la Figura 39, del gráfico de medias, se puede comprobar que no existe diferencia significativa en el sabor en la galleta elaborada con diferentes porcentajes de sustitución de harina de frejol canario y camote.

Figura 39

Gráfico de medias del sabor en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) difieren con los resultados obtenidos en este estudio, quienes, sí encontraron diferencia estadísticamente significativa en el sabor de la galleta

elaborada con harina de camote, siendo los mejores tratamientos la galleta elaborada con 50% y 100% de harina de camote.

También en lo estudiado por Flores (2022), existe diferencia con los resultados obtenidos en este estudio quien obtuvo en sus galletas de harina de frijol huallaguino una puntuación de 3.5 ± 0.3 ; 4.3 ± 0.3 y 3.3 ± 0.2 con un % de sustitución de 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente; existiendo dicha diferencia con el valor de 4.3 ± 0.3 ; que fue su puntuación más alta; pero con sus galletas de harina de frijol huasca obtuvo una puntuación de 3.3 ± 0.3 ; 3.5 ± 0.2 y 3.3 ± 0.2 con un % de sustitución de 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente, obtiene resultados similares a los obtenidos por este estudio.

4.4.4. Textura

En la Tabla 51 se muestran los resultados promedio y desviación estándar de la textura de la galleta elaborada con diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote.

Tabla 51

Resultados promedio de la textura en la galleta.

	Porcentaje de sustitución (%)		
	10	15	20
Promedio	2.15	2.95	1.45
D.S	0.988	0.945	1.050

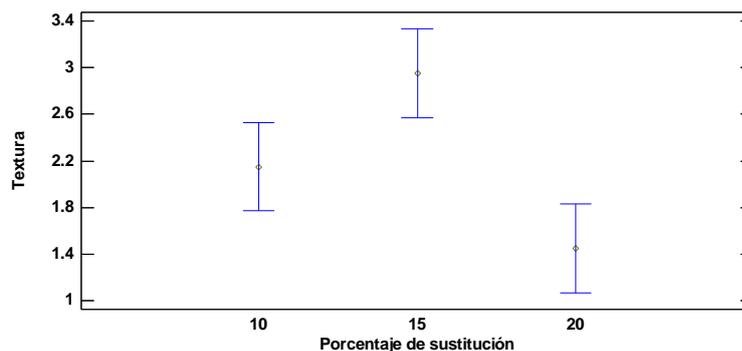
Los datos del análisis de varianza (ANOVA), presentados en la Tabla 86 (ANEXO 1), indican que existe diferencia estadística significativa (valor de $P < 0.05$) en la textura de la galleta elaborada, con los diferentes porcentajes de harina de frejol canario y camote, con una confiabilidad del 95%.

Para determinar las diferencias entre pares de tratamientos se realizó la prueba Tukey, cuyos resultados se presenta en la Tabla 87 (ANEXO 1), estos indican que existe diferencia significativa en la textura de la galleta con 10-15% y 15-20% de sustitución de harina de frejol canario y camote.

En la Figura 40, del gráfico de medias, se puede observar que la galleta que obtuvo la mejor textura según los panelistas fue la que se elaboró con 15% de sustitución de harina de frejol canario y camote.

Figura 40

Gráfico de medias de la textura en la galleta con diferentes porcentajes de sustitución.



Rubio y Túrquerres (2012) difieren con los resultados de este estudio, quienes sí encontraron diferencia significativa en la textura de la galleta elaborada con harina de camote, siendo los mejores tratamientos la galleta elaborada con 50% y 100% de harina de camote.

En lo estudiado por Flores (2022), existe diferencia con los resultados obtenidos en este estudio, obteniendo en sus galletas de harina de frijol huallaguino una puntuación de 3.8 ± 0.4 ; 3.7 ± 0.6 y 3.3 ± 0.4 con un % de sustitución de 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente; sin embargo, con sus galletas de harina de frijol huasca obtuvo una puntuación de 2.1 ± 0.4 ; 3.5 ± 0.4 y 3.6 ± 0.4 con un % de sustitución de 12%, 17.5% y 22.5% respectivamente, obtiene resultados similares a los obtenidos por este estudio.

La galleta con mejor aceptabilidad sensorial en esta investigación se obtuvo sustituyendo 15% de harina de frejol canario y 15% de harina de camote. Este resultado coincide a lo encontrado por Larrea *et al.* (2021), donde también obtuvieron una mejor aceptabilidad sensorial al sustituir con 15% de harina de frejol de palo.

4.5. Análisis microbiológico de la galleta

En la Tabla 52 se muestran los resultados obtenidos en Microservilab con respecto al Recuento de mohos en la galleta con 15% de harina de frejol canario y 15% de harina de camote, la cual obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial según las panelistas.

Tabla 52

Recuento de mohos en la galleta.

	Recuento de mohos (UFC/g)
R1	<10
R2	<10
R3	<10
Promedio	<10

Nota. Microservilab (2023).

Rubio y Túrquerres (2012) obtuvieron resultados similares a los obtenidos en esta investigación. Encontraron un contenido de mohos de 15 UFC/g y 20 UFC/g en su galleta elaborada con 50% y 100% harina de camote respectivamente. Machuca y Meyhuay (2017), elaboraron galletas dulces con harina de arroz y harina de lenteja, en el cual obtuvieron un Recuento de levaduras < 100 UFC/g.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó los parámetros de elaboración de harina de frejol canario y camote, donde los mejores parámetros en la harina de frejol canario fueron a una temperatura de secado de 60°C y un tiempo de cocción de 30 minutos, mientras que en la harina de camote fue a una temperatura de secado de 70°C y un tiempo de cocción de 0 minutos.
- Se determinó las características fisicoquímicas y propiedades tecnofuncionales de la harina de frejol canario y camote, obteniendo en la harina de frejol canario una humedad promedio de 11.28%, 20.74% de proteínas, 61.28% de carbohidratos, 2.11% de grasa, 1.49% de fibra, 6.75 de pH, 0.517% de acidez expresado en H₂SO₄, 5.5 g H₂O absorbidos/g muestra de capacidad de absorción de agua, 1.52 g aceite retenidos/g muestra de capacidad de absorción de grasa y 4% de capacidad gelificante. Mientras que la harina de camote obtuvo una humedad promedio de 10.06%, 3.19% de proteínas, 80.06% de carbohidratos, 1.62% de grasa, 2.26% de fibra, 6.19 de pH, 0.419% de acidez expresado en H₂SO₄, 4.05 g H₂O absorbidos/g muestra de capacidad de absorción de agua, 3.43 g aceite retenidos/g muestra de capacidad de absorción de grasa y 5.3% de capacidad gelificante.
- Se determinó las características tecnológicas de la galleta con uso de harina frejol canario y de camote, obteniendo diferencia significativa en el contenido de humedad, grasa, ceniza, fibra, proteína, carbohidratos y en el valor calórico con los diferentes porcentajes de sustitución.
- Se determinó la aceptabilidad de las galletas elaboradas con harina de frejol canario y harina de camote, mediante una evaluación sensorial, donde la mejor formulación fue la galleta con 15% de harina de frejol canario y 15% de harina de camote, la cual obtuvo una mejor aceptabilidad en el color y textura

- Se realizó el análisis microbiológico de la galleta sustituida parcialmente con harinas de frejol canario y de camote que obtuvo mayor aceptabilidad, teniendo un Recuento de mohos <10 UFC/g.

