

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Formulación y optimización de Pastas Alimenticias enriquecidas con
harinas de papa (*Dosidicus gigas*) y soja (*Glycine max*)”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial**

Autores:

Bach. Bacilio Diestra, David Anthony

Bach. García Medina, Ruddy Delbher

Asesora:

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

DNI. N° 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

“Formulación y optimización de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de
pota (*Dosidicus gigas*) y soja (*Glycine max*)”

AUTORES:

Bach. Bacilio Diestra David Anthony

Bach. García Medina Ruddy Delbher

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas

ASESORA

DNI N° 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINAS DE POTA (*Dosidicus gigas*) Y SOJA (*Glycine max*)”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los Bachilleres: **Bacilio Diestra David Anthony**, con código de matrícula 0201612043, y **García Medina Ruddy Delbher**, con código de matrícula 0201612024, que tienen como asesora a la Dra. Elza Berta Aguirre Vargas, designado según R.D. N° 0242-2020-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 03 de octubre del 2024, por el siguiente jurado evaluador designado mediante la Resolución N° 559-2024-UNS-CFI.


M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente

DNI: 32854604

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X


Ms. Any Berenice Córdova Chang

Secretario

DNI: 43775869

Código ORCID: 0000-0002-2179-0641


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

DNI: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día tres de octubre del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 559-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Presidente)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)
- **Ing. Máximo Vicente Carranza Varas** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

“FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINAS DE POTA (*Dosidicus gigas*) Y SOJA (*Glycine max*)”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **BACILIO DIESTRA DAVID ANTHONY**
- **GARCÍA MEDINA RUDDY DELBHER**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
BACILIO DIESTRA DAVID ANTHONY	19	EXCELENTE

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 03 de octubre del 2024.


M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Ms. Any Berenice Córdova Chang
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día tres de octubre del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 559-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Presidente)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)
- **Ing. Máximo Vicente Carranza Varas** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

“FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINAS DE POTA (*Dosidicus gigas*) Y SOJA (*Glycine max*)”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **BACILIO DIESTRA DAVID ANTHONY**
- **GARCÍA MEDINA RUDDY DELBHER**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**

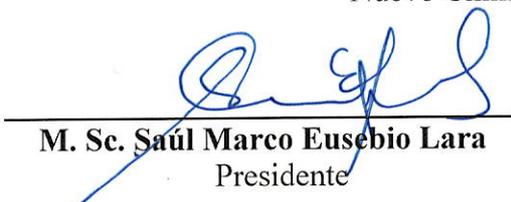
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
GARCÍA MEDINA RUDDY DELBHER	19	EXCELENTE

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 03 de octubre del 2024.


M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Ms. Any Berenice Córdova Chang
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante



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: Elza Aguirre
Título del ejercicio: "FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ...
Título de la entrega: INFORME DE TESIS - BACILIO y GARCIA (1) (1).pdf
Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_-_BACILIO_y_GARCIA_1_1_.pdf
Tamaño del archivo: 1.92M
Total páginas: 151
Total de palabras: 27,913
Total de caracteres: 137,639
Fecha de entrega: 14-oct.-2024 07:30a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2484935048

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



"Formulación y optimización de Pastas Alimenticias enriquecidas con
harinas de papa (*Dosidicus gigas*) y soja (*Glycine max*)"

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial

Autores:

Bach. Bacilio Diestra, David Anthony
Bach. García Medina, Ruddy Delbher

Asesora:

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
DNI. N° 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2024

INFORME DE TESIS - BACILIO y GARCIA (1) (1).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	2 %	0 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	16 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
7	1library.co Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas necesarias todos los días para cumplir todas las metas que me he propuesto.

A mis padres Catalina y José, por siempre darme su apoyo, su esfuerzo y estar incondicionalmente a mi lado en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Cintya y Freddy, por ser mis ejemplos a seguir, por sus consejos y su apoyo en mis proyectos personales y profesionales.

DAVID B.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi soporte diario, porque nunca me dejó solo en este camino y también por brindarme las fuerzas necesarias cada día para cumplir todas las metas que me he propuesto, siempre en tu nombre y en tu honor mi padre amado.

A mis padres Gladys y Ruddy, porque a pesar de las dificultades siempre están para darme su apoyo, sus consejos y estar presentes en cada etapa de mi vida.

A mis abuelos Pedro y María, por haber estado para mí desde mi infancia, dándome sus buenos consejos y que siempre debemos conservar la humildad en todo momento para lograr cada objetivo, siempre te recuerdo con mucho amor y cariño Mamita María.

A mis tíos Héctor, Julio y Enrique, que han sido como mis hermanos, y que siempre estuvieron en los buenos y malos momentos de mi vida, apoyándome en cada decisión que he tomado.

RUDDY G.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por brindarnos salud y sabiduría para poder culminar este trabajo de investigación, para continuar hacia adelante y así poder cumplir con nuestras metas y objetivos propuestos.

A nuestros padres que estuvieron apoyándonos cada momento durante toda nuestra etapa universitaria y confiar siempre en nosotros.

Un agradecimiento y mención especial a nuestra asesora Dra. Elza Aguirre Vargas por todo el tiempo invertido en darnos su apoyo y consejos en la elaboración de nuestro proyecto.

A los docentes de la E.A.P Ingeniería Agroindustrial, por guiarnos y brindarnos sus enseñanzas a lo largo de nuestra carrera profesional.

A los Ingenieros Jhon Gonzales, Korey Barrios, Lenin Palacios, William Rodriguez y Pedro Ayala, quienes contribuyeron con este trabajo de investigación brindando su apoyo, así como la disposición de su tiempo.

Y en general a todas las personas que de alguna forma contribuyeron a la culminación de nuestro proyecto de investigación.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	17
II.	MARCO TEÓRICO	19
2.1.	Soja	19
2.1.1.	Generalidades	19
2.1.2.	Características fisicoquímicas y nutricionales de la soja.....	20
2.1.3.	Harina de soja	22
2.2.	Pota	22
2.2.1.	Generalidades	22
2.2.2.	Características fisicoquímicas y nutricionales de la pota	23
2.2.3.	Harina de pota.....	24
2.3.	Trigo.....	26
2.3.1.	Generalidades	26
2.3.2.	Composición nutricional del trigo	27
2.3.3.	Harina de trigo	27
2.4.	Pasta alimenticia	28
2.4.1.	Clasificación de pastas alimenticias	29
2.5.	Composición química y nutricional de la pasta	31
III.	MATERIALES Y METODOS.....	32
3.1.	Lugar de ejecución.....	32
3.2.	Materiales y equipos	32

3.2.1.	Materia prima	32
3.2.2.	Insumos.....	33
3.2.3.	Equipos, materiales y reactivos	33
3.3.	Metodología.....	36
3.3.1.	Descripción de los procesos para la obtención de harina de pota	36
3.3.2.	Descripción de los procesos para la obtención de harina de soja.....	39
3.3.3.	Descripción de los procesos para la producción de pastas alimenticias...	41
3.3.4.	Método para la evaluación de la composición química proximal de las harinas... ..	43
3.3.5.	Diseño experimental	44
3.3.6.	Análisis sensorial de las pastas alimenticias	45
3.3.7.	Elección de la formulación optima.....	46
3.3.8.	Caracterización de la composición química proximal de la formulación optima.....	46
3.3.9.	Caracterización de los parámetros tecnológicos de la pasta alimenticia optima.....	47
3.3.10.	Determinación de vida útil de la formulación optima	48
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1.	Composición química proximal de las harinas de trigo, pota y soja	49
4.1.1.	Harina de trigo	49
4.1.2.	Harina de pota.....	51
4.1.3.	Harina de soja.....	53

4.2.	Computo químico	56
4.3.	Evaluación sensorial	58
4.3.1.	Evaluación del atributo sensorial olor	58
4.3.2.	Análisis de varianza para el atributo olor de la pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota	60
4.3.3.	Optimización del olor en las pastas alimenticias.....	64
4.3.4.	Evaluación del atributo sensorial color	64
4.3.5.	Análisis de varianza para el atributo color de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota	66
4.3.6.	Evaluación del atributo sensorial sabor	67
4.3.7.	Análisis de varianza para el atributo sabor de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota	68
4.3.8.	Optimización del sabor en las pastas alimenticias	72
4.3.9.	Evaluación del atributo sensorial textura.....	72
4.3.10.	Optimización de la textura en las pastas alimenticias	77
4.3.11.	Evaluación de la intención de compra	78
4.3.12.	Análisis de varianza para la intención de compra de la pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota	79
4.3.13.	Optimización de la intención de compra en las pastas alimenticias.....	83
4.4.	Elección de la formulación óptima	84
4.5.	Composición química proximal de la formulación óptima	85
4.6.	Características tecnológicas de la pasta óptima	88

4.6.1.	Tiempo de cocción.....	88
4.6.2.	Color instrumental de la pasta óptima	89
4.6.3.	Textura instrumental de la pasta óptima.....	90
4.7.	Determinación de la vida útil de la pasta optima y pasta control	92
4.7.1.	Determinación de la vida útil por evaluación sensorial.....	92
4.7.2.	Determinación de vida útil por análisis fisicoquímico	97
V.	CONCLUSIONES	101
VI.	RECOMENDACIONES	102
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	103
VIII.	ANEXOS.....	111

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Composición físico-químico de la soja (g/100g de muestra).	21
Tabla 02. Composición fisicoquímica (g/100g de muestra) de la harina de soja desgrasada.	22
Tabla 03. Composición fisicoquímica (g/100g de muestra) de pota.	24
Tabla 04. Composición nutricional de la harina de pota.	25
Tabla 05. Contenido de aminoácidos en el manto de pota.	25
Tabla 06. Composición nutricional grano de trigo (g/100 g de muestra).	27
Tabla 07. Composición nutricional de la harina de trigo (g/100 g de peso seco).	28
Tabla 08. Composición fisicoquímica de pasta seca (g/100g de muestra).	31
Tabla 09. Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales, 4 ensayos en condiciones factoriales y 3 repeticiones en el punto central.	45
Tabla 10. Valores codificados y reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2^2	45
Tabla 11. Composición química proximal de la harina de trigo (100 gr, en base seca).	49
Tabla 12. Composición química proximal de la harina de pota (100 gr, en base seca).	51
Tabla 13. Composición química proximal de la harina de soja (100 gr, en base seca).	54
Tabla 14. Cómputo Químico de las Formulaciones del Planteamiento Experimental para las Harinas de Harina de Trigo, Pota y Soja.	57
Tabla 15. Puntuaciones para el atributo sensorial olor de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.	59
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable dependiente olor.	60
Tabla 17. Coeficientes de regresión para el atributo olor de las pastas alimenticias.	62
Tabla 18. Valores bajo, alto y óptimo para el olor de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota.	64

Tabla 19. Puntuaciones para el atributo sensorial color de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.	65
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable dependiente color.....	66
Tabla 21. Puntuaciones para el atributo sensorial sabor de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.	67
Tabla 22. Análisis de varianza para la variable dependiente sabor.	68
Tabla 23. Coeficientes de regresión para el atributo sabor de las pastas alimenticias ..	70
Tabla 24. Valores bajo, alto y óptimo para el sabor de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota.	72
Tabla 25. Puntuaciones para el atributo sensorial textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.	73
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable dependiente textura.....	74
Tabla 27. Coeficientes de regresión para el atributo textura de las pastas alimenticias	75
Tabla 28. Valores bajo, alto y óptimo para la textura de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota	78
Tabla 29. Puntuaciones para la intención de compra de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.....	78
Tabla 30. Análisis de varianza para la variable dependiente intención de compra	80
Tabla 31. Coeficientes de regresión para la intención de compra de las pastas alimenticias	81
Tabla 32. Valores bajo, alto y óptimo para la intención de compra de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota.	83
Tabla 33. Composición química proximal de la pasta óptima y pasta control.	86
Tabla 34. Tiempo de cocción de la pasta óptima y la pasta control.	88

Tabla 35. Valores de a^* , b^* y L^* obtenidos en la evaluación de color para la pasta óptima y la pasta control	89
Tabla 36. Resultados obtenidos de la textura instrumental de la pasta óptima y la pasta control	91
Tabla 37. % Humedad de la pasta óptima y control durante 45 días de almacenamiento.	97
Tabla 38. % Acidez de la pasta óptima y control durante 45 días de almacenamiento.	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. <i>Diagrama de flujo para la obtención de la harina de pota.</i>	38
Figura 02. <i>Diagrama de flujo para la obtención de harina de soja.</i>	40
Figura 03. <i>Diagrama de flujo para la producción de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja</i>	43
Figura 04. <i>Diagrama de Pareto para el atributo olor de las pastas alimenticias</i>	61
Figura 05. <i>Gráfica de superficie de respuesta del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	63
Figura 06. <i>Gráfica de contorno del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	63
Figura 07. <i>Diagrama de Pareto para el atributo sabor de las pastas alimenticias</i>	69
Figura 08. <i>Gráfica de superficie de respuesta del SABOR de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	71
Figura 09. <i>Gráfica de contorno del SABOR de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	71
Figura 10. <i>Diagrama de Pareto para el atributo textura de las pastas alimenticias</i>	75
Figura 11. <i>Gráfica de superficie de respuesta del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	76
Figura 12. <i>Gráfica de contorno de la TEXTURA de las formulaciones de pastas alimenticias</i>	77
Figura 13. <i>Diagrama de Pareto para la intención de compra de las pastas alimenticias</i>	80
Figura 14. <i>Gráfica de superficie de respuesta de la INTENCIÓN DE COMPRA de las formulaciones de pastas alimenticias.</i>	82

Figura 15. <i>Gráfica de contorno de la INTENCIÓN DE COMPRA de las formulaciones de pastas alimenticias.....</i>	82
Figura 16. <i>Gráfica deseabilidad de pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota</i>	84
Figura 17. <i>Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial olor, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.</i>	93
Figura 18. <i>Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial sabor, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.</i>	94
Figura 19. <i>Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial color, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.</i>	95
Figura 20. <i>Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial textura, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente</i>	96
Figura 21. <i>Variación del % de Humedad de la pasta óptima y control durante el tiempo de almacenamiento.</i>	98
Figura 22. <i>Variación del % de Acidez de la pasta óptima y control durante el tiempo de almacenamiento.....</i>	100