VI. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones realizar un estudio de vida útil de la galleta elaborada.
- Realizar un estudio de mercado sobre este producto.
- Determinar otros parámetros para la elaboración de harina con estas dos materias primas.
- Elaborar otro producto con estas mismas materias primas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adebowale, A. A., Adegoke, M. T., Sanni, S. A., Adegunwa, M. O. & Fetuga, G. O. (2012). Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite. *American Journal of Food Technology*, 7(6), 372-379. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajft.2012.372.379>
- Adebowale K, y Lawal O. (2004). Comparative study of the functional properties of bambarra groundnut (Voandzeia subterranean) Jack bean (Canavalia ensiformis) and Mucuna bean (Mucuna pruriens) flours. *Food Res Int.* ; 37 (4): 355-365
- Aguilar-Raymundo, V. y Vélez-Ruiz, J. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (Cicer arietinum L.). *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 7(2), 25-34. https://www.researchgate.net/publication/319185894_Propiedades_nutricionales_y_funcionales_del_garbanzo_Cicer_arietinum_L
- Ahmed, M., Sorifa, A. & Eun, J. (2010). Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(4), 726-732. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02191.x>
- ANDALUCÍA. (2013). *Harina*. Junta de Andalucía. https://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/7_Harina.pdf
- ANDINA. (2019, 24 de setiembre). *Ministerio de Agricultura presenta camote que rinde 60 toneladas por hectárea*. <https://andina.pe/agencia/noticia-ministerio-agricultura-presenta-camote-rinde-60-toneladas-hectarea-767583.aspx#:~:text=Producci%C3%B3n%20anual%20de%20camote%20asciende%20a%20260%2C000%20toneladas%20en%20el%20pa%C3%ADs>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4ª ed.). Pearson Educación de México S.A. de C.V. pp. 736.
- Balbin, Y. (2018). *Influencia de la cocción por vía húmeda y seca en las propiedades funcionales de harina de semilla de calabaza* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional Digital UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4368>
- Bastidas, S. y De la Cruz, S. (2010). *Utilización de harina de camote (Ipomea batatas) en la elaboración de pan* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. p. 6. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14430>

- Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(2), 258-261. <https://doi.org/10.1021/jf60210a044>
- Blandón, S. y Larios, X. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus vulgaris* en la formulación de tortas. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 9(1), 35-44. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v9i1.8995>
- Blandón, S.L. (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(1). <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/download/8995/11848?inline=1>
- Butrón, D. (2015). *Aplicaciones de bocashi y té de compost en el rendimiento de frejol (Phaseolus vulgaris L.) Var. canario en condiciones del valle de Sigüas – Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/383>
- Calaveras, J. (1996). *Tratado de panificación y bollería* (1ª ed.). Mundi-Prensa. pp. 10.
- Candriasih, Putu, Aslinda, Werry, Fitriyani, Rizqi, Adhyanti, & Bohari, Bohari. (2021). Sensory Evaluation of Nastar Cookies with Addition of Peanut (*Arachis Hypogaea L.*) and Mung Bean Flour Substitution (*Vigna Radiata L.*) as High Vegetable Protein Snack. doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.01.332
- Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A. y Ramos, F. (2009). Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). *Medicina Naturista*, 3(1): 2-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2867894>
- Celarié, A. (2016). *Evaluación de harina y puré de camote (Ipomoea batatas) como sustituto parcial de harina de trigo en la elaboración de un batido tipo cupcake* [Tesis de pregrado, Universidad Dr. José Matías Delgado]. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0002507-ADTESCE.pdf>
- Challco, I. (2020). *Elaboración de galletas incorporando harina de frijol (Phaseolus vulgaris)* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional de la UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25012>
- Chamba, L. (2008). *Cultivo del camote para el mercado internacional*. <https://dokumen.tips/education/cultivo-del-camote-58a4f60132232.html?page=1>

- Chandra, S., Singh, S. & Kumari, D. (2014). 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>
- Coffmann, C. & Garciaj, V. (1977). Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 12(5), 473-484. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb00132.x>
- Cruz, R., Guzmán, S., Herrera, M., Cid, J., & Juárez, M. (2015). Galletas con harina de frijol de alta calidad nutricional y nutracéutica. Campo Experimental Zacatecas. (México). Folleto Técnico, (66), 28.
- Da Silva, J. T., Gonçalves, J., De Sousa e Silva, N. A., Ribeiro, M., & De Paula, C. D. (2013). Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15(3), 305- 319. <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev153/Art15313.pdf>
- Da Silva, J. T., Ribeiro, M., De Paula, C. D., Leite, D., & Paes, J. B. (2011). Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(1), 83-96. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v29i1.22758>
- Damodaran, S. y Parkin, K. (2017). Fennema's food chemistry. Fifth Edition. CRC Press, USA.
- Dang, D. S., Buhler, J. F., Stafford, C. D., Taylor, M. J., Shippen, J. E., Dai, X. & Matarneh, S. K. (2021). Nix Pro 2 and Color Muse as potential colorimeters for evaluating color in foods. *LWT*, 147, 111648. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111648>
- Eden, W. T. & Rumambarsari, C. O. (2020). Proximate analysis of soybean and red beans cookies according to the Indonesian National Standard. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2), 022033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022033>
- Enríquez, M. y Mejía, P. (2012). *Efecto de la temperatura y velocidad de aire en la capacidad de rehidratacion, diferencia neta de color y diferencia sensorial de harina precocida de oca (Oxalis tuberosa) variedad Flava mediante el método superficie respuesta* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3367>
- Fennema, O. (2010). Química de los alimentos. Tercera Edición. Editorial Acribia–Zaragoza-España

- Fernández, A., & Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*, 9(18), 133-148. doi: <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>
- Flores, E. (2022). *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (Phaseolus vulgaris) con diferente tamaño de partícula* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Franco, L. y Guaranda, J. (2018). *Sustitución de harina de trigo por harina de fréjol rojo (Phaseolus vulgaris) y su aplicación en masas pesadas, livianas y quebradas de pastelería en la ciudad de Guayaquil* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35918>
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2018 de Noviembre de 2017). Composición nutricional de la col morada. Obtenido de Funiber: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/COL-MORADA-5>
- Garnero, S., Sposetti, P., Garnero, J., Luengo, F. y Yafar, E. (2017). *Pentosanos totales y solubles en la fracción harina de variedades de trigos argentinos*. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/pentosanos-totales-solubles-fraccion-t40662.htm>
- Gavilanez, J. (2017). Galletas con base en concentraciones de harina de camote (Ipomoea batata l) y maíz (Zea mays) en el cantón Pichincha. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: UTEQ, Quevedo - Ecuador.
- Gould, W. A. (1999). *Potatpor oduction, processing and technology*. Estados Unidos: CTI PUBLICATIONS, INC.
- Guzmán, V. (2012). Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de cinco variedades de fréjol: Canario, Bayo, Blanco, Rojo y Negro. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito – Ecuador.
- Huamanchay, W. (2013). *Cereales, legumbres y leguminosas*. Templates.
- Hulton, C. W. & Campbell, A. M. (1981). *Water and fat absorption*. In Protein functionality in foods; Cherry, J. P., Eds. American Chemical Society, Washington, DC, pp 177-200.
- Ibrahim, O. S. (2017). Utilization of sorghum, broken rice and white beans flours for producing high nutritional value and high quality gluten-free biscuits. *Current Science International*, (6), 670-683.
- Instituto de la Galleta Nutrición y Salud. (2017). *Galleta, historia*. <http://www.institutodelagalleta.com/historia.php>