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Balance de materia en el proceso de obtención de harina de pota.....	111
Anexo 02. <i>Balance de materia en el proceso de obtención de harina de soja.</i>	112
Anexo 03. <i>Proceso de obtención de la harina de pota</i>	113
Anexo 04. <i>Proceso de obtención de harina de soja.</i>	115
Anexo 05. <i>Proceso de elaboración de las pastas alimenticias.</i>	117
Anexo 06. <i>Determinación de humedad (Método de la estufa), para las harinas y pastas.</i>	119
Anexo 07. <i>Determinación del contenido de cenizas para las harinas y pastas.</i>	120
Anexo 08. <i>Determinación de colorimetría en pastas alimenticias</i>	122
Anexo 09. <i>Determinación de la textura instrumental en pastas</i>	123
Anexo 10. <i>Determinación de acidez en pastas alimenticias (según NTP 206.013:1981)</i>	124
Anexo 11. <i>Computo químico de las formulaciones.</i>	126
Anexo 12. <i>Determinación de la vida útil</i>	127
Anexo 13. <i>Determinación de proteína, grasa y fibra de la formulación óptima</i>	147
Anexo 14. <i>Determinación de proteína, grasa y fibra de la harina de pota</i>	148
Anexo 15. <i>Determinación de proteína, grasa y fibra a la harina de soja</i>	149
Anexo 16. <i>Análisis sensorial de las pastas alimenticias</i>	150
Anexo 17. <i>Ficha de análisis sensorial</i>	151

RESUMEN

En los últimos años la tendencia por los consumidores a consumir alimentos saludables y enriquecidos ha ido aumentando, por lo que buscan productos que ofrezcan un alto valor nutricional o que les proporcionen los nutrientes esenciales para su rutina diaria. Esta presente investigación tiene como objetivo determinar la formulación óptima de una pasta alimenticia enriquecida con harinas de papa y soja, con características fisicoquímicas y organolépticas aceptables. Para esto se utilizó un Diseño Central Compuesto Rotacional DCCR 2², considerando a la harina de papa y la harina de soja como variables independientes, obteniendo así 11 formulaciones.

Las 11 formulaciones fueron sometidas a una evaluación sensorial realizada por 30 panelistas semientrenados, empleando una escala hedónica de 9 puntos, obteniendo así como formulaciones óptimas los puntos centrales del DCCR 2²: F9, F10 y F11 (4.5% harina de papa, 10.5% harina de soja y 80% harina de trigo) las cuales obtuvieron valores entre 7 y 8 dentro la escala hedónica (7= Me gusta moderadamente y 8= Me gusta mucho). En cuanto al cómputo químico de las pastas enriquecidas con harinas de papa y soja, obtuvieron un porcentaje mayor al 100%, en cuanto al aminoácido lisina, éste sobrepasa el 70% recomendado por la FAO/OMS.

La composición química proximal de la pasta óptima que se obtuvo fue: Humedad ($8.305 \pm 0.68\%$), Proteína ($22.33 \pm 0.32\%$), fibra ($1.16 \pm 0.04\%$), ceniza ($0.855 \pm 0.05\%$), grasa ($2.92 \pm 0.14\%$) y carbohidratos ($64.43 \pm 1.24\%$). Así mismo se demostró que la pasta óptima cuenta con características tecnológicas aceptables como tiempo de cocción (12 minutos), textura (0.33mJ), luminosidad (59.89), cromaticidad (18.32), ángulo de tonalidad (77.47) y tiene un tiempo de vida útil de 39 días.

Palabras clave: pasta optima, harina de soja, harina de papa, proteína.

ABSTRACT

In recent years, consumer trends have shifted toward healthier and more enriched foods. Therefore, they look for products that offer high nutritional value or that provide them with essential nutrients for their daily routine. The present study aims to determine the optimal formulation of a pasta enriched with squid (pota) and soy flour, while maintaining acceptable physicochemical and sensory properties. The researchers employed a Central Composite Rotatable Design with 11 formulations, considering squid flour and soy flour as independent variables, thus obtaining 11 formulations.

The 11 formulations were subjected to a sensory evaluation carried out by 30 semi-trained panelists, employing a 9-point hedonic scale, thus obtaining the central points of the DCCR as optimal treatments: F9, F10 and F11 (4.5% squid flour, 10.5% soy and 80% wheat flour) which obtained values between 7 and 8 on the hedonic scale (7 = I like it moderately and 8 = I like it a lot).

Regarding the chemical calculation of the pastas enriched with squid flour and soybean, they obtained a percentage greater than 100%, as for the amino acid lysine, this exceeds the 70% recommended by the FAO/WHO.

The proximal chemical composition of the optimal paste that was obtained was: Moisture ($8.305 \pm 0.68\%$), Protein ($22.33 \pm 0.32\%$), fiber ($1.16 \pm 0.04\%$), ash ($0.855 \pm 0.05\%$), fat ($2.92 \pm 0.14\%$) and carbohydrates ($64.43 \pm 1.24\%$). Likewise, it was demonstrated that the optimal pasta has acceptable technological characteristics such as cooking time (11 minutes), texture (0.33mJ), luminosity (59.89), chromaticity (18.32) and hue angle (77.47) and has a useful life of 39 days.

Keywords: Optima pasta, soy flour, squid flour, protein.

I. INTRODUCCIÓN

La falta de nutrientes en los distintos alimentos procesados que son parte de la dieta de muchas personas en el mundo, forma gran parte del problema de desnutrición y obesidad, problema que ha ido aumentando con el avanzar de los años, debido al gran aumento del consumo de productos con altas cantidades de azúcar y grasas saturadas.

Gran parte de la población en Perú no sigue una dieta equilibrada que proporcione los nutrientes requeridos y necesarios. Esto se debe a los hábitos de consumo, la disponibilidad de alimentos y la falta de conocimiento sobre los valores nutricionales. Por esta razón, existen diversas organizaciones que se dedican a abordar el problema de la alimentación, ya que esto afecta a variedad de personas y las vuelve más susceptibles a enfermedades e infecciones debido a deficiencias en su nutrición (Carvalho-Barreto *et al.*, 2016).

La pasta es un producto que tiene una gran aceptación dentro a la población peruana debido a su cómodo precio, la facilidad en su preparación y almacenamiento. El consumo per cápita de pasta en el Perú alcanza hasta 47 kg, lo que significa que cada persona consume aproximadamente 3.9 kg de pasta al mes (INEI, 2009). Sin embargo, la calidad nutricional de la pasta convencional es limitada, debido a que, sólo está hecha a base de trigo, En este contexto, la elaboración de pasta a partir de harinas de soja y pota emerge como una propuesta innovadora, resaltando el contenido de proteína proporcionadas por las harinas de pota y soja.

La pota es una fuente valiosa de proteínas con un contenido superior al 85%. Además, contiene ácidos grasos Omega-3 beneficiosos para la salud cardiovascular y cerebral. Su estabilidad y versatilidad la hacen adecuada para diversos productos alimenticios. La industrialización de la pota como harina contribuye al

aprovechamiento integral de este recurso y al bienestar de los pescadores artesanales (Roldán, 2008).

Por otra parte, los productos derivados de la soja son ampliamente consumidos a nivel mundial debido a sus notables beneficios. Entre ellos se incluyen su capacidad para tratar enfermedades cardiovasculares, su acción antiinflamatoria, su potencial anticancerígeno y su efecto antioxidante (Sijia Lu *et al.*, 2017). La soja es la única legumbre que proporciona los nueve aminoácidos esenciales en la proporción adecuada para la salud humana. Por lo tanto, su proteína se considera completa y de alta calidad. Además, la soja es una excelente fuente de fósforo, potasio, vitaminas del Grupo B, zinc, hierro y vitamina E (Nimbe, 2018).

En la actualidad, las personas enfocan su preocupación por su salud y bienestar. Por lo tanto, buscan productos que ofrezcan un alto valor nutricional o que les proporcionen los nutrientes esenciales para su rutina diaria. Las pastas o fideos están hechas generalmente a partir de harina de trigo, el cual tiene una cantidad limitada de proteínas debido a que está compuesta mayormente de harina de trigo. Con la adición parcial de las harinas de pota y soja se busca enriquecer los niveles de proteína además de aportar un mayor valor nutricional.

Los estudios que guardan relación con este proyecto facilitan la propuesta de la hipótesis de que la pasta alimenticia elaborado a partir de la sustitución parcial de harina de soja al 15.4% y harina de pota con 4.5% presentará una mejor aceptabilidad sensorial por parte de los panelistas con un puntaje de 8 puntos en la escala hedónica establecida, y también presentará características fisicoquímicas y tecnológicas adecuadas para ser la formulación óptima.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar la formulación óptima de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota (*Dosidicus gigas*) y soja (*Glycine max*).

Para cumplir con este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos, obtener las harinas de soja y pota y caracterizar su composición química proximal (humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra y carbohidratos), evaluar la aceptabilidad sensorial (olor, color, sabor y textura) de las formulaciones de las pastas alimenticias para determinar la formulación óptima, evaluar su composición química proximal de la formulación óptima, evaluar las características tecnológicas (textura, color, tiempo de cocción) y determinar la vida útil de la formulación óptima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Soja

2.1.1. Generalidades

La soja, conocida científicamente como *Glycine max*, es una legumbre ampliamente consumida y uno de los cultivos más relevantes desde el punto de vista económico a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de soja en el año 2018 alcanzó 348.7 millones de toneladas. Los cuatro principales productores de soja fueron: Estados Unidos (123,7 millones de toneladas), Brasil (117,9 millones de toneladas), Argentina (37,8 millones de toneladas) y China (14,2 millones de toneladas) (FAOSTAT, 2018).

La soja tiene una forma similar a la de las lentejas y se desarrolla en vainas. Los granos que se producen son la base para una variedad de productos, entre los que resaltan el aceite de soja, el extracto hidrosoluble y la harina de soja. Estos

ingredientes son fundamentales en la creación de alimentos innovadores como el tamari, miso, tofu, pastas y bizcochos (García & Ortega, 2015).

La soja es un alimento muy valioso debido a su alto contenido de proteínas y aceite lo que le brinda una gran variedad de usos, como en la elaboración de cosméticos, comida para animales, y distintos productos para consumo humano (Sijia Lu *et al.*, 2017).

El consumo de soya aumenta debido a su uso en productos como fórmulas infantiles y quesos vegetarianos, así como su empleo como sustituto en productos cárnicos. Esto ha llevado a un incremento global en su consumo del 5 al 6% en la última década y media. La investigación continúa para comprender completamente los impactos, tanto beneficiosos como adversos, asociados a su ingesta (Toler, 2019).

2.1.2. Características fisicoquímicas y nutricionales de la soja

La soja, al igual que otras leguminosas, destaca por su alto contenido proteico y es también una fuente significativa de grasas poliinsaturadas. Por estas características, la FAO la ha clasificado como una semilla oleaginosa principalmente utilizada para la extracción de aceite (Villa, 2021).

La soja ofrece varios beneficios para la salud. Consumir 25 gramos de su proteína diariamente puede contribuir a disminuir el riesgo de enfermedades cardíacas al reducir el colesterol. Además, las isoflavonas presentes en la soja podrían prevenir ciertos tipos de cáncer hormonal. También, debido a que la soja puede actuar de manera similar al estrógeno, puede ser útil durante la menopausia para manejar los cambios hormonales (Villa, 2021).

Los granos de soja contienen una abundancia de isoflavonas y otros polifenoles que previamente se han relacionado con diversas actividades biológicas debido a

sus propiedades antioxidantes. Por lo tanto, la soja se ha propuesto como una excelente alternativa para disminuir la incidencia de enfermedades no transmisibles (ENT), incluyendo el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Isanga & Zhang, 2008).

Los productos que son elaborados a base de soja son muy consumidos en todo el mundo, debido a que cuenta con múltiples beneficios, como, por ejemplo: tratamiento de enfermedad cardiovascular, antiinflamatoria, anticancerígena y antioxidante (Liu & Li, 2017).

Adicionalmente, los antioxidantes tienen la capacidad de llevar a cabo la oxidación gradual de lípidos, que es un proceso crítico en la industria alimentaria. Por lo tanto, poseen relevancia significativa en aplicaciones industriales, ya que pueden preservar el contenido nutricional, el sabor y la textura de los alimentos (Nikoo *et al.*, 2018).

En el Tabla 01 podemos ver la composición fisicoquímica en base a 100 gramos del grano de soja.

Tabla 01.

Composición físico-químico de la soja (g/100g de muestra).

Composición Nutricional	Contenido (%)
Humedad	6.5
Carbohidratos	30
Proteínas	34
Grasa	20
Fibra	5.2
Cenizas	4.3

Fuente: Reyes *et al.* (2017)

2.1.3. Harina de soja

La harina de soja se produce a partir de las hojuelas de soja desgrasadas ligeramente tostadas; las hojuelas de soja son lo que queda en el proceso después de que se ha triturado el grano de soja para la producción de aceite. Dado que contiene muy poco almidón, se emplea en la elaboración de productos dietéticos. Su abundancia de proteínas la convierte en una excelente opción para las dietas humanas. Además, se emplea para aumentar el contenido proteico en diversas preparaciones alimenticias (Silva, 2016).

La proteína de la harina de soja, gracias a sus propiedades versátiles y su alto valor nutricional, encuentra aplicaciones en la elaboración de diversos productos comerciales, como helados, cereales, panificación y otros.

Tabla 02.

Composición fisicoquímica (g/100g de muestra) de la harina de soja desgrasada.

Composición Nutricional	Contenido (%)
Humedad	5,0
Proteínas	53,0
Grasa	1,0
Fibra cruda	2,9
Cenizas	6,0
Carbohidratos	32.1

Fuente: Badui (2017)

2.2. Pota

2.2.1. Generalidades

El calamar gigante, conocido científicamente como “*Dosidicus gigas*”, representa uno de los activos más importantes entre los cefalópodos que habitan en las aguas abiertas del sureste del Pacífico. Debido a su presencia copiosa, se ha establecido

una intensa actividad comercial en torno a su captura en las zonas costeras peruanas (Ibañez *et al.*, 2016).