- Ionescu A., I. Aprodu, G. Gurau, and I. Banu, I. 2011. Rheology of chickpea protein concentrate dispersions. *Sci. Stud. Res. Chem. Chemic. Engin. Biotechnol. Food Ind.* 12: 387-399
- Kaur M, Singh K, Singh N. (2007). Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. *Food Chem*; 104 (1): 259-267
- Larrea, M., Montalvo, W. y Ramírez, J. (2021). *Modelos matemáticos para secado de frijol de palo (Cajanus cajan L.) utilizando un secador de bandejas tipo túnel para producción de harina*. Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.073221301>
- Ledesma, E. S. & Milde, L. B. (2010). Composición química de panes de fécula de mandioca suplementados con diferentes aditivos. *Revista de Ciencia y Tecnología*, (14), 43-48. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872010000200008
- Lestari, L. A., Huriyati, E. & Marsono, Y. (2017). The development of low glycemic index cookie bars from foxtail millet (*Setaria italica*), arrowroot (*Maranta arundinacea*) flour, and kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1406-1413. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2552-5>
- López, D. (2019). Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de camote (*ipomoea batatas*), harina de zapallo (*curcubita maxima*) y harina de oca (*oxalis tuberosa*). Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.
- Ma Z., J. I. Boye, B. K. Simpson, S. O. Prasher, D. Monpetit, and L. Malcolmson. 2011. Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. *Food Res. Int.* 44: 2534-2544
- Machuca, M. y Meyhuay, F. (2017). *Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (Oryza sativa) y harina de lenteja (Lens culinaris)* [Tesis de pregrado, Universidad de Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional Digital UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4775>
- Macias, J., Vinces, R y Vasquez, G. (2012). Elaboración de sopa instantea a partir de harina de haba (vicia faba, L). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17031/1/Paper%20SOPA%20ODE%20HABA.pdf>
- Mais, A. & Brennan, C. (2008). Characterisation of flour, starch and fiber obtained from sweet potato (kumara) tubers, and their utilization in biscuit production. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(2), 373-379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01652.x>

- Manonmani, D., Bhol, S. & Bosco, S. (2014). Effect of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on bread quality. *Open Access Library Journal*, 1(01), 1-6. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100366>
- Manzanillas, L.A. (2018). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de féculas de tres variedades de camote (*Ipomoea batata*) para aplicaciones alimentarias [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28375/1/AL%20680.pdf>
- Maphosa, Y. & Jideani, V. (2017). *The Role of Legumes in Human Nutrition*. Functional Food - Improve Health through Adequate Food. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Martín, A. (2022). Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de amaranto. Universitat politècnica de valència.
- Mero, D. y Cruz J. (2018). *Desarrollo de galletas artesanales a base de harina de habas (Vicia faba)* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35862>
- Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI]. (2014). *Frejol canario Camanejo*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/64>
- Miquelena, E., Higuera, A., & Rodriguez, B. (2016). Evaluación de propiedades funcionales de cuatro harinas de semillas de leguminosas comestibles cultivadas en Venezuela. *Facultad de Agronomía*, 33, 58-75. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27193/27815>
- Montes, R. (2014). *Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (*Triticum aestivum* L.) y harina de haba (*Vicia faba* L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/2090223e-6621-4c2a-a205-508c5c87e053>
- Montoya, I. D., Murillo, I. W., Barbosa, L. y Méndez, J. (2015). Acetilación enzimática de almidones: una opción de valor agregado. *Revista Tumbaga*, 1(10), 88–107. <https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/995>
- Moreira, A.I. y Saldarriaga, M.G. (2021). Microfibra de cáscara de banano y harina de pulpa de camote (*Ipomoea batatas* L. lam) en la calidad final de una galleta [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Institucional de la ESPAM. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1587/1/TTMAI29D.pdf>

- Noah, A. & Adedeji, M. (2021). Quality assessment of cookies produced from wheat and red kidney bean flour. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 10(1), 6. https://doi.org/10.4103/ijfns.ijfns_13_20
- Ore, F., Aguirre, L. y Ticsihua, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, 4(12), 200-210. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84>
- Padilla, K., Granados, C., Leon, G., Arrieta, Y. y Torrenegra, M. (2018). Evaluación de la influencia de la temperatura en procesos de secado. *LIMENTECH Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(1), 107-117. <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/alimen/article/view/344>
- Patel, A. R., Nicholson, R. A., & Marangoni, A. G. (2020). Applications of fat mimetics for the Replacement of saturated and hydrogenated fat in food products. *Current Opinion in Food Science*, (33), 61-68.
- Paz, L. (2006). *Tecnología y valor agregado en el desarrollo rural*. PALESTRA - Portal de Asuntos Públicos de la PUCP. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/11991/tecnologia_valor_agregado_Paz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pizzini, P.M. (2017). Evaluación de la inclusión de harina de camote (*Ipomoea batatas* L.) en dietas de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*) sobre su comportamiento productivo en condiciones de laboratorio [Tesis de pregrado, Universidad Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3438/pizzini-duarte-paola-martina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poveda, F. y Granado, G. (2016). Evaluación de la estabilidad de β -carotenos en una papilla de harina de camote biofortificado con dos tiempos y dos temperaturas de cocción
- Rani, M., & Punia, D. (2015). *Nutritional Evaluation of Matar Prepared Incorporating green* [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras]
- Rodríguez, J., Hernández, B., Castro, J., Vargas, E., Hernández, J., Rangel, E., Gómez, C. y Falfán, R. (2006). Propiedades químicas (base seca) de la comida de semillas de *C. ficifolia* entera y de la harina de semillas de *C. ficifolia* desgrasada. *Revista Internacional de Tecnología de Procesamiento de Alimentos*, 1(3): 27-35.
- Rojas, R. y Duran, D. (2011). Efecto del secado por microondas sobre el color de la papa criolla (*Solanum phureja*). *LIMENTECH Ciencia y tecnología alimentaria*, 9(2), 104-114. <https://docplayer.es/44637334-E-fecto-del-secado-por-microondas-sobre-el-color-de-la-papa-criolla-solanum-phureja.html>

- Roquel, M. (2008). *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea batata)* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1098_Q.pdf
- Rubio, X. y Túrquerres, L. (2012). *Incidencia de la harina de camote (Ipomoea batata L.), como sustituto de la harina de trigo (Triticum vulgare), en la elaboración de galletas, edulcoradas con estevia (Stevia baudiana) y panela* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2019>
- Ruíz, L. (2010). *Obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16099>
- Ruiz, L.A. (2010). *Obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90654/D-79257.pdf>
- Samillan, V., Seclen, O. y Seminario, G. (2012). *Determinación de acidez y pH en alimentos*.
- Sánchez, D. y Santacruz, S. (2022). Caracterización físico-química de granos y funcional de harinas obtenidas de fréjol canario (*vigna unguiculata*) y chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) Publicación Cuatrimestral. Vol. X, No, noviembre, 2022, Ecuador (p. X-XX). Edición continua <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/index> revista.bdlaciencia@utm.edu.ec. Universidad Técnica de Manabí.
- Sarmiento, I. A (2014). *Estudio de la adición de pan de molde en harina de camote* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador]. Repositorio Institucional de la UTE. https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5065/1/55905_1.pdf
- Saydi, D. y Hatamipour, M. S. (2012). Analysis of the Effective Parameters on Potato Powder Quality Produced by a Spray Dryer. *Iranian Journal of Chemical Engineering*, 9(3), 55-62. http://www.ijche.com/article_10261_4312307615d1f5395199000363f2e6ae.pdf
- Shahzad, S. A., Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Qasem, A. A. A., Ibraheem, M. A., Almainan, S. A. M. y El-Din, M. F. S. (2021). Gluten-free cookies from sorghum and Turkish beans; effect of some non-conventional and commercial hydrocolloids on their technological and sensory attributes. *Food Science and Technology*, 41(1), 15-24. <https://doi.org/10.1590/fst.25419>

- Solís, J. (2020). *Optimización por diseño de mezclas de un dulce a partir de frejol canario (Phaseolus vulgaris L.) fortificado con harina de sangre de pollo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Barranca]. Repositorio Institucional de la UNAB. <https://repositorio.unab.edu.pe/handle/20.500.12935/72>
- Sparvoli, F., Laureati, M., Pilu, R., Pagliarini, E., Toschi, I., Giuberti, G., ... & Bollini, R. (2016). Exploitation of common bean flours with low antinutrient content for making nutritionally enhanced biscuits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 928. doi.org/10.3389/fpls.2016.00928
- Tintaya, E. (2017). Determinación de las propiedades físicas, químicas y nutricionales de harina instantánea de tarwi (*Lupinus tomentosus*). [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión].
- Treviño, C. y Rosas, R. (2013). *El fréjol común: factores que merman su producción*. https://www.researchgate.net/publication/319471946_El_frijol_comun_factores_que_merman_su_produccion
- USDA. (2009). *Composición nutricional del camote*.
- Valverde, R. y Moreira, M. (2004). Identificación de virus en el cultivo de camote (*Ipomeas batatas L.*), en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 15(1), 01-07. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43715101.pdf>
- Vegas, R., Iris, A. y Vegas, P. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis “tarwi” variedad criolla. *Ciencia Agroindustrial* 7(1), 49-55. <http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.01.05>
- Vioque, J.; Sánchez, R.; Pedroche, J.; Del Mar, M.; Millán, F. 2001. Obtención y aplicación de concentrados y aislados proteicos. *Revista de Grasas y Aceites* 52: 127-131
- Zhindón, L.M. (2013). Obtención de harina precocida de camote (*Ipomoea batatas L.*) para su uso tecnológico en la industria alimentaria. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador]. Repositorio Institucional de la UTE. https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5041/1/53886_1.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Tablas de ANOVA y prueba Tukey.

Tabla 53

Análisis de Varianza de la capacidad de rehidratación en la harina de frejol canario.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	0.45943	2	0.229715	0.78	0.4731
B: Temperatura de secado	0.377785	2	0.188893	0.64	0.5379
INTERACCIONES					
AB	5.05513	4	1.26378	4.29	0.0130
RESIDUOS	5.29733	18	0.294296		
TOTAL (CORREGIDO)	11.1897	26			

Tabla 54

Análisis de Varianza del pH en la harina de frejol canario.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	1.00836	2	0.504181	11.94	0.0005
B: Temperatura de secado	0.155607	2	0.0778037	1.84	0.1870
INTERACCIONES					
AB	0.0805259	4	0.0201315	0.48	0.7523
RESIDUOS	0.759867	18	0.0422148		
TOTAL (CORREGIDO)	2.00436	26			

Tabla 55

Prueba de Tukey del pH de la harina de frejol canario.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 30	*	-0.444444	0.247309
0 - 60	*	-0.363333	0.247309
30 - 60		0.0811111	0.247309

Tabla 56

Análisis de Varianza del color (L) en la harina de frejol canario.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	333.324	2	166.662	20.48	0.0000
B: Temperatura de secado	50.5328	2	25.2664	3.10	0.0694
INTERACCIONES					
AB	59.4113	4	14.8528	1.83	0.1680
RESIDUOS	146.487	18	8.13816		
TOTAL (CORREGIDO)	589.755	26			

Tabla 57

Prueba de Tukey del color (L) de la harina de frejol canario.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenci</i>	<i>+/- Límites</i>
		<i>a</i>	
0 - 30	*	6.37856	3.43376
0 - 60	*	8.19322	3.43376
30 - 60		1.81467	3.43376

Tabla 58

Análisis de Varianza de la variación del color (ΔE) en la harina de frejol canario.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	28.8125	2	14.4062	2.18	0.1418
B: Temperatura de secado	6.66143	2	3.33071	0.50	0.6121
INTERACCIONES					
AB	10.6852	4	2.67131	0.40	0.8029
RESIDUOS	118.856	18	6.60309		
TOTAL (CORREGIDO)	165.015	26			

Tabla 59

Análisis de Varianza de la capacidad de rehidratación en la harina de camote.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	0.133563	2	0.0667815	0.86	0.4390
B: Temperatura de secado	0.226452	2	0.113226	1.46	0.2581
INTERACCIONES					
AB	0.21517	4	0.0537926	0.69	0.6055
RESIDUOS	1.39427	18	0.0774593		
TOTAL (CORREGIDO)	1.96945	26			

Tabla 60

Análisis de Varianza del pH en la harina de camote.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	0.196363	2	0.0981815	6.44	0.0078
B: Temperatura de secado	0.122407	2	0.0612037	4.02	0.0361
INTERACCIONES					
AB	0.467837	4	0.116959	7.68	0.0009
RESIDUOS	0.274267	18	0.015237		
TOTAL (CORREGIDO)	1.06087	26			

Tabla 61

Prueba de Tukey del pH de la harina de camote a diferentes tiempos de cocción.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 3	*	0.2	0.148579
0 - 6	*	0.152222	0.148579
3 - 6		-0.0477778	0.148579

Tabla 62

Prueba de Tukey del pH de la harina de camote a diferentes temperaturas de secado.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
60 - 70		0.111111	0.148579
60 - 80	*	0.161111	0.148579
70 - 80		0.05	0.148579

Tabla 63

Análisis de Varianza del color (L) en la harina de camote.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	783.461	2	391.731	21.25	0.0000
B: Temperatura de secado	51.2269	2	25.6134	1.39	0.2748
INTERACCIONES					
AB	33.2917	4	8.32291	0.45	0.7701
RESIDUOS	331.887	18	18.4382		
TOTAL (CORREGIDO)	1199.87	26			

Tabla 64

Prueba de Tukey del color (L) de la harina de camote.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 3	*	10.5689	5.16851
0 - 6	*	12.1256	5.16851
3 - 6		1.55667	5.16851

Tabla 65

Análisis de Varianza de la variación del color (ΔE) en la harina de camote.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo de cocción	576.592	2	288.296	31.78	0.0000
B: Temperatura de secado	149.336	2	74.668	8.23	0.0029
INTERACCIONES					
AB	124.896	4	31.2241	3.44	0.0295
RESIDUOS	163.266	18	9.07034		
TOTAL (CORREGIDO)	1014.09	26			

Tabla 66

Prueba de Tukey de la variación del color (ΔE) de la harina de camote con los diferentes tiempos de cocción.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 3	*	-5.83111	3.62509
0 - 6	*	-11.3178	3.62509
3 - 6	*	-5.48667	3.62509

Tabla 67

Prueba de Tukey de la variación del color (ΔE) de la harina de camote con las diferentes temperaturas de secado.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
60 - 70	*	5.51222	3.62509
60 - 80	*	4.20556	3.62509
70 - 80		-1.30667	3.62509

Tabla 68

Análisis de Varianza del contenido de humedad en la galleta.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.489356	2	0.244678	2001.91	0.0000
Intra grupos	0.000733333	6	0.000122222		
Total (Corr.)	0.490089	8			

Tabla 69

Prueba de Tukey del contenido de humedad en la galleta.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-0.2	0.0276966
10 - 20	*	-0.563333	0.0276966
15 - 20	*	-0.363333	0.0276966

Tabla 70

Análisis de Varianza del contenido de grasa en la galleta.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.994467	2	0.497233	1721.19	0.0000
Intra grupos	0.00173333	6	0.000288889		
Total (Corr.)	0.9962	8			

Tabla 71

Prueba de Tukey del contenido de grasa en la galleta.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	0.516667	0.0425811
10 - 20	*	0.803333	0.0425811
15 - 20	*	0.286667	0.0425811

Tabla 72*Análisis de Varianza del contenido de ceniza en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.139356	2	0.0696778	570.09	0.0000
Intra grupos	0.000733333	6	0.000122222		
Total (Corr.)	0.140089	8			

Tabla 73*Prueba de Tukey del contenido de ceniza en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-0.103333	0.0276966
10 - 20	*	-0.3	0.0276966
15 - 20	*	-0.196667	0.0276966

Tabla 74*Análisis de Varianza del contenido de fibra en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.44202	2	0.721011	1063.79	0.0000
Intra grupos	0.00406667	6	0.000677778		
Total (Corr.)	1.44609	8			