La pota, un cefalópodo marino, migra hacia las áreas costeras en busca de alimento y para reproducirse. Se caracteriza por su tolerancia a un rango de temperaturas que varía entre los 16 y los 30 grados Celsius en zonas ecuatoriales, lo que la clasifica como una especie con gran adaptabilidad térmica (Ibañez *et al.*, 2016).

El calamar gigante pertenece a la familia Ommastrephidae, y el género *Dosidicus*, es endémico del Océano Pacífico Oriental. Esta especie se alimenta principalmente de cefalópodos, y en menor proporción de peces, crustáceos y otros. Entre los peces resaltan anchoveta, merluza y jurel, pero en bajas proporciones en los diferentes índices tróficos (Ibañez *et al.*, 2016).

El tubo de la pota, también conocido como manto, es una estructura cilíndrica que rodea y salvaguarda los órganos vitales. Esta parte es esencial para el consumo humano y se utiliza ampliamente en la gastronomía, ya sea en recetas culinarias tradicionales, alimentos precocidos, congelados, procesados o en diversas formas derivadas (Markaida, 2006).

2.2.2. Características fisicoquímicas y nutricionales de la pota

La pota es un alimento de gran valía debido a sus propiedades nutritivas. Destaca por su alto contenido proteico, que incluye aminoácidos esenciales, así como ácidos grasos ricos en omega 3 y 6. Además, su aporte calórico es bajo debido a su baja contribución de grasas lo que la convierte en una excelente opción para una dieta saludable (Córdova, 2016).

Adicionalmente, la pota contiene vitaminas del complejo B, las cuales son esenciales para el correcto funcionamiento del metabolismo, el buen mantenimiento del sistema nervioso central, el aparato digestivo y la piel.

Asimismo, presenta minerales como el fósforo, potasio y magnesio, los cuales representan un papel crucial en la formación de huesos y dientes (Córdova, 2016). La composición química de la pota varía según factores como el tamaño, sexo, alimentación, ubicación y época de captura. En términos de su contenido, es rica en proteínas y baja en grasas. Además, contiene vitaminas como la B3 y B12. Entre sus minerales más abundantes se encuentran el fósforo, potasio, sodio y magnesio (Armenta, 2006).

Tabla 03.

Composición fisicoquímica (g/100g de muestra) de pota.

Componente	Reyes <i>et al.</i> , (2017)	Ibarra <i>et al.</i> , (2006)	Rosas (2007)
Humedad (g)	78,1	85.32	83.78
Grasa total (g)	1,1	0.48	0.43
Proteínas (g)	16	11.5	14.3
Carbohidratos (g)	3,1	1.86	0.1
Cenizas (g)	1,7	0.92	1.13
Calcio (mg)	9	-	-
Fósforo (mg)	180	-	-
Zinc (mg)	1,53	-	-
Hierro (mg)	0,08	-	-

Fuente: Reyes *et al.* (2017), Ibarra (2006), Rosas (2007).

2.2.3. Harina de pota

La pesca comercial de la pota en Perú viene desarrollándose desde 1991, principalmente en su presentación congelado y exportado al mercado asiático. En la Universidad Agraria la Molina, la elaboración de harina de pota se realiza desde el 2001, esta harina denominada Concentrado de Proteína (CPP)-La molina ha venido siendo utilizada para enriquecer distintos productos de consumo humano directo (Roldán & Lazo, 2009).

Según el estudio de Córdova (2016), se desarrolló una tecnología sencilla y de bajo costo para obtener harina de pota (*Dosidicus gigas*) pre cocida destinada al consumo humano. Esta harina se obtiene utilizando solo el manto o tubo sin la primera piel. El producto resultante presenta buenas características sensoriales y nutricionales, lo que lo convierte en un excelente insumo para la elaboración de alimentos enriquecidos. Su principal aporte es proteína de origen animal, además de ácidos grasos ricos en omega 3 y 6.

Tabla 04.

Composición nutricional de la harina de pota en (g/100g de muestra).

Componente	Composición nutricional (%)
Humedad	13,1
Carbohidratos	-
Proteínas	76,8
Grasa	1,3
Cenizas	8,8

Fuente: Castañeda & Ordinola (2018)

La modificación de las interacciones entre las moléculas de proteínas se ha aplicado para crear texturas deseadas en los alimentos. Esto es relevante en áreas industriales como el diseño, la optimización y el desarrollo de productos alimenticios (Isanga & Zhang, 2008).

La pota es rica en todos los aminoácidos esenciales necesarios para el organismo, lo que realza su valor nutricional. En la tabla 05 se detalla los aminoácidos esenciales.

Tabla 05.

Contenido de aminoácidos en el manto de pata.

Aminoácidos	mg/g de proteína
Isoleucina	56.0
Leucina	92.2
Metionina + Cistina	82.4
Lisina	92.2
Fenilalanina + Tirosina	44.3
Treonina	47.8
Triptófano	11.0
Valina	50.2
Histidina	24.5

Fuente: Roldán & Lazo (2009)

2.3. Trigo

2.3.1. Generalidades

El trigo, un cereal que crece de forma natural, se clasifica dentro del género botánico *Triticum*, perteneciente a la tribu *Triticeae*, subfamilia *Poideae* y la amplia familia de las gramíneas. Como miembro de las gramíneas, el trigo se desarrolla a partir de una semilla única que se alarga hacia arriba, formando una espiga llena de granos ovalados, cada uno protegido por una capa externa conocida como salvado (FAOSTAT, 2021).

El trigo posee un grano distintivo, con extremos redondeados y una silueta ovalada. Su estructura interna es intrincada, compuesta por múltiples elementos, siendo el germen, el endospermo y el salvado los más notables (Sean & William, 2016).

A nivel mundial, el trigo figura como uno de los principales insumos agrícolas, superado únicamente por el maíz y el arroz, según datos de la FAO del año 2016. Su aplicación más extendida es en la fabricación de distintos tipos de harina y en la industria cervecera, entre otros. Basándose en su contenido proteico, el trigo se

categoriza en tres variantes: el trigo duro y el semi-duro, que son preferidos para la elaboración de panes, y el trigo blando, que se utiliza comúnmente en la repostería (Moreno, 2020).

2.3.2. Composición nutricional del trigo

Los nutrientes del trigo difieren según la parte específica del grano. El salvado es notable por su alto contenido de fibra insoluble, una porción de fibra soluble, minerales y antioxidantes. Por otro lado, el endospermo es rico en nutrientes esenciales, incluyendo minerales y vitaminas del complejo B (Sean & William, 2016).

El trigo destaca por su considerable contribución de carbohidratos, fibra y minerales como magnesio, zinc, fósforo, selenio, así como vitaminas B y E. Además, en comparación con otros cereales, ofrece una mayor cantidad de energía, proteínas y carbohidratos (Kumar *et al.*, 2011).

Tabla 06.

Valor nutricional del grano de trigo (g/100 g de muestra).

Nutrientes	Valor nutricional (%)
Humedad (%)	11.6
Proteína (%)	10.3
Fibra dietética (%)	12.2
Ceniza (%)	1.5
Grasa (%)	1.9
Carbohidratos (%)	62.5

Fuente: Reyes, *et al.* (2017)

2.3.3. Harina de trigo

Esta harina emerge como un derivado del trigo, desempeñando un papel esencial y adaptable en la creación de una variedad de productos alimentarios y de panadería. No obstante, para producir la harina, el trigo debe someterse a un

proceso de transformación que implica la eliminación de la aleurona y el embrión durante la etapa de salvado, con el objetivo de aislar el endospermo para su posterior molienda y conversión en harina de trigo (Latunde Dada *et al.*, 2019)

Existen tres tipos principales de harina derivados de este proceso: la harina refinada, que se hace moliendo únicamente el endospermo; la harina marrón, que se obtiene al moler el germen o el endospermo junto con otras partes del grano; y la harina de germen, que se compone principalmente del germen y el endospermo, excluyendo el salvado (CANIMOLT, 2016).

Tabla 07.

Composición nutricional de la harina de trigo (g/100 g de muestra).

Nutrientes	Valor nutricional
Humedad (%)	10.5
Proteína (%)	10.4
Fibra dietética (%)	2.7
Ceniza (%)	0.4
Grasa (%)	2.0
Carbohidratos (%)	74.0

Fuente: Reyes *et al.* (2017)

2.4. Pasta alimenticia

La pasta se obtiene mediante la mezcla y amasado de derivados del trigo (como la sémola o semolina) y agua, sin añadir sal ni levadura. Además, puede contener ingredientes adicionales como huevos, vegetales deshidratados (como espinaca o tomate para darle color), salvado (para pastas integrales) y otros productos que enriquecen su valor nutricional y mejoran sus características (Gil, 2010).

La diversidad de la pasta se organiza en distintas categorías, y como señala Gastrolab (2021), generalmente se clasifican en dos grandes grupos: las pastas cortas y las pastas largas. Las primeras incluyen variedades como el fusilli, coditos, fideos,

macarrones y farfalle, que se caracterizan por su menor tamaño. Por otro lado, las pastas largas, como el espagueti, tallarines y fettuccini, se distinguen por su mayor longitud.

Gastrolab (2021) destaca que el espagueti es emblemático de la cocina italiana, reconocido por su forma alargada y redonda, y comúnmente servido con salsa boloñesa. Por otro lado, los tallarines se distinguen por no ser redondos sino más bien planos y anchos. En cuanto al fettuccine, a menudo se confunde con los tallarines debido a su nombre, pero se diferencia en su forma, siendo una pasta plana y alargada de aproximadamente 6 mm de ancho. Esta variedad es particularmente versátil, ya que se puede combinar con una amplia gama de ingredientes y salsas como mantequilla, tomate, pesto y arrabiata.

2.4.1. Clasificación de pastas alimenticias

La NTP 206.010:2016, publicada por el INACAL en 2016, establece una clasificación para los fideos que se organiza de la siguiente forma.

2.4.1.1. Según su contenido de humedad

Pasta o fideo seco, se define como aquel que tiene un contenido de humedad de hasta 14g por cada 100g.

Pasta o fideo fresco, es aquel que posee un contenido de humedad de hasta 35g por cada 100g.

2.4.1.2. Según el proceso de fabricación

Pasta o fideo tipo Nápoles, se refiere a aquellos que se fabrican a través de un proceso de moldeado, utilizando boquillas que les dan formas variadas.

Pasta o fideo tipo Bologna, se produce mediante un proceso de laminado.

2.4.1.3. Según su composición

Pasta o fideo de trigo, se caracteriza por tener como ingredientes fundamentales la harina de trigo y/o la sémola de trigo.

Pasta o fideo compuesto, es aquella que incluye en su composición una variedad de legumbres, otros cereales o granos andinos, gluten, huevos, lácteos, verduras, o adicionales nutricionales como vitaminas y minerales, más allá de los requerimientos de la autoridad competente, con el objetivo de potenciar sus propiedades nutricionales y dietéticas.

2.4.1.4. Según su forma

Pasta o fideo rosca y nido, consiste en fideos largos enrollados en forma de madejas.

Pasta o fideo largo, puede ser del tipo Nápoles o Bologna, con una variedad de tamaños y formas, pudiendo ser huecos o sólidos, y con secciones que pueden ser redondas, ovaladas, rectangulares, entre otras, siendo su longitud la característica principal.

Pasta o fideo cortado, también del tipo Nápoles o Bologna, estos son de tamaño y forma variable, pero sin una dimensión definida y son más pequeños que los fideos largos.

Pasta o fideo pastina es un tipo de fideo Nápoles que se distingue por su pequeño tamaño.

2.4.1.5. Según su presentación

Pasta a granel

Pasta envasada

2.5. Composición química y nutricional de la pasta

El INTA en 2009 resaltó la diversidad y la importancia de los beneficios nutricionales de la pasta, los cuales son reconocidos y recomendados por diversas entidades médicas y científicas. Los fideos, en particular, son sugeridos para personas con sobrepeso ya que su volumen se expande al cocinarse, lo que contribuye a una mayor sensación de llenura. Por ser una excelente fuente de carbohidratos complejos y proporcionar una cantidad moderada de proteínas, la pasta es ideal para dietas enfocadas en prevenir la arterioesclerosis y enfermedades del corazón. En la tabla 08 se detalla la composición fisicoquímica de la pasta seca hecha a base de harina de trigo.

Tabla 08.

Composición fisicoquímica de pasta seca (g/100g de muestra).

Nutrientes	Valor nutricional
Humedad (%)	7.9
Proteína (%)	11.5
Fibra (%)	7.7
Ceniza (%)	2.0
Grasa (%)	5.9
Carbohidratos (%)	65.0

Fuente: Varela *et al.* (2019)

La pasta proporciona carbohidratos complejos, incluyendo almidón que libera energía lentamente, y fibra, crucial para el tránsito digestivo y la eliminación de desechos, según el INTA en 2009. Además, contiene proteínas esenciales para el crecimiento y reparación de tejidos, con aminoácidos esenciales que representan del 6 al 8% de la dieta, aunque carece de lisina y a veces treonina. Esto subraya su rol en dietas vegetarianas, ya que, al combinarla con vegetales, se obtiene un perfil completo de aminoácidos esenciales.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación tuvo como lugares los siguientes ambientes de ejecución.

- Instituto de Investigación Tecnológica agroindustrial (IITA) de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Control de Calidad, ubicado en el IITA.
- Planta Piloto Agroindustrial, de la E. A. P. Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales, de la Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial – UNS.
- Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales (COLECBI S.A.C.)

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

- Harina de trigo

Se adquirió 20 kg de harina de trigo de la marca “Molitalia”, el cual fue obtenido del supermercado “Plaza Vea”, ubicado en Nuevo Chimbote.

- Granos de soja

Se adquirió 10 kg de granos de soja, estas fueron obtenidas del Mercado Mayorista “La Perla” ubicado en la ciudad de Chimbote.

- Pota

Se adquirió 25 kg de manto de pota fresca, esta fue obtenida del muelle artesanal de Chimbote.

3.2.2. Insumos

Para la elaboración de las pastas se utilizaron los siguientes insumos, los cuales se obtuvieron del mercado mayorista “La Perla”, ubicado en la ciudad de Chimbote.

- Agua
- Huevos

3.2.3. Equipos, materiales y reactivos

3.2.3.1. Equipos para la obtención de las harinas

- Secador de bandejas. (Marca: Torh, Modelo: SBT-10X10)
- Estufa (Marca: Poleko, Modelo: SW-17TC)
- Módulo de molienda y tamizado. (Marca: Torrh, Modelo: MDNT-60XL)
- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS G. Modelo: LX320A. País: Suiza
- Equipo extractor de aceite de alimentos (EXPELLER-PRENSA EN FRIO)
- Cocina a gas, FADIC.
- Tamiz. Marca: Torrh, Jarcon del Perú S.R.L. País: Junín

3.2.3.2. Materiales para la obtención de harinas

- Recipientes de plástico
- Bolsas ziploc con cierre hermético de 500 g.
- Cuchillos y ollas (Para la obtención de harina de pota)

3.2.3.3. Equipos para la producción de pastas

- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS G. Modelo: LX320A. País: Suiza
- Máquina para elaboración de pastas (PASTAIA, ITALVISA, MODELO P 2, Proc. Brasil)

3.2.3.4. Materiales para la producción de pastas

- Recipientes de plástico
- Bandejas de plástico
- Cucharas
- Beaker o vaso de precipitado de 1000 mL.
- Bolsas ziploc con cierre hermético de 1000 g.

3.2.3.5. Equipos empleados en la evaluación de las harinas y de la pasta alimenticia

- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS. Modelo: LX320A.
Desviación: 0.01 g. País: Suiza
- Estufa (Marca: POL-EKO, Modelo: SW-17TC)
- Mufla (Marca: THERMOLYNE, Modelo: 34703498)
- Cocina eléctrica Marca: kesen.
- Equipo Soxhlet
- pH-metro (Marca: THERMO SCIENTIFIC, Modelo: ORION STARA211, SINGAPUR)
- Colorímetro digital MINOLTA CR-400T
- Texturómetro (Marca: BROOKFIELD, Modelo: CT3-4500, USA)

3.2.3.6. Materiales para la evaluación de las harinas y la pasta

- Pipeta 1 ml
- Matraz Erlenmeyer 250 ml
- Vaso de precipitado 50 ml, 250 ml y 500 mL
- Desecador
- Termómetro
- Placas Petri

- Papel aluminio
- Papel filtro
- Papel toalla
- Crisoles de porcelana
- Mortero
- Pera de succión
- Pinzas de metal y de madera
- Bolsas ziploc con cierre hermético de 500 g.

3.2.3.7. Reactivos

- Solución de Ácido Sulfúrico 0.1 N
- Agua destilada
- Rojo de Metilo
- Hidróxido de sodio NaOH 0.01N
- Solvente: hexano
- Etanol al 96%.
- NaOH 0.275 N.
- Ácido clorhídrico 0.325 N
- Éter de petróleo.

3.2.3.8. Otros materiales

- De uso personal (Guardapolvo, tocas, guantes quirúrgicos, mascarillas)
- Jarras de plástico de 500 mL y 2 L
- Cuchillos y mesas de acero inoxidable
- Materiales para uso de las pruebas sensoriales (Cabina de degustación, lapiceros, formatos, platos y vasos descartables)

3.3. Metodología

3.3.1. Descripción de los procesos para la obtención de harina de papa

Para la obtención de la harina de papa, se siguió el procedimiento empleado por Braschi, *et al.* (2019), no obstante surgieron algunas modificaciones de acuerdo a nuestro procedimiento experimental.

a. Recepción de la materia prima

Se realizó la compra de 25 de kg de manto de papa fresca en el muelle artesanal de Chimbote, para luego ser llevado hacia la planta piloto agroindustrial, para el traslado a la planta piloto se mantuvo la cadena de frío del manto de papa ($T < 7^{\circ}\text{C}$) con el objetivo de mantener su frescura.

b. Corte y lavado

Se procedió con la eliminación de la piel que cubre el manto de papa, para luego realizar el lavado de la materia prima con el objetivo de eliminar impurezas.

c. Desodorizado

Para este proceso se hizo una inmersión en una solución de vinagre al 30% (vinagre + agua), y se dejó reposar durante 10 h., durante este lapso de tiempo se mantuvo la cadena de frío con el fin de mantener la frescura del producto, este intervalo de tiempo nos bastó para desaparecer el olor característico del manto de papa.

d. Enjuague y acondicionamiento

Una vez que se tuvo la certeza de que el olor ha desaparecido procedimos a enjuagar el manto de papa, para luego acondicionarlo en corte de trozos pequeños.

e. Cocción

Se realizó la cocción del manto de pota a una temperatura de 95°C por un tiempo de 7 minutos, este procedimiento se hizo con el objetivo de detener la actividad enzimática y microbiológica.

f. Prensado

Esta operación se realizó con el objetivo de eliminar el excedente de agua.

g. Secado

Esta operación se realizó en un secador de bandejas a una temperatura de 60°C por un tiempo de 24 h, con el objetivo de disminuir la humedad entre 7-8%.

h. Molienda y tamizado

En esta operación, haciendo uso de un molino industrial de martillos, los trozos pequeños de la materia prima seca, pasaron por un proceso de molienda hasta obtener harina, para posteriormente pasarlo por el proceso de tamizado con el objetivo de que no pase ninguna partícula grande.

i. Envasado

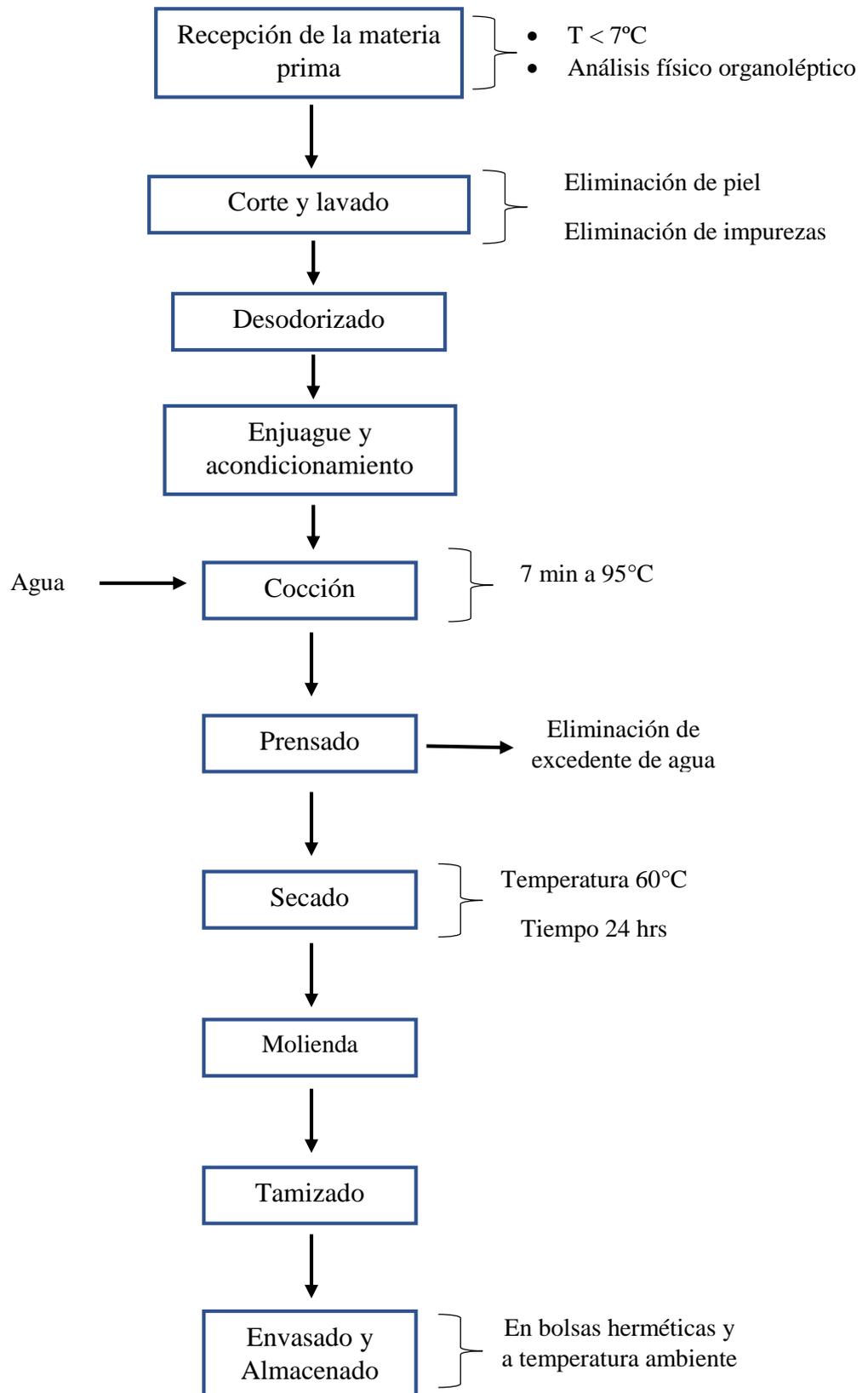
La harina obtenida se envasó en bolsas ziploc con cierre hermético de 500 g.

j. Almacenamiento

Las bolsas con la harina obtenida se almacenaron en un lugar fresco y seco para asegurar su conservación.

Figura 01.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de papa.



3.3.2. Descripción de los procesos para la obtención de harina de soja

Para la obtención de la harina de soja, se siguió el procedimiento empleado por Melina (2015), no obstante surgieron algunas modificaciones de acuerdo a nuestro procedimiento experimental.

a. Recepción de materia prima

Se realizó la compra de 10 kg de granos de soja en el mercado mayorista “La Perla”, ubicada en la ciudad de Chimbote, para luego ser trasladado a la planta piloto agroindustrial de la UNS.

b. Selección y limpieza

En una mesa de acero inoxidable, se realizó la selección de los granos de soja con el objetivo de que no pase ninguna materia extraña, posterior a ello se procedió con la limpieza de las mismas.

c. Desgrasado

Debido al contenido de grasa presente en la soja, se procedió con el proceso de desgrasado, en esta operación hicimos uso del equipo expeller – prensa en frío, en esta etapa, se obtuvo torta y aceite de soja, con la torta de soja continuaremos el proceso para obtener harina.

d. Secado

En esta operación, la torta de soja obtenida pasó por el proceso de secado en la estufa a una temperatura de 45°C por un tiempo estimado de 10 h.

e. Molienda y tamizado

En este proceso, haciendo uso de un molino industrial de martillos, la torta de soja seca pasó por un proceso de molienda con el fin de

obtener harina de soja, posterior a la molienda se realizó el tamizado de la harina con el objetivo de obtener partículas finas y homogéneas.

f. Envasado

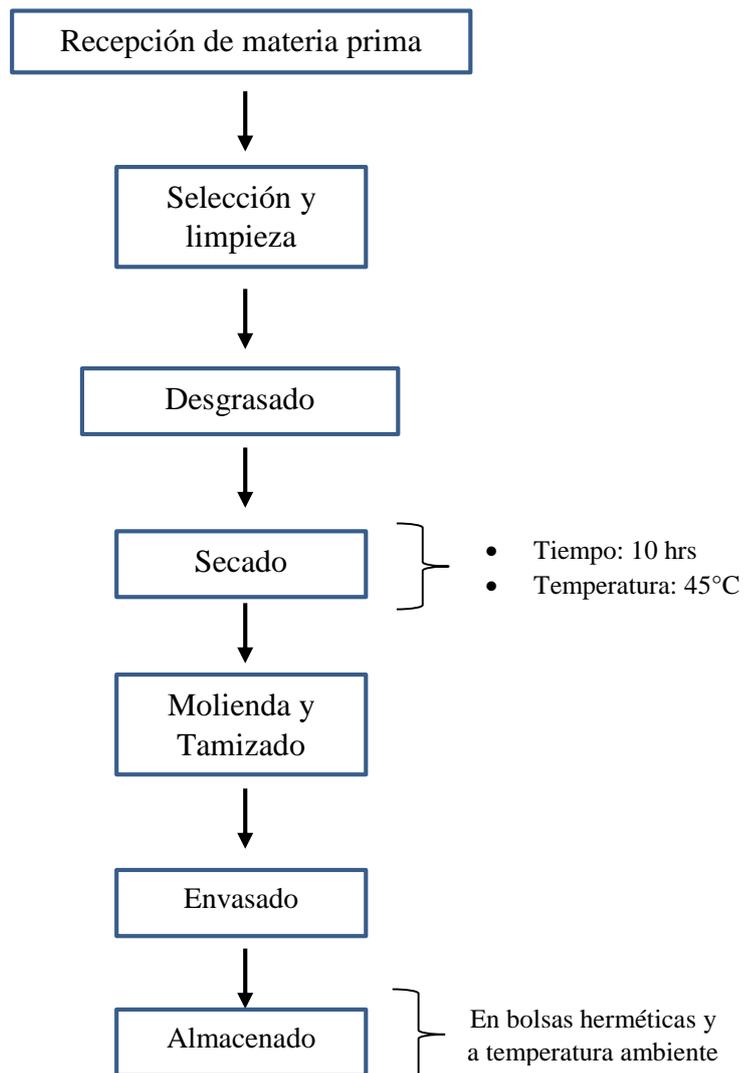
Se procedió a envasar la harina obtenida en bolsas ziploc de 500 g. con cierre hermético.

g. Almacenado

Se almacenó las bolsas con la harina obtenida de soja, en un lugar adecuado donde la temperatura fue de ambiente y seco, para asegurar su conservación.

Figura 02.

Diagrama de flujo para la obtención de harina de soja.