Tabla 75*Prueba de Tukey del contenido de fibra en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-0.463333	0.0652222
10 - 20	*	-0.98	0.0652222
15 - 20	*	-0.516667	0.0652222

Tabla 76*Análisis de Varianza del contenido de proteína en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.00242	2	0.501211	1219.16	0.0000
Intra grupos	0.00246667	6	0.000411111		
Total (Corr.)	1.00489	8			

Tabla 77*Prueba de Tukey del contenido de proteína en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-0.44	0.0507962
10 - 20	*	-0.816667	0.0507962
15 - 20	*	-0.376667	0.0507962

Tabla 78*Análisis de Varianza del contenido de carbohidratos en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5.28442	2	2.64221	3257.52	0.0000
Intra grupos	0.00486667	6	0.000811111		
Total (Corr.)	5.28929	8			

Tabla 79*Prueba de Tukey del contenido de carbohidratos en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	0.69	0.0713497
10 - 20	*	1.85667	0.0713497
15 - 20	*	1.16667	0.0713497

Tabla 80*Análisis de Varianza del valor calórico en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	211.706	2	105.853	288689.94	0.0000
Intra grupos	0.0022	6	0.000366667		
Total (Corr.)	211.708	8			

Tabla 81*Prueba de Tukey del valor calórico en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	5.98667	0.047972
10 - 20	*	11.88	0.047972
15 - 20	*	5.89333	0.047972

Tabla 82*Análisis de Varianza del color en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	13.3	2	6.65	9.39	0.0003
Intra grupos	40.35	57	0.707895		
Total (Corr.)	53.65	59			

Tabla 83*Prueba de Tukey del color en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-1.1	0.640312
10 - 20		-0.25	0.640312
15 - 20	*	0.85	0.640312

Tabla 84*Análisis de Varianza del olor en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.23333	2	0.616667	1.23	0.2990
Intra grupos	28.5	57	0.5		
Total (Corr.)	29.7333	59			

Tabla 85*Análisis de Varianza del sabor en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.63333	2	0.816667	1.07	0.3485
Intra grupos	43.35	57	0.760526		
Total (Corr.)	44.9833	59			

Tabla 86*Análisis de Varianza de la textura en la galleta.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	22.5333	2	11.2667	11.38	0.0001
Intra grupos	56.45	57	0.990351		
Total (Corr.)	78.9833	59			

Tabla 87*Prueba de Tukey de la textura en la galleta.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 - 15	*	-0.8	0.757359
10 - 20		0.7	0.757359
15 - 20	*	1.5	0.757359

Anexo 2. Tablas de medias

Tabla 88

Resultados de medias de la capacidad de rehidratación de la harina de frejol canario.

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	2.48519			
Tiempo de cocción					
0	9	2.37111	0.18083	1.9912	2.75102
30	9	2.41667	0.18083	2.03676	2.79658
60	9	2.66778	0.18083	2.28787	3.04769
Temperatura de secado					
60	9	2.35889	0.18083	1.97898	2.7388
70	9	2.64333	0.18083	2.26342	3.02324
80	9	2.45333	0.18083	2.07342	2.83324
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	1.62333	0.313207	0.965308	2.28136
0,70	3	3.26	0.313207	2.60197	3.91803
0,80	3	2.23	0.313207	1.57197	2.88803
30,60	3	2.84	0.313207	2.18197	3.49803
30,70	3	2.26	0.313207	1.60197	2.91803
30,80	3	2.15	0.313207	1.49197	2.80803
60,60	3	2.61333	0.313207	1.95531	3.27136
60,70	3	2.41	0.313207	1.75197	3.06803
60,80	3	2.98	0.313207	2.32197	3.63803

Tabla 89

Resultados de medias del pH de la harina de frejol canario.

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.85704			
Tiempo de cocción					
0	9	6.58778	0.0684875	6.44389	6.73166
30	9	7.03222	0.0684875	6.88834	7.17611
60	9	6.95111	0.0684875	6.80722	7.095
Temperatura de secado					
60	9	6.85	0.0684875	6.70611	6.99389
70	9	6.95333	0.0684875	6.80945	7.09722
80	9	6.76778	0.0684875	6.62389	6.91166
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	6.60333	0.118624	6.35411	6.85255
0,70	3	6.65667	0.118624	6.40745	6.90589
0,80	3	6.50333	0.118624	6.25411	6.75255
30,60	3	6.96667	0.118624	6.71745	7.21589
30,70	3	7.23333	0.118624	6.98411	7.48255
30,80	3	6.89667	0.118624	6.64745	7.14589
60,60	3	6.98	0.118624	6.73078	7.22922
60,70	3	6.97	0.118624	6.72078	7.21922
60,80	3	6.90333	0.118624	6.65411	7.15255

Tabla 90

Resultados de medias del valor (L) del color de la harina de frejol canario.

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	81.3439			
Tiempo de cocción					
0	9	86.2011	0.950916	84.2033	88.1989
30	9	79.8226	0.950916	77.8248	81.8204
60	9	78.0079	0.950916	76.0101	80.0057
Temperatura de secado					
60	9	79.4399	0.950916	77.4421	81.4377
70	9	82.5934	0.950916	80.5956	84.5912
80	9	81.9982	0.950916	80.0004	83.996
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	86.8567	1.64703	83.3964	90.317
0,70	3	86.03	1.64703	82.5697	89.4903
0,80	3	85.7167	1.64703	82.2564	89.177
30,60	3	77.93	1.64703	74.4697	81.3903
30,70	3	81.1633	1.64703	77.703	84.6236
30,80	3	80.3743	1.64703	76.914	83.8346
60,60	3	73.533	1.64703	70.0727	76.9933
60,70	3	80.587	1.64703	77.1267	84.0473
60,80	3	79.9037	1.64703	76.4434	83.364

Tabla 91

Resultados de medias de la variación del color (ΔE) de la harina de frejol canario.

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	14.9307			
Tiempo de cocción					
0	9	14.5756	0.856549	12.776	16.3751
30	9	13.8811	0.856549	12.0816	15.6807
60	9	16.3356	0.856549	14.536	18.1351
Temperatura de secado					
60	9	14.2333	0.856549	12.4338	16.0329
70	9	15.3522	0.856549	13.5527	17.1518
80	9	15.2067	0.856549	13.4071	17.0062
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	15.1233	1.48359	12.0064	18.2402
0,70	3	14.3767	1.48359	11.2598	17.4936
0,80	3	14.2267	1.48359	11.1098	17.3436
30,60	3	12.6367	1.48359	9.51976	15.7536
30,70	3	14.4567	1.48359	11.3398	17.5736
30,80	3	14.55	1.48359	11.4331	17.6669
60,60	3	14.94	1.48359	11.8231	18.0569
60,70	3	17.2233	1.48359	14.1064	20.3402
60,80	3	16.8433	1.48359	13.7264	19.9602

Tabla 92*Resultados de medias de la capacidad de rehidratación de la harina de camote.*

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	1.17593			
Tiempo de cocción					
0	9	1.15333	0.0927717	0.958427	1.34824
3	9	1.10333	0.0927717	0.908427	1.29824
6	9	1.27111	0.0927717	1.0762	1.46602
Temperatura de secado					
60	9	1.05444	0.0927717	0.859538	1.24935
70	9	1.27556	0.0927717	1.08065	1.47046
80	9	1.19778	0.0927717	1.00287	1.39268
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	0.916667	0.160685	0.579079	1.25425
0,70	3	1.36	0.160685	1.02241	1.69759
0,80	3	1.18333	0.160685	0.845745	1.52092
3,60	3	1.00333	0.160685	0.665745	1.34092
3,70	3	1.08	0.160685	0.742412	1.41759
3,80	3	1.22667	0.160685	0.889079	1.56425
6,60	3	1.24333	0.160685	0.905745	1.58092
6,70	3	1.38667	0.160685	1.04908	1.72425
6,80	3	1.18333	0.160685	0.845745	1.52092