3.3.3. Descripción de los procesos para la producción de pastas alimenticias

El proceso de producción de las pastas alimenticias se llevó a cabo en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial – UNS.

a. Recepción de materia prima

Se procedió con la recepción de la materia prima e insumos, tales como las harinas de trigo, papa y soja, así como también el agua y huevos, los cuales, son necesarios para la elaboración de las pastas alimenticias.

b. Pesado

En esta operación se procedió a pesar las harinas de acuerdo al diseño experimental, es decir de acuerdo a los % de las formulaciones de cada tratamiento.

Dilución de los huevos: En cuanto a la dilución del huevo se utilizó 2 huevos por cada formulación, estos 2 huevos fueron vertidos en un vaso de precipitado de 1000 mL, y en una balanza procedimos a pesar hasta completar 350 g. con agua, posterior a eso se procedió a batirlo con la ayuda de una cuchara.

c. Mezclado

Las harinas de trigo, papa y soja previamente pesadas para cada formulación, se agregaron en un recipiente para luego con la ayuda de una cuchara se procedió a realizar una mezcla de manera manual hasta que se homogenice el contenido de harinas.

d. Amasado

En el proceso de amasado hicimos uso de la máquina de producción de pastas alimenticias (PASTAIA), que se encuentra ubicado en el

IITA de la UNS, el procedimiento consiste en agregar el contenido de las harinas mezcladas dentro de la máquina de pastas, luego de eso procedemos a presionar el botón BAT, que nos indica el proceso de amasado, una vez realizado ese paso procedemos inmediatamente a agregar el contenido de la dilución de los huevos, este proceso de amasado tuvo una duración de 15 min.

e. Extrusión

Para la producción de pastas alimenticias se siguió un proceso de extrusión, una vez transcurrido los 15 minutos del proceso de amasado en la máquina de pastas, presionamos el botón EXT, que nos indica el inicio del proceso de extrusión para obtener las pastas alimenticias, se utilizó una boquilla de salida para obtener pastas tipo fettuccini, al momento de la extrusión de las pastas nos apoyamos con la ayuda de un cuchillo para poder cortar la longitud requerida, estas tuvieron una medida de 30 cm de largo.

f. Secado

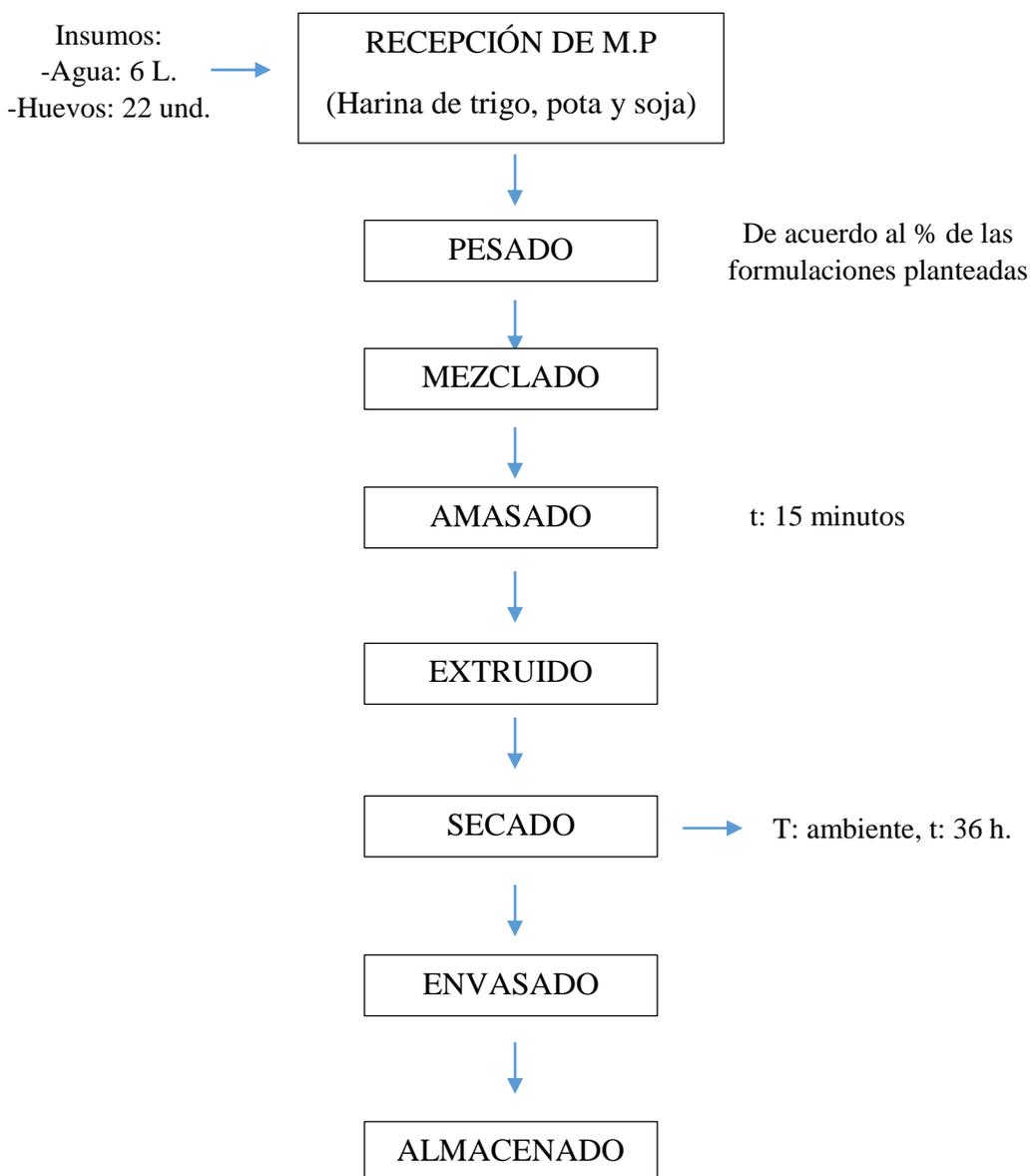
En esta operación las pastas obtenidas en el proceso de extrusión fueron colocadas en bandejas de plástico para posteriormente pasar al proceso de secado, a una temperatura de ambiente por un tiempo estimado de 36 h.

g. Envasado y Almacenado

Se procedió a envasar las pastas alimenticias en bolsas ziploc con cierre hermético de 1000 g., posterior a ello procedimos a almacenarlo en un ambiente idóneo en la cual la temperatura fue de ambiente y el lugar estuvo seco, esto con el fin de asegurar la conservación.

Figura 03.

Diagrama de flujo para la producción de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja



3.3.4. Método para la evaluación de la composición química proximal de las harinas

La caracterización química proximal de las harinas de trigo, pota y soja fueron realizadas por los siguientes métodos.

- Determinación del contenido de humedad (AOAC, 1990, método de la estufa)
- Determinación del contenido de grasa (AOAC 31.4.2:2000, método soxhlet)
- Determinación del contenido de proteína (Método UNE – EN – ISO – 5983-2, Parte 2. Dic. 2006, aplicado por el laboratorio COLECBI S.A.C)
- Determinación del contenido de cenizas (NTP 205.038:1978, Rev. 2016)
- Determinación del contenido de fibra (Método NMX-F-090, 1978; aplicado por el laboratorio COLECBI S.A.C)
- Determinación del contenido de carbohidratos (Se obtuvo por el método de diferencia, que consiste en restar el 100% de la suma de (%P) Proteína, (%G) Grasa, (%F) Fibra, (%C) Ceniza, (%H) Humedad)

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\%P + \%G + \%F + \%C + \%H)$$

3.3.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó para este estudio, es un diseño de superficie de respuesta, se hizo uso de un “Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR 2²)”, en la cual se tiene como variables independientes a la harina de soja (X1) y harina de pota (X2) y los niveles son $-\alpha$, -1, 0, +1, $+\alpha$., los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 09.

Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2², incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales, 4 ensayos en condiciones factoriales y 3 repeticiones en el punto central.

Variables independientes	Valores codificados	Niveles				
		- α	-1	0	1	α
Harina de soja (%)	X1	5.55	7	10.5	14	15.45
Harina de pota (%)	X2	2.38	3	4.5	6	6.62

Tabla 10.

Valores codificados y reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2².

Ensayo	Valores codificados		Valores reales	
	X1	X2	Harina de soja (%)	Harina de pota (%)
1	-1	-1	7.0	3.0
2	1	-1	7.0	6.0
3	-1	-1	14	3.0
4	1	1	14	6
5	-1.4142	0	5.55	4.5
6	1.4142	0	15.45	4.5
7	0	-1.4142	10.5	2.38
8	0	1.4142	10.5	6.62
9	0	0	10.5	4.5
10	0	0	10.5	4.5
11	0	0	10.5	4.5

3.3.6. Análisis sensorial de las pastas alimenticias

La evaluación sensorial fue realizada mediante pruebas afectivas, esto con el fin de poder determinar cuál de nuestras formulaciones tiene mayor aceptabilidad en

cuanto a sus características sensoriales, tales como olor, sabor, color, textura e intención de compra. En nuestra evaluación sensorial participaron 30 panelistas semientrenados, en su mayoría estudiantes de la UNS, cada panelista hizo la degustación de nuestras formulaciones y emitió su opinión respecto a cada atributo sensorial, empleando una escala hedónica de 9 puntos.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial realizada a los 30 panelistas, fueron procesadas mediante pruebas estadísticas, con la finalidad de determinar si hay diferencias significativas, empleando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

3.3.7. Elección de la formulación óptima

Para la elección de la formulación óptima se empleó el método de optimización de múltiples respuestas, mediante el software estadístico STATISTICA, en la cual hicimos uso de la función deseabilidad, para así determinar que formulación obtuvo una mayor deseabilidad en la optimización de múltiples respuestas.

3.3.8. Caracterización de la composición química proximal de la formulación óptima

- Determinación del contenido de humedad (AOAC, 1990, Método de la estufa)
- Determinación del contenido de proteínas (UNE – EN – ISO - 5983 – 2, Parte 2. Dic. 2006, aplicado por el laboratorio COLECBI)
- Determinación del contenido de cenizas (NTP 205.038:1975; Rev. 2016)
- Determinación del contenido de fibra (NMX-F-090, 1978; aplicado por el laboratorio COLECBI S.A.C.)
- Determinación del contenido de grasa (Método soxhlet, AOAC 31.4.2:2000)

- Determinación del contenido de carbohidratos (Método de la diferencia, que consiste en la resta del 100% de la suma de (%P) Proteína, (%G) Grasa, (%C) Cenizas, (%F) Fibra y (%H) Humedad)

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\%P + \%G + \%C + \%F + \%H)$$

3.3.9. Caracterización de los parámetros tecnológicos de la pasta alimenticia

optima

- Análisis de la textura instrumental

Para el análisis de la textura de las pastas, se hizo uso del equipo Analizador de TEXTURA BROOKFIELD, el cual se encuentra acoplado a un software Texture Pro V1. 4 Build 17, que a su vez se encuentra en una plataforma de aluminio, en la que se hizo uso de una sonda TA40, para así determinar el parámetro tecnológico de la textura (mJ).

- Análisis del color instrumental

Para la determinación del color, la medición se realizó haciendo uso del equipo colorímetro marca (KONICA MINOLTA), la cual trabaja con el sistema CIELab, el cual determinó los valores de L* (Luminosidad), a (verde-/rojo+), b (azul-/amarillo+), la cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*).

Se emplearon las siguientes ecuaciones, para los cálculos de operaciones en C* y h*:

$$\text{Cromaticidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \text{arctg } b^*/a^*$$

- Tiempo óptimo de cocción

Según la metodología descrita por Granito, et al. (2014), se pesó 10 g. de muestra en 100 ml de agua en ebullición, cada minuto se iba tomando una muestra de pasta y se comprimía entre dos vidrios de reloj, el tiempo óptimo

de cocción se determinó en cuanto desaparece el punto blanquecino en el centro de las pastas.

3.3.10. Determinación de vida útil de la formulación óptima

Para la evaluación de la vida útil, la pasta alimenticia previamente envasada con bolsas ziploc herméticamente selladas, fue almacenada a temperatura ambiente (25°C) por un tiempo estimado de 45 días, en la cual se realizó la evaluación sensorial (olor, color, sabor y textura) y la evaluación fisicoquímica (humedad y acidez) en un intervalo de 5 días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición química proximal de las harinas de trigo, pota y soja

4.1.1. Harina de trigo

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis realizados a la harina de trigo

Tabla 11.

Composición química proximal de la harina de trigo (100 g, de muestra).

Componentes	Harina de trigo (%)
Humedad (%)	11.61 ± 0.04
Proteína (%)	10.98 ± 0.05
Fibra (%)	1.31 ± 0.02
Ceniza (%)	1.01 ± 0.04
Grasa (%)	0.53 ± 0.02
Carbohidratos (%)	74.58 ± 0.13

Nota: Media de dos repeticiones + DS.

En la tabla 11 se obtuvo un resultado de humedad en lo que se refiere a la harina de trigo de 11.61 ± 0.04 , según la Norma Técnica Peruana 205.064:2015, hace referencia a que la harina de trigo tiene un límite máximo del 15% de humedad, por lo que nuestro resultado obtenido, se encuentra dentro del rango permitido por la NTP. Díaz & Espinoza (2022), en su investigación reportaron una humedad de 12.73 ± 0.24 para la harina de trigo, el cual es un valor ligeramente mayor al obtenido en la Tabla 11. Valores altos en la humedad de la harina pueden deberse a las condiciones ambientales en las que es almacenada, ya que si se almacena en un ambiente húmedo, la harina puede absorber más humedad del entorno, otros factores

que influyen en la humedad de la harina de trigo pueden ser el proceso de molienda, la manipulación y el transporte.

En cuanto al contenido de proteína de la harina de trigo se puede apreciar en la tabla 11, que se obtuvo un resultado de 10.98 ± 0.05 , según Reyes *et al.* (2017) en la tabla peruana de composición de alimentos, nos hace mención a un contenido de 10.5 % de proteína para la harina de trigo, por lo que es un dato que se asemeja a lo obtenido. La variación de la proteína en la harina de trigo se debe a factores como el tipo de grano que se utiliza, por ejemplo, el trigo duro que se utiliza para la elaboración de pasta, tiene más proteína que el trigo blando el cuál es utilizado para la elaboración de pan.

En tanto al valor obtenido de fibra, en nuestra tabla 11 se puede apreciar un resultado de 1.31 ± 0.02 , Según Pinco & Pretel (2023). En su estudio nos indica que obtuvo un 0.83% en lo que es el contenido de fibra, asimismo Álvarez & Avalos (2019). En su investigación nos indica que obtuvo un 1.30% de contenido de fibra para la harina de trigo, los cuales son valores similares a lo obtenido, de la tabla 11. La fibra de la harina de trigo proviene del salvado que es la capa externa del grano del trigo, durante el proceso de molienda el salvado se separa del grano, por lo que el valor de proteína de la harina final depende en gran parte de esta etapa del proceso.

También se aprecia que se obtuvo un resultado de cenizas de 1.01 ± 0.04 , este valor se encuentra dentro del rango estipulado por la NTP 205.064:2015, la cual establece un mínimo de 0.76% y un máximo de 1.17% para el contenido de cenizas en harina de trigo.

En lo que respecta al contenido de grasa, en la tabla 11 se puede observar un resultado obtenido de 0.53 ± 0.02 , Según Ponce, *et al.* (2016), en su estudio reporta un contenido de 1.25 % de grasa, a su vez Carrera, *et al.* (2019), nos indica que obtuvo

un valor de 0.47% de grasa para harina de trigo, por lo que son valores semejantes a lo obtenido. La grasa de harina proviene en gran medida del germen del grano de trigo, por lo que harinas que contengan o incluyan más germen durante su proceso productivo, presentarán más contenido de grasa en la harina final. También pueden intervenir otros factores, como la variedad, condiciones de cultivo y la región geográfica del trigo.

En cuanto al contenido de carbohidratos se obtuvo un 75.48%, según Yamashiro & Pérez (2018), reportaron un 74.31% e indican que la harina de trigo tiene alrededor del 70% en lo que respecta al contenido de carbohidratos.

4.1.2. Harina de pota

En la tabla 12 se aprecian los resultados obtenidos de los análisis efectuados a la harina de pota

Tabla 12.

Composición química proximal de la harina de pota (100 g, en base seca).

Componentes	Harina de pota (%)
Humedad (%)	5.88 ± 0.630
Proteína (%)	81.89 ± 0.905
Fibra (%)	1.16 ± 0.057
Ceniza (%)	4.72 ± 0.560
Grasa (%)	2.02 ± 0.140
Carbohidratos (%)	4.34 ± 0.481

Nota: Media de dos repeticiones + DS

En la tabla 12 se puede apreciar que en la determinación de humedad de harina de pota obtuvimos un resultado de 5.88 ± 0.63, según Espinoza, (2023), en su

investigación encontró un valor de 6.64% de humedad para harina de manto de pota, asimismo, Espinoza, (2017), en su estudio encontró un valor de 5.34% de humedad para harina de pota, estos valores son cercanos a lo encontrado a nuestra investigación y que varían debido a los parámetros utilizados durante la etapa de secado del proceso de obtención de la harina.

Con respecto a la determinación de proteína de la harina de pota obtuvimos un valor de 81.89 ± 0.905 , de acuerdo a De la Concepción *et al.* (2016) y Braschi *et al.* (2019) nos reportan valores de 77.76% y 80.13% de proteína respectivamente, las diferencias de estos valores en la proteína están relacionadas a características propias de la pota que fue utilizada para la obtención de la harina, como pueden ser, el tamaño, edad, parte del cuerpo utilizada y zona de pesca.

Según Murrieta *et al.* (2016) indican que la harina de pota para consumo humano directo se elabora solo del manto del calamar gigante ya que esta es la parte que contiene más contenido proteico, este alto contenido de proteína en la harina de manto de pota (81.89%) y a su vez nos recomienda que con el uso de pequeñas cantidades podríamos satisfacer las necesidades de proteínas en la dieta diaria, y sería posible su uso como fuente de proteína animal para formulación de un alimento enriquecido para consumo humano.

En cuanto al contenido de fibra obtuvimos un resultado de 1.16 ± 0.057 , según Espinoza (2023) reporta un valor de 0.33%, lo cual es menor pero cercano a lo obtenido. Los valores obtenidos en cuanto a fibra son bajos ya que esta materia prima no destaca por su contenido rico en fibra al ser un alimento de origen animal.

Con respecto al contenido de cenizas obtuvimos como resultado un valor de 4.72 ± 0.56 , de acuerdo a Espinoza (2017) y Pacheco (2015), reportaron valores de 4.84% y 5.50% respectivamente.

Por otro lado, también se determinó el contenido de grasa presente en nuestra harina de pota, según Braschi *et al.* (2019) y Espinoza, (2023) reportaron valores de 3.54% y 2.65% respectivamente, lo cual son valores cercanos a lo obtenido en nuestra investigación el cual tuvo un valor de 2.02 ± 0.14 . Los valores reportados muestran cantidades bajas en contenido de grasas, aunque siguen existiendo pequeñas diferencias con otras investigaciones, esto puede deberse a las características de la materia prima empleada para la elaboración de la harina y también al tratamiento a la que fue sometida para su obtención, tal como puede ser el correcto corte, limpieza y retiro de grasa durante su acondicionamiento.

Asimismo se determinó el contenido de carbohidratos, teniendo como resultado un valor de 4.34 ± 0.481 , según lo reportado por Pacheco (2015) obtuvo como resultado un valor de 3.90% en cuanto al contenido de carbohidratos, el cual es un valor menor pero cercano a lo obtenido en nuestra investigación, a su vez cabe recalcar lo dicho por Murrieta *et al.* (2016) el cual nos hace mención que, las variaciones del contenido de nutrientes presentes en la harina de pota se deben a la procedencia de la especie, así como a la industrialización de la misma.

4.1.3. Harina de soja

En la siguiente tabla se aprecian los resultados de los análisis efectuados a la harina de soja.

Tabla 13.

Composición química proximal de la harina de soja (100 g, en base seca)

Componentes	Harina de soja (%)
Humedad (%)	3.80 ± 0.007
Proteína (%)	48.92 ± 0.85
Fibra (%)	4.94 ± 0.544
Ceniza (%)	4.72 ± 0.56
Grasa (%)	1.02 ± 0.057
Carbohidratos (%)	39.28 ± 0.03

Nota: Media de dos repeticiones + DS.

En la determinación de humedad, se observa en la tabla 13 que se obtuvo un resultado de 3.80 ± 0.007 para harina de soja, según Sandoval (2020), en su estudio reporta un valor de 7% de humedad, y a su vez Piovillico, (2013), hace mención que valores inferiores al 12% en humedad, evitan el deterioro de alimentos por un tiempo prolongado, a temperaturas entre 20 °C y 25°C.

En cuanto al contenido de proteínas obtuvimos un resultado de 48.92 ± 0.85 , de acuerdo a Piovillico, (2013), en su estudio reportó un valor de 53% de contenido de proteína para harina de soja desgrasada, y a su vez nos indica que la harina de soja desgrasada oscila entre 40% y 55% de contenido de proteína. Los factores que pueden influir en la variación de la proteína de la harina de soja pueden ser desde los diferentes países y regiones donde son cosechados, las condiciones climáticas, el procesamiento de desgrasado y la eliminación de la cascarilla al momento de ser procesado.

Sandoval, (2020), en su estudio determinó un valor de 5.75% de fibra en harina de soja, el cual es un valor que se asemeja al obtenido en nuestra harina el cual fue de 4.94 ± 0.544 , en cuanto al contenido de cenizas obtuvimos un resultado de 4.72 ± 0.56 , este valor se asemeja a lo obtenido por Sandoval (2020) y Velásquez (2017), los cuales reportaron valores de 4.23% y 4.47% respectivamente, a su vez el Codex Stan 175-1989, revisada en el 2019, nos indica que el contenido de cenizas y fibra en harina de soja no debe exceder el 8% por lo que nuestro valor obtenido está dentro del rango estipulado por la norma. El contenido de fibra varía dependiendo del procesamiento que se realiza para la obtención de la harina de soja, en algunos casos parte de la cascarilla de la soja es añadida a la harina, afectando así su contenido de fibra y proteína.

En cuanto a la determinación de grasa de nuestra investigación en harina de soja, obtuvimos como resultado un valor 1.02 ± 0.057 , Piollivico (2013), en su estudio nos reporta un valor de 1.00% para harina de soja desgrasada, el cual es confirmado por la American Soybean Association, ya que también obtuvo un 1.00% de contenido de grasa, cabe recalcar que la harina de soja desgrasada tiene la ventaja de evitar la rancidez, el cual es un indicador de deterioro, respecto al contenido de carbohidratos obtuvimos un valor de 39.28 ± 0.03 . Valores de grasa en la harina de soja dependen del tipo de tratamiento se le haya realizado para su desgrasado, y también las condiciones de almacenamiento que pueden afectar a su composición.

Según Sandoval (2020) obtuvo un valor de 31.24% de contenido de carbohidratos, un valor que es menor a lo obtenido en nuestra investigación, pero, Según Jiménez (2012) indica que la harina de soja se caracteriza por tener un contenido de

carbohidratos mayor al 30%, el cual se puede corroborar a lo obtenido en esta investigación.

4.2. Computo químico

Es también conocido como score químico, representa una función importante debido a que, a través del score químico se puede conocer la calidad de una proteína mediante su composición de aminoácidos esenciales limitantes. Para realizar el cálculo del score químico de las distintas formulaciones se empleó como referencia el patrón de aminoácidos para categoría adultos de la WHO/FAO/UNU 2007 (mg AA/g proteína).

La FAO/OMS nos recomienda que, el computo químico de aminoácidos esenciales no debe ser menor que el 70% de la muestra patrón. La tabla 14 muestra el score químico de las formulaciones en la elaboración de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja, en la que se puede observar que todas nuestras formulaciones los aminoácidos esenciales sobrepasan el 100% y que la lisina, lo cual es el aminoácido limitante en muchos alimentos enriquecidos, en esta ocasión, nuestras pastas alimenticias no presentan valores por debajo del límite establecido por la FAO/OMS (70%) esto se debe a que la harina de pota es muy rica en contenido de lisina.

Tabla 14.*Cómputo Químico de las Formulaciones del Diseño Experimental para las Harinas de Trigo, Pota y Soja.*

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
%Formulaciones	H. de trigo	90	87	83	80	89.9	80.1	87.1	82.9	85	85	85
	H. de pota	3	6	3	6	4.5	4.5	2.4	6.6	4.5	4.5	4.5
	H. de soja	7	7	14	14	5.6	15.4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
Patrón (mg/g proteína)		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Isoleucina	30	145.80	147.10	146.97	148.27	146.22	147.85	146.12	147.94	147.03	147.03	147.03
Leusina	59	106.99	108.58	109.01	110.60	107.38	110.21	107.68	109.91	108.79	108.79	108.79
Lisina	45	71.64	75.92	76.77	81.05	72.75	79.94	73.35	79.34	76.34	76.34	76.34
Met+Cis	22	164.28	170.75	163.01	169.47	167.77	165.99	162.35	171.40	166.88	166.88	166.88
Fen+Tir	38	223.39	220.10	223.76	220.47	221.67	222.19	224.23	219.63	221.93	221.93	221.93
Treonina	23	132.80	135.25	137.06	139.51	133.17	139.14	134.44	137.87	136.16	136.16	136.16
Triptofano	6	203.00	202.50	206.50	206.00	202.05	206.95	204.85	204.15	204.50	204.50	204.50
Valina	39	119.35	119.67	120.43	120.75	119.29	120.80	119.82	120.27	120.05	120.05	120.05
Histidina	15	136.57	137.47	138.90	139.80	136.55	139.82	137.55	138.81	138.18	138.18	138.18

Nota: La tabla representa el score de aminoácidos esenciales que compara porcentualmente la composición de los aminoácidos de una proteína

Patrón de Categoría Adultos (WHO/FAO, 2007) con las formulaciones del diseño experimental de pastas alimenticias.

4.3. Evaluación sensorial

Se realizó el análisis sensorial de las 11 formulaciones de pastas alimenticias enriquecidas con harinas de papa y soja planteadas en el diseño experimental, junto a la pasta control, el cual contiene un 100% de harina de trigo.

Esta evaluación se realizó a un total de 30 panelistas, los cuales evaluaron respecto a los atributos sensoriales tales como olor, sabor, color y textura, para esta evaluación se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, la cual va desde (9=Me gusta muchísimo) y (1=Me disgusta muchísimo)

Para la evaluación sensorial de las pastas, se le hizo entrega a cada panelista las muestras de pastas en platos descartables, lo cual estos se encontraban respectivamente codificados, adicional a ello, se les dio una explicación breve sobre las pautas a seguir para la evaluación sensorial.

4.3.1. Evaluación del atributo sensorial olor

Se presentan en la tabla 15 los resultados correspondientes a la evaluación del atributo sensorial olor, esta tabla muestra el promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de papa y soja, así como a la muestra control.

Tabla 15.

Puntuaciones para el atributo sensorial olor de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.

Formulación	Harina de pota (%)	Harina de soja (%)	Olor
1	3.00	7.00	4.70 ± 1.02
2	6.00	7.00	5.83 ±0.79
3	3.00	14.00	6.60 ±1.35
4	6.00	14.00	7.10 ±1.09
5	4.50	5.55	5.10±0.92
6	4.50	15.45	7.03±0.96
7	2.38	10.50	6.73±1.26
8	6.62	10.50	6.70±1.47
9	4.50	10.50	7.60±1.25
10	4.50	10.50	7.80±0.89
11	4.50	10.50	7.40±0.89
CONTROL			6.27±1.01

Nota: Media de 30 repeticiones ± DS.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con respecto al olor nos indica que la formulación 10 fue la más aceptada por los panelistas con un puntaje promedio de 7.80±0.89, un valor que demuestra una calificación entre “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”. Por otro lado, la pasta control presentó una puntuación promedio de 6.27±1.01, valor que muestra una calificación entre “Me gusta poco” y “Me gusta moderadamente”.