Tabla 93*Resultados de medias del pH de la harina de camote.*

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.27481			
Tiempo de cocción					
0	9	6.39222	0.0411461	6.30578	6.47867
3	9	6.19222	0.0411461	6.10578	6.27867
6	9	6.24	0.0411461	6.15356	6.32644
Temperatura de secado					
60	9	6.36556	0.0411461	6.27911	6.452
70	9	6.25444	0.0411461	6.168	6.34089
80	9	6.20444	0.0411461	6.118	6.29089
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	6.38667	0.0712672	6.23694	6.53639
0,70	3	6.61333	0.0712672	6.46361	6.76306
0,80	3	6.17667	0.0712672	6.02694	6.32639
3,60	3	6.25	0.0712672	6.10027	6.39973
3,70	3	6.06333	0.0712672	5.91361	6.21306
3,80	3	6.26333	0.0712672	6.11361	6.41306
6,60	3	6.46	0.0712672	6.31027	6.60973
6,70	3	6.08667	0.0712672	5.93694	6.23639
6,80	3	6.17333	0.0712672	6.02361	6.32306

Tabla 94*Resultados de medias del valor (L) del color de la harina de camote.*

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	66.8974			
Tiempo de cocción					
0	9	74.4622	1.43132	71.4551	77.4693
3	9	63.8933	1.43132	60.8862	66.9004
6	9	62.3367	1.43132	59.3296	65.3438
Temperatura de secado					
60	9	68.7333	1.43132	65.7262	71.7404
70	9	66.5433	1.43132	63.5362	69.5504
80	9	65.4156	1.43132	62.4085	68.4227
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	75.9467	2.47912	70.7382	81.1551
0,70	3	74.6467	2.47912	69.4382	79.8551
0,80	3	72.7933	2.47912	67.5849	78.0018
3,60	3	67.4467	2.47912	62.2382	72.6551
3,70	3	63.4067	2.47912	58.1982	68.6151
3,80	3	60.8267	2.47912	55.6182	66.0351
6,60	3	62.8067	2.47912	57.5982	68.0151
6,70	3	61.5767	2.47912	56.3682	66.7851
6,80	3	62.6267	2.47912	57.4182	67.8351

Tabla 95*Resultados de medias de la variación del color (ΔE) de la harina de camote.*

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	18.2752			
Tiempo de cocción					
0	9	12.5589	1.0039	10.4498	14.668
3	9	18.39	1.0039	16.2809	20.4991
6	9	23.8767	1.0039	21.7675	25.9858
Temperatura de secado					
60	9	21.5144	1.0039	19.4053	23.6236
70	9	16.0022	1.0039	13.8931	18.1113
80	9	17.3089	1.0039	15.1998	19.418
Tiempo de cocción por Temperatura de secado					
0,60	3	15.41	1.73881	11.7569	19.0631
0,70	3	7.60333	1.73881	3.95023	11.2564
0,80	3	14.6633	1.73881	11.0102	18.3164
3,60	3	21.1433	1.73881	17.4902	24.7964
3,70	3	19.74	1.73881	16.0869	23.3931
3,80	3	14.2867	1.73881	10.6336	17.9398
6,60	3	27.99	1.73881	24.3369	31.6431
6,70	3	20.6633	1.73881	17.0102	24.3164
6,80	3	22.9767	1.73881	19.3236	26.6298

ANEXO 3. Formato de encuesta de aceptabilidad sensorial de la galleta.

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</p> <p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</p>																					
<p>FORMULACIÓN DE GALLETAS SUSTITUYENDO PARCIALMENTE HARINA DE TRIGO (<i>TRITICUM AESTIVUM</i>) POR HARINAS DE FREJOL CANARIO (<i>PHASEOLUS VULGARIS</i>) Y CAMOTE (<i>IPOMOEA BATATAS</i>).</p>																						
<p>Producto a evaluar: GALLETAS SUSTITUYENDO PARCIALMENTE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE FRIJOL CANARIO Y CAMOTE.</p>																						
<p>Descripción del Producto:</p>																						
<p>Las galletas obtenidas mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol canario y camote fueron elaboradas con la finalidad de industrializar el frijol canario ya que aquí en Lambayeque es consumido de manera directa como menestra y a su vez darle valor agregado al producto potenciando los sabores y aromas a través de la harina de camote.</p>																						
<p>Indicaciones para la evaluación:</p>																						
<p>Califique cuidadosamente los atributos del producto e indique para cada muestra el grado de aceptabilidad que tiene para usted mediante la puntuación encontrada en la siguiente escala hedónica.</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Puntaje</th> <th>Escala de Medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Me gusta mucho</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Me gusta moderadamente</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>No me gusta ni me disgusta</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Me disgusta moderadamente</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </tbody> </table>			Puntaje	Escala de Medición	4	Me gusta mucho	3	Me gusta moderadamente	2	No me gusta ni me disgusta	1	Me disgusta moderadamente	0	Me disgusta mucho								
Puntaje	Escala de Medición																					
4	Me gusta mucho																					
3	Me gusta moderadamente																					
2	No me gusta ni me disgusta																					
1	Me disgusta moderadamente																					
0	Me disgusta mucho																					
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTO</th> <th>MUESTRA 1 (M1)</th> <th>MUESTRA 2 (M2)</th> <th>MUESTRA 3 (M3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Olor</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ATRIBUTO	MUESTRA 1 (M1)	MUESTRA 2 (M2)	MUESTRA 3 (M3)	Olor				Color				Sabor				Textura			
ATRIBUTO	MUESTRA 1 (M1)	MUESTRA 2 (M2)	MUESTRA 3 (M3)																			
Olor																						
Color																						
Sabor																						
Textura																						

ANEXO 4. Fotos de las evidencias de la parte experimental.

Selección de materia prima (frejol canario y camote).



Pre-cocción de frejol canario y de camote.



Cortado de camote.



Seleccionado y clasificado de frejol canario y camote para secado.



Secado de frejol canario y de camote a 60, 70 y 80°C.



Empacado de frejol canario y camote para molienda.



Molienda para obtención de harina de frejol canario y camote.



Tamizado de las harinas de frejol canario y camote.