4.3.2. Análisis de varianza para el atributo olor de la pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota

Se realizó un estudio de variabilidad aplicando el método ANOVA, detallado en la Tabla 16, para determinar la significancia del atributo OLOR como variable de respuesta frente a las variables independientes (harina de soja y harina de pota).

Tabla 16.

Análisis de varianza para la variable dependiente olor.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón-F	Valor-P
A: Harina de soja	7.055003	1	7.055003	32.78569	0.002274
AA	0.062919	1	0.062919	0.29240	0.611898
B: Harina de pota	0.509811	1	0.509811	2.36917	0.184373
BB	0.000697	1	0.000697	0.00324	0.956814
AB	0.010000	1	0.010000	0.04647	0.837839
Error total	1.075927	5	0.215185		
Total (corr.)	8.724646	10			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

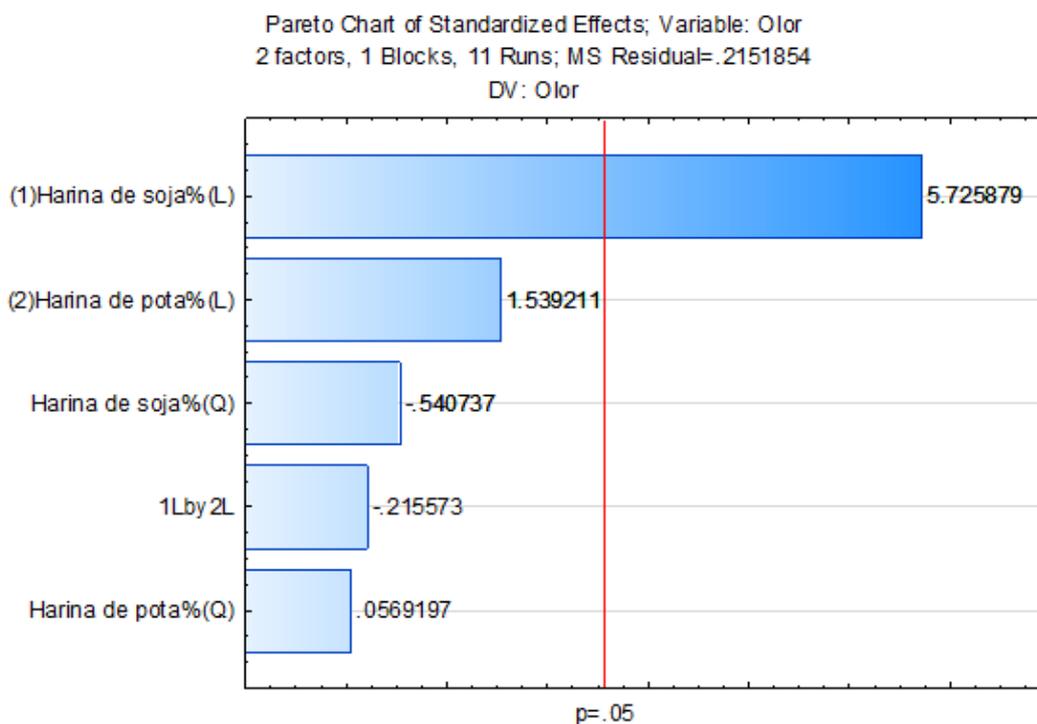
La tabla ANOVA analiza la variabilidad de las calificaciones de la prueba sensorial por parte de los panelistas, para el atributo olor. En este caso se demostró que la harina de soja (forma lineal) es la única estadísticamente significativa, con un valor de $p < 0.05$.

El análisis resultó en un valor de R^2 del 87.668%, lo que sugiere que hay una variación significativa en la variable dependiente olor en la pasta. Además, se calculó un R^2 ajustado del 75.336%.

Por otro lado, se elaboró un diagrama de Pareto para los efectos estandarizados, con el objetivo de identificar qué factores, ya sean lineales, cuadráticos o de interacción, tienen un impacto positivo o negativo en el olor de las pastas alimenticias.

Figura 04.

Diagrama de Pareto para el atributo olor de las pastas alimenticias



En la figura 04 podemos comprobar que la harina de soja en su forma línea es la única estadísticamente significativa, mostrando un efecto positivo en el olor de las pastas alimenticias.

Se estimaron los coeficientes de regresión para los factores lineales, cuadráticos y de interacción. El propósito fue desarrollar una ecuación de regresión cuadrática predictiva que modela cómo el olor de las pastas alimenticias se ve afectado por la sustitución parcial de harina de soja y pota.

Tabla 17.

Coefficientes de regresión para el atributo olor de las pastas alimenticias

Coeficiente	Estimado
Constante	6.477778
A: Harina de soja	0.939082
B: Harina de pota	0.252441
AA	-0.105556
AB	-0.050000
BB	0.011111

Obteniendo la ecuación del modelo ajustado representado por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Olor} = 1.60320 + 0.49212 * \mathbf{A} + 0.008617 * \mathbf{A}^2 + 0.22385 * \mathbf{B} + 0.004938 * \mathbf{B}^2 - 0.009524 * \mathbf{A} * \mathbf{B}$$

Donde:

A= Harina de soja %

B= Harina de pota %

La fórmula matemática establecida sirve como un predictor del olor de las pastas alimenticias basado en los porcentajes de harina soja y pota. Este modelo facilitó la generación de gráficos de superficie de respuesta y contornos que se presentan en las siguientes figuras:

Figura 05.

Gráfica de superficie de respuesta del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.

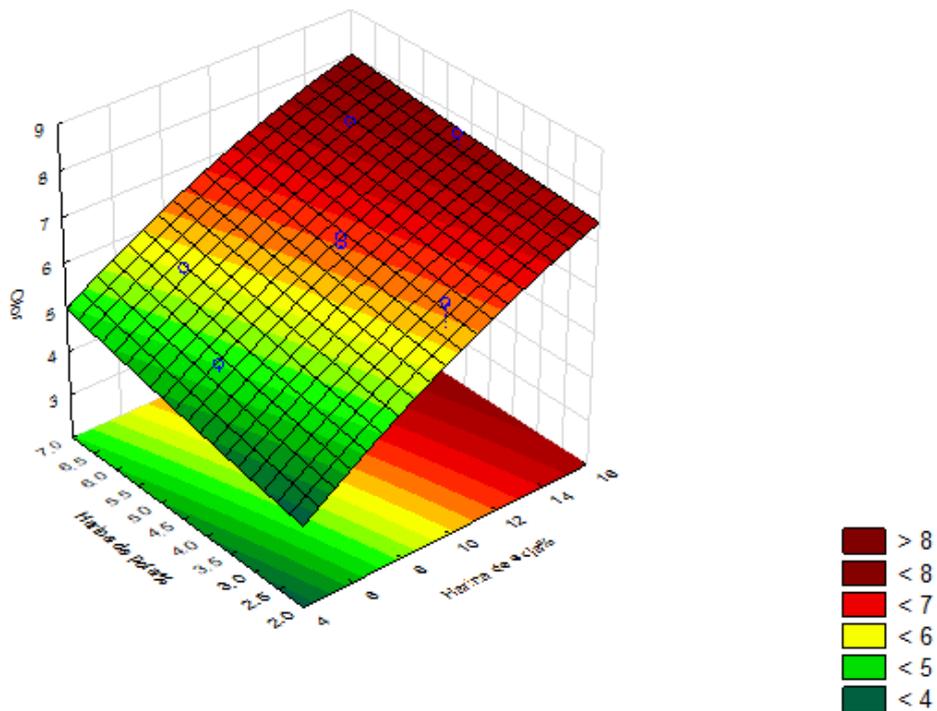
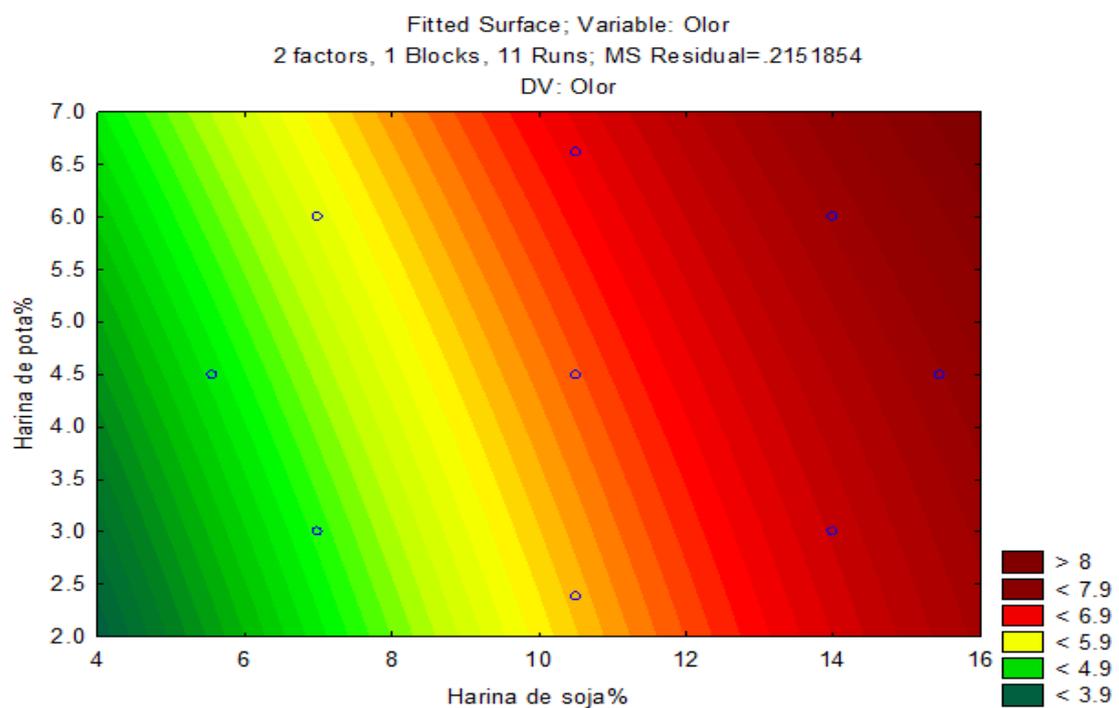


Figura 06.

Gráfica de contorno del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.



La Figura muestra cómo el porcentaje de harina de soja afecta la intensidad del olor percibido. Conforme aumenta el porcentaje de harina de soja, la intensidad del olor también se incrementa, lo que se visualiza mediante un gradiente de color que cambia de verde a rojo.

4.3.3. Optimización del olor en las pastas alimenticias

Se detallan en la Tabla 18 los niveles obtenidos para valores bajos, altos y óptimos de porcentaje de harinas de soja y pota para el parámetro de olor de las pastas alimenticias.

Tabla 18.

Valores bajo, alto y óptimo para el olor de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de soja	5.550253	15.44975	10.5962
Harina de pota	2.378680	6.62132	4.5180

Nota: La tabla muestra los valores bajo, alto y óptimo para el atributo sensorial olor de las pastas alimenticias

Como se observa en la tabla 18, los valores óptimos de la harina de soja y pota para el atributo olor son 10.5962% y 4.5180% respectivamente, siendo las formulaciones F9, F10 y F11 (10.5 harina de soja y 4.5% harina de pota) los que más se ajustan a este rango. Sin embargo, fueron los tratamientos F9 y F10 los que tuvieron una mejor aceptación durante la evaluación sensorial por parte de los panelistas, ambas con una puntuación promedio de 7.60 ± 1.25 y 7.80 ± 0.89 respectivamente.

4.3.4. Evaluación del atributo sensorial color

Se presentan en la tabla 19 los resultados correspondientes a la evaluación del atributo sensorial color, esta tabla muestra el promedio dado por los panelistas a

cada una de las formulaciones de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja, así como a la muestra control.

Tabla 19.

Puntuaciones para el atributo sensorial color de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.

Formulación	Harina de pota (%)	Harina de soja (%)	Color
1	3.00	7.00	5.93±1.01
2	6.00	7.00	5.73±0.87
3	3.00	14.00	7.57±0.86
4	6.00	14.00	7.53±1.20
5	4.50	5.55	6.87±0.86
6	4.50	15.45	7.67±0.92
7	2.38	10.50	6.47±1.14
8	6.62	10.50	6.70±0.92
9	4.50	10.50	8.00±1.36
10	4.50	10.50	6.57±1.22
11	4.50	10.50	6.60±1.22
CONTROL			6.83±1.09

Nota: Media de 30 repeticiones ± DS.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con respecto al color nos indica que la formulación 9 fue la más aceptada por los panelistas con un puntaje promedio de 8.00±1.36, un valor que demuestra una calificación de “Me gusta mucho”. Por otro lado, la pasta control presentó una puntuación promedio de 6.83±1.09, valor que muestra una calificación entre “Me gusta poco” y “Me gusta moderadamente”.

4.3.5. Análisis de varianza para el atributo color de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota

Se realizó un estudio de variabilidad aplicando el método ANOVA, detallado en la Tabla 20, para determinar la significancia del atributo COLOR como variable de respuesta frente a las variables independientes (harina de soja y harina de pota).

Tabla 20.

Análisis de varianza para la variable dependiente color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón-F	Valor-P
A: Harina de soja	2.604566	1	2.604566	6.058673	0.057128
AA	0.012593	1	0.012593	0.029293	0.870816
B: Harina de pota	0.001168	1	0.001168	0.002716	0.960454
BB	0.489586	1	0.489586	1.138863	0.334687
AB	0.006944	1	0.006944	0.016154	0.903816
Error total	2.149452	5	0.429890		
Total (corr.)	5.362424	10			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

Los resultados indican que la harina de soja y la harina de pota en su forma lineal y cuadrática presentan un valor P mayor a 0.05 por lo que no influyen significativamente en el color de las pastas alimenticias.

El valor R^2 obtenido es de 0.59916 lo cual indica que aproximadamente el 59.916% de la variabilidad en el color se puede explicar por los modelos incluidos en el análisis. Sin embargo, el R^2 ajustado es mucho más bajo, con un valor de 0.19833, lo que implica que, después de ajustar por la cantidad de predictores en el modelo, la variabilidad explicada disminuye considerablemente. Esto podría significar que algunos de los modelos o variables independientes no están contribuyendo significativamente al color de las pastas.