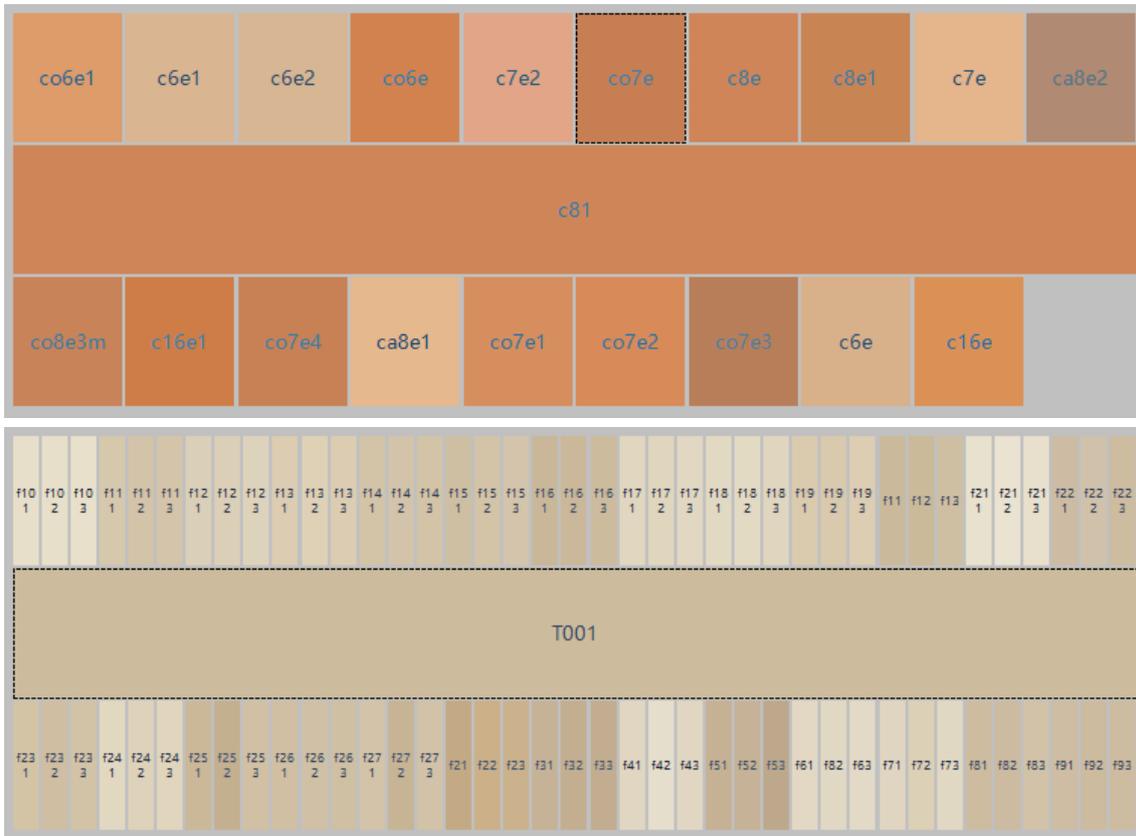
Empacado de harina de frejol canario y de camote.



Medición de pH de harinas de frejol canario y camote.



Medición de color de harinas de frejol canario y de camote por colorimetría.



Pesado de las harinas de frejol canario y camote en seco (2 g).



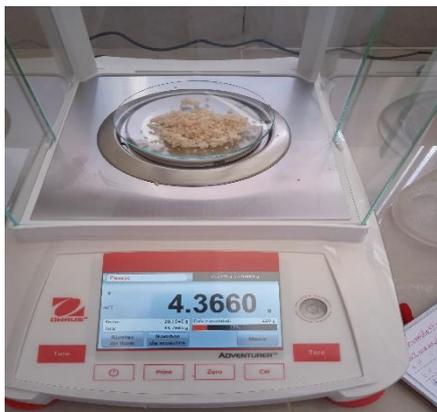
Muestras de harina de frejol canario y camote en estufa para rehidratación.



Drenado por filtración al vacío de muestras de harina de frejol canario y camote.



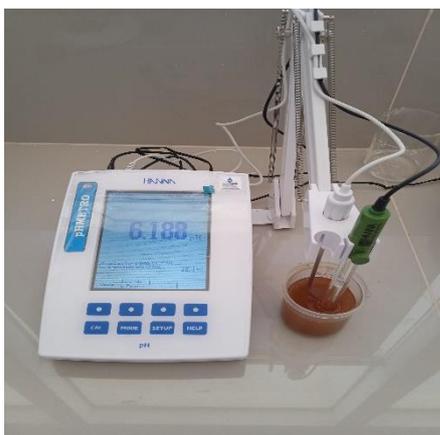
Pesado de las harinas de frejol canario y camote rehidratadas para determinar capacidad de rehidratación.



Preparación de soluciones de harina de frejol canario y camote para medición de pH y acidez titulable.



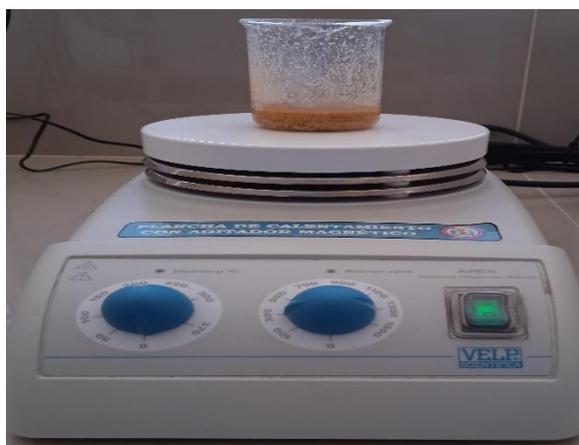
Medición de pH de soluciones de harina de frejol canario y camote.



Medición de acidez titulable en soluciones de harina de frejol canario y de camote.



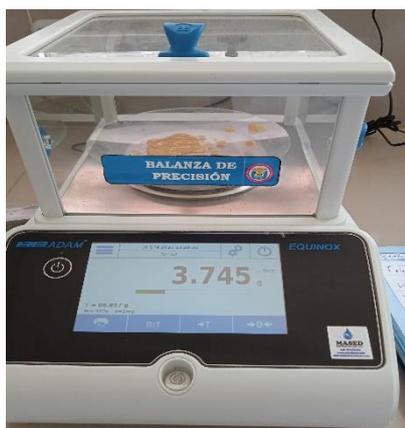
Agitado en vortex de soluciones de harina de frejol canario y camote en aceite de maíz y agua.



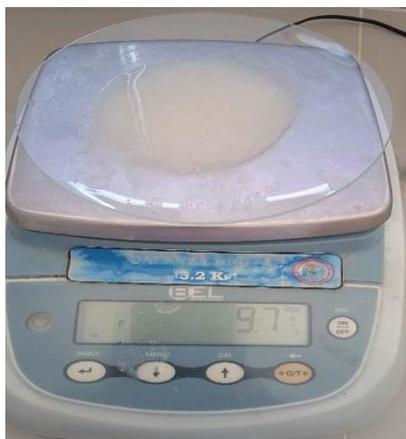
Centrifugación de muestras de harina de frejol canario y camote.



Pesado de muestras de harina de frejol canario y camote con aceite para determinación de capacidad de absorción de grasa.



Pesado de muestras de harina de frejol canario y camote con agua para determinación de capacidad de absorción de agua.



Preparación de soluciones al 4, 8, 12 y 14% p/v de harina de frejol canario y de camote.



Toma de muestras (5 mL) de harinas de frejol canario y camote en tubos de ensayo.



Calentado de muestras de harina de frejol canario y camote a 100°C para determinación de capacidad de gelificación.



Deslizado e inversión de tubos para determinar capacidad de gelificación en harinas de frejol canario y camote.



Pesado de ingredientes (harina de trigo, frejol canario y camote, mantequilla, azúcar).



Cremado de mantequilla, azúcar y huevo.



Mezclado y amasado de ingredientes.



Reposo de masa.



Moldeado de galletas.



Horneado de galletas.



Enfriado de galletas en rejillas para posterior empacado.



Empacado de galletas.



Evaluación sensorial de galletas.



ANEXO 4. Resultados del laboratorio del análisis fisicoquímico de la harina de frejol canario y camote.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO Nº 674

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:
"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Harina de frejol canario
Código	: M1
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Fecha de producción	: 09-01-2023
Procedencia	: Chiclayo
Llegada al laboratorio	: 20-01-2023
Fecha de análisis	: 20-01-2023

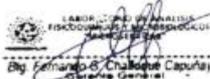
IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad	(%)	:	11.25	%
• Grasa	(%)	:	2.10	%
• Ceniza	(%)	:	3.10	%
• Fibra	(%)	:	1.50	%
• Proteína	(%)	:	20.75	%
• Carbohidratos	(%)	:	61.30	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	348.36	kcal



Dr. Fernando S. Chalquis Capuray
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 9490195

S



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 675

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Harina de camote
Código : M1
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 09-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 20-01-2023
Fecha de análisis : 20-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	10.05	%
• Grasa	(%)	:	1.60	%
• Ceniza	(%)	:	2.80	%
• Fibra	(%)	:	2.25	%
• Proteina	(%)	:	3.20	%
• Carbohidratos	(%)	:	80.10	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	348.56	kcal

LABOR. DE ANALISIS
FISICOQUIMICO
MICROSERVILAB
Dr. Fernando Chalko Capuray
Gerente General

Lambayeque, Enero del 2023

Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 9490195

Activar Windows
Ver configuración

ANEXO 5. Resultados del laboratorio del análisis fisicoquímico de la galleta.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**

INFORME DE ENSAYO N° 676



II. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:
"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Galleta
Código	: 10-10 R1
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Fecha de producción	: 27-01-2023
Procedencia	: Chiclayo
Llegada al laboratorio	: 28-01-2023
Fecha de análisis	: 28-01-2023

IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VII. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.55	%
• Grasa	(%)	:	19.10	%
• Ceniza	(%)	:	2.50	%
• Fibra	(%)	:	2.00	%
• Proteína	(%)	:	12.77	%
• Carbohidratos	(%)	:	57.08	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	462.76	kcal



Big. Fernando E. Chacón Capuñá
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

contacto@microservilab.com

Cel: 94901954



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 694

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 10-10 R2
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007-98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.54	%
• Grasa	(%)	:	19.12	%
• Ceniza	(%)	:	2.48	%
• Fibra	(%)	:	2.08	%
• Proteína	(%)	:	12.71	%
• Carbohidratos	(%)	:	57.07	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	462.72	kcal

LABOR. TECN. DE ANALISIS
FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO
LAMBAYEQUE - PERU
Ejg. Fernando S. Challobque Capuñá
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

Correo electrónico: contacto@microservilab.com

Cel: 9490195



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 698

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 10-10 R3
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.55	%
• Grasa	(%)	:	19.13	%
• Ceniza	(%)	:	2.51	%
• Fibra	(%)	:	2.04	%
• Proteína	(%)	:	12.74	%
• Carbohidratos	(%)	:	57.03	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	462.75	kcal

LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS "MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE - PERU
Big. Fernando S. Chalquis Capuñay
Gerente General

Lambayeque, Enero del 2023



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 677

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 15-15 R1
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.73	%
• Grasa	(%)	:	18.58	%
• Ceniza	(%)	:	2.61	%
• Fibra	(%)	:	2.51	%
• Proteína	(%)	:	13.18	%
• Carbohidratos	(%)	:	56.39	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	456.74	kcal

LABORATORIO DE ENSAYOS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
LAMBAYEQUE
BIO. Fernando S. Chalique Capuñay
Gerente General

Lambayeque, Enero del 2023

Activar Windows
Ver configuración
e: contacto@microservilab.com

Cel: 94901



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 695

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 15-15 R2
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

2. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.75	%
• Grasa	(%)	:	18.60	%
• Ceniza	(%)	:	2.60	%
• Fibra	(%)	:	2.50	%
• Proteína	(%)	:	13.17	%
• Carbohidratos	(%)	:	56.38	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	456.76	kcal

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO
"MICROSERVILAB"
BIO. FERNANDO C. CHAVEZ CAJUPAN
Gerente General

Lambayeque, Enero del 2023

contacto@microservilab.com

Cel: 949019545



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 699

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 15-15 R3
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	6.76	%
• Grasa	(%)	:	18.62	%
• Ceniza	(%)	:	2.59	%
• Fibra	(%)	:	2.50	%
• Proteína	(%)	:	13.19	%
• Carbohidratos	(%)	:	56.34	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	456.77	kcal

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
LAMBAYEQUE - PERU
Big. Fernando B. Chalque Capuray
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

Correo electrónico: contacto@microservilab.com

Cel: 94901954



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 678

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 20-20 R1
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	7.10	%
• Grasa	(%)	:	18.30	%
• Ceniza	(%)	:	2.80	%
• Fibra	(%)	:	3.00	%
• Proteína	(%)	:	13.56	%
• Carbohidratos	(%)	:	55.24	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	450.88	kcal

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO
LAMBAYEQUE - PERU
Dr. Fernando S. Chalque Capuray
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

o: contacto@microservilab.com

Cel: 94901954



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 696

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 20-20 R2
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

2. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad	(%)	:	7.11	%
• Grasa	(%)	:	18.31	%
• Ceniza	(%)	:	2.80	%
• Fibra	(%)	:	3.02	%
• Proteína	(%)	:	13.57	%
• Carbohidratos	(%)	:	55.19	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	450.87	kcal

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO
LAMBAYEQUE
Dr. Fernando C. Chalchani Capuñá
Director General

Lambayeque, Enero del 2023

o: contacto@microservilab.com

Cel: 9490195



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 700

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta
Código : 20-20 R3
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Fecha de producción : 27-01-2023
Procedencia : Chiclayo
Llegada al laboratorio : 28-01-2023
Fecha de análisis : 28-01-2023

**IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO**

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad	(%)	:	7.12	%
• Grasa	(%)	:	18.33	%
• Ceniza	(%)	:	2.79	%
• Fibra	(%)	:	3.04	%
• Proteína	(%)	:	13.54	%
• Carbohidratos	(%)	:	55.18	%
• Valor calorico	(Kcal)	:	450.84	kcal

LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU
Bach. Fernando R. Chalquis Capuray
Gerente General

Lambayeque, Enero del 2023

contacto@microservilab.com

Cel: 94901954

ANEXO 6. Resultados del laboratorio del análisis microbiológica de la galleta con mejor aceptabilidad



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**

INFORME DE ENSAYO N° 679



I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Galleta
Código	: 15-15 R1
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Fecha de producción	: 01-02-2023
Procedencia	: Chiclayo
Llegada al laboratorio	: 02-02-2023
Fecha de análisis	: 02-02-2023

IV. TIPO DE ANALISIS

MICROBIOLOGICO

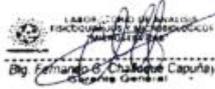
V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiologicos

- Mohos (UFC/g) : <10 UFC/g



LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS "MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU
Dg. Fernando G. Chalquis Capulle
Gerente General

Activar Windows
Ver configuración

Lambayeque, Febrero del 2023

Correo: contacto@microservilab.com Cel: 949019



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 697

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:
"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Galleta
Código	: 15-15 R2
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Fecha de producción	: 01-02-2023
Procedencia	: Chiclayo
Llegada al laboratorio	: 02-02-2023
Fecha de análisis	: 02-02-2023

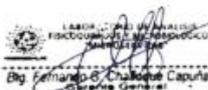
IV. TIPO DE ANALISIS
MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- Mohos (UFC/g) : <10 UFC/g



LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU
Bto. Fernando E. Chalque Capuray
Director General

Lambayeque, Febrero del 2023

Cel: 949019

re: contacto@microservilab.com

Activar Windows
Ver configuración



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**

INFORME DE ENSAYO N° 701



I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Víctor Jair Reyes Yrigoyen

II. TITULO DEL PROYECTO:

"Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (*Triticum aestvum*) por harinas de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) y Camote (*Ipomoea batatas*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Galleta
Código	: 15-15 R3
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Fecha de producción	: 01-02-2023
Procedencia	: Chiclayo
Llegada al laboratorio	: 02-02-2023
Fecha de análisis	: 02-02-2023

IV. TIPO DE ANALISIS

MICROBIOLOGICO

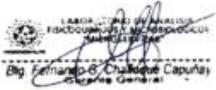
V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos	(UFC/g)	:	<10	UFC/g
---------	---------	---	-----	-------



LABORATORIO DE ENSAYOS TECNICO MICROSERVILAB
LAMBAYEQUE - PERU
Dir. Fernando S. Chalque Capuñay
Gerente General

Activar Windows
Ver configuración

Lambayeque, Febrero del 2023

Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 94901954