Dado a que no existe diferencia significativa entre el color de los tratamientos, no se pudo establecer un modelo matemático predictivo, ni tampoco construir un gráfico de superficie respuesta.

Según los datos obtenidos del análisis sensorial para el atributo color, las formulaciones que alcanzaron un mayor puntaje fueron F6 (15.45% harina de soja y 4.5% harina de pota) y F9 (10.5% de harina de soja y 4.5% harina de pota) presentando una puntuación promedio de 7.67 ± 0.92 y 8.00 ± 1.36 respectivamente.

4.3.6. Evaluación del atributo sensorial sabor

Se presentan en la tabla 21 los resultados correspondientes a la evaluación del atributo sensorial sabor, esta tabla muestra el promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja, así como a la muestra control.

Tabla 21.

Puntuaciones para el atributo sensorial sabor de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.

Formulación	Harina de pota (%)	Harina de soja (%)	Sabor
1	3.00	7.00	6.73±1.28
2	6.00	7.00	6.73±0.83
3	3.00	14.00	7.33±1.06
4	6.00	14.00	7.50±1.14
5	4.50	5.55	6.67±0.80
6	4.50	15.45	7.47±1.17
7	2.38	10.50	7.70±1.47
8	6.62	10.50	7.67±1.18
9	4.50	10.50	7.93±0.94
10	4.50	10.50	7.73±1.05
11	4.50	10.50	7.80±1.10
CONTROL			7.10±1.03

Nota: Media de 30 repeticiones ± DS.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con respecto al atributo sabor nos indica que la formulación 9 fue la más aceptada por los panelistas con un puntaje promedio de 7.93 ± 0.94 , un valor que demuestra una calificación entre “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”. Por otro lado, la pasta control presentó una puntuación promedio de 7.10 ± 1.03 , valor que muestra una calificación de “Me gusta moderadamente”.

4.3.7. Análisis de varianza para el atributo sabor de las pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota

Tabla 22.

Análisis de varianza para la variable dependiente sabor.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón-F	Valor-P
A: Harina de soja	2.350670	1	2.350670	10.84994	0.021620
AA	0.096253	1	0.096253	0.44427	0.534586
B: Harina de pota	0.003472	1	0.003472	0.01603	0.904193
BB	0.167495	1	0.167495	0.77310	0.419503
AB	0.006944	1	0.006944	0.03205	0.864939
Error total	1.083265	5	0.216653		
Total (corr.)	3.651313	10			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

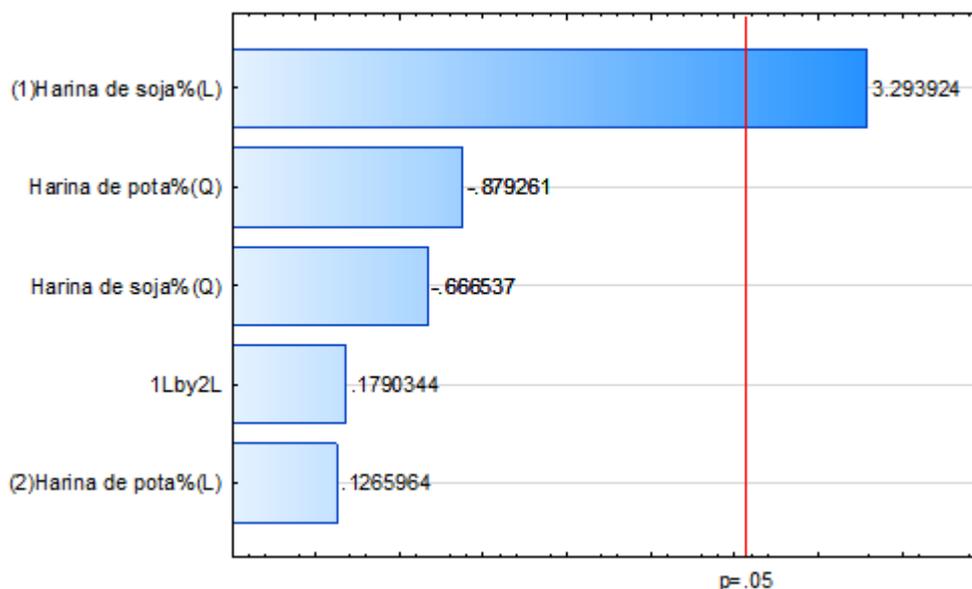
La tabla ANOVA analiza la variabilidad de las calificaciones de la prueba sensorial por parte de los panelistas, para el atributo sabor. La harina de soja tiene un efecto significativo en el sabor, como lo indica su bajo valor-P y alto valor-F.

Tomando en cuenta los valores proporcionados, el R^2 de 0.70332 indica que aproximadamente el 70.332% de la variabilidad en el sabor se puede explicar por el modelo que incluye las variables independientes de harina de soja y harina de pota. Sin embargo, el R^2 ajustado es de 0.40664, lo que sugiere que cuando se ajusta por el número de predictores en el modelo, solo el 40.664% de la

variabilidad se explica. Esto puede indicar que algunos de los predictores no están contribuyendo significativamente al modelo y podrían ser excluidos para mejorar la precisión del mismo.

Figura 07.

Diagrama de Pareto para el atributo sabor de las pastas alimenticias



La barra más larga corresponde a la harina de soja% (L), indicando que tiene el mayor impacto en el sabor. La línea roja vertical representa el umbral de significancia estadística ($p=0.05$). Los efectos que cruzan esta línea son considerados estadísticamente significativos, sugiriendo que la harina de soja en términos lineales es un factor clave en la percepción del sabor.

Se estimaron los coeficientes de regresión para los factores lineales, cuadráticos y de interacción con el propósito de desarrollar una ecuación de regresión cuadrática predictiva que modela cómo el sabor de las pastas alimenticias se ve afectado por la sustitución parcial de harina de soja y pota.

Tabla 23.

Coefficientes de regresión para el atributo sabor de las pastas alimenticias

Coefficiente	Estimado
Constante	7.677778
A: Harina de soja	0.542064
B: Harina de pota	0.020833
AA	-0.130556
AB	0.041667
BB	-0.172222

Se obtuvo la ecuación del modelo ajustado representado por la siguiente

fórmula:

$$\mathbf{SABOR} = 3.63908 + .3429708 * \mathbf{A} - .0106576 * \mathbf{A}^2 + .61944444 * \mathbf{B} \\ - .07654320 * \mathbf{B}^2 + .007936508 * \mathbf{A} * \mathbf{B}$$

Donde:

A= Harina de soja %

B= Harina de pota %

La fórmula matemática establecida sirve como un predictor del sabor de las pastas alimenticias basado en los porcentajes de harina soja y pota. Este modelo facilitó la generación de gráficos de superficie de respuesta y contornos que se presentan en las siguientes figuras:

Figura 08.

Gráfica de superficie de respuesta del SABOR de las formulaciones de pastas alimenticias.

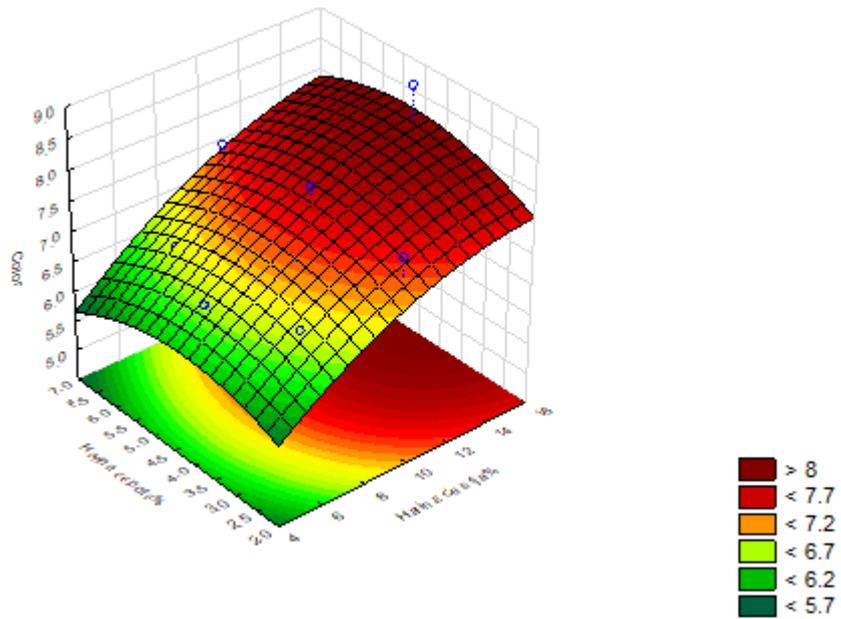
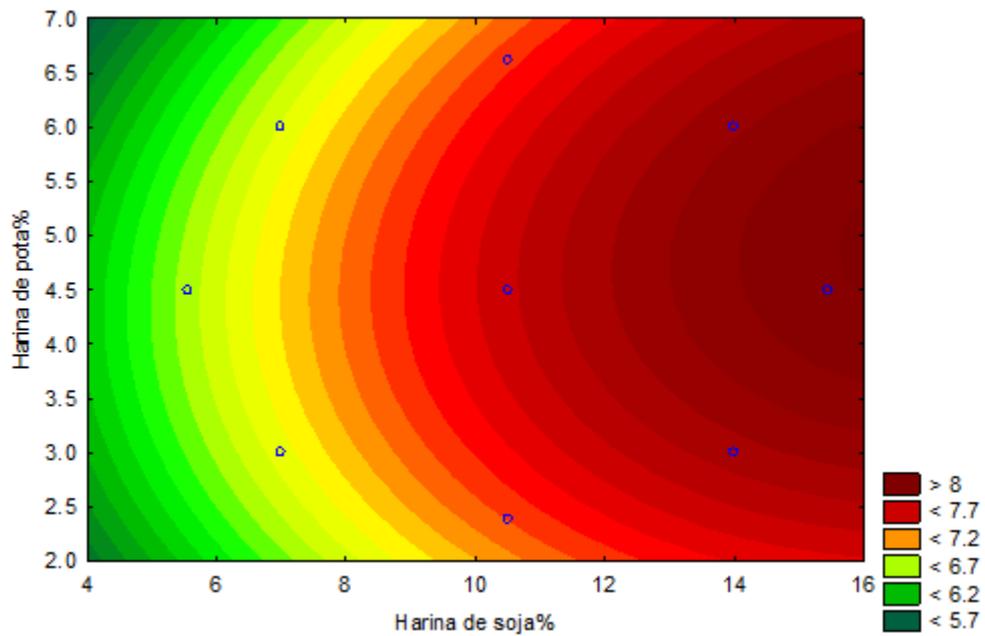


Figura 09.

Gráfica de contorno del SABOR de las formulaciones de pastas alimenticias.



En la Figura 09 puede verse cómo el aumento en el porcentaje de harina de soja influye en las puntuaciones del análisis sensorial en el sabor, por parte de los panelistas.

4.3.8. Optimización del sabor en las pastas alimenticias

Se detallan en la Tabla 24 los niveles obtenidos para valores bajos, altos y óptimos de porcentaje de harinas de soja y pota para el parámetro de sabor de las pastas alimenticias

Tabla 24.

Valores bajo, alto y óptimo para el sabor de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de soja y pota.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de soja	5.550253	15.94343	10.44975
Harina de pota	2.378680	6.62132	4.57662

Nota: La tabla muestra los valores bajo, alto y óptimo para el atributo sensorial de sabor de las pastas alimenticias

En la optimización del sabor de las pastas, se obtuvo como porcentajes óptimos de harina de soja y pota un 10.44975% y 4.57662% respectivamente, teniendo a las formulaciones F9, F10 y F11 (10.5% harina de soja y 4.5% harina de pota cada una) dentro del rango de las cantidades óptimas. Según los datos obtenidos del análisis sensorial, las tres formulaciones presentaron una puntuación promedio de 7.93 ± 0.94 , 7.73 ± 1.05 y 7.80 ± 1.10 respectivamente.

4.3.9. Evaluación del atributo sensorial textura

Se presentan en la tabla 25 los resultados correspondientes a la evaluación del atributo sensorial textura, esta tabla muestra el promedio dado por los panelistas a

cada una de las formulaciones de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja, así como a la muestra control.

Tabla 25.

Puntuaciones para el atributo sensorial textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja.

Formulación	Harina de pota (%)	Harina de soja (%)	Textura
1	3.00	7.00	5.90±0.92
2	6.00	7.00	6.57±1.19
3	3.00	14.00	6.70±1.18
4	6.00	14.00	6.83±1.32
5	4.50	5.55	5.93±1.34
6	4.50	15.45	6.97±0.81
7	2.38	10.50	6.10±1.03
8	6.62	10.50	6.03±1.03
9	4.50	10.50	6.80±0.92
10	4.50	10.50	6.97±0.89
11	4.50	10.50	6.70±0.88
CONTROL			6.60±0.97

Nota: Media de 30 repeticiones ± DS.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con respecto al atributo textura nos muestra que la formulación 10 fue la más aceptada por los panelistas con un puntaje promedio de 6.97±0.89, un valor que demuestra una calificación entre “Me gusta poco” y “Me gusta moderadamente”. Por otro lado, la pasta control presentó una puntuación promedio de 6.60±0.97, valor que muestra una calificación entre “Me gusta poco” y “Me gusta moderadamente”.

4.3.10. Análisis de varianza para el atributo textura de la pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota

La tabla ANOVA analiza la variabilidad de las calificaciones de la prueba sensorial por parte de los panelistas, para el atributo textura. En este caso la harina de soja en su forma lineal tiene un valor F significativo y un valor P bajo, lo que indica que tiene un efecto importante en la textura.

Tabla 26.

Análisis de varianza para la variable dependiente textura.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón-F	Valor-P
A: Harina de soja	2.427191	1	2.427191	13.65554	0.014067
AA	0.515319	1	0.515319	2.89922	0.149354
B: Harina de pota	0.247006	1	0.247006	1.38967	0.291498
BB	0.054142	1	0.054142	0.30461	0.604768
AB	0.006944	1	0.006944	0.03907	0.851095
Error total	0.888720	5	0.177744		
Total (corr.)	4.300808	10			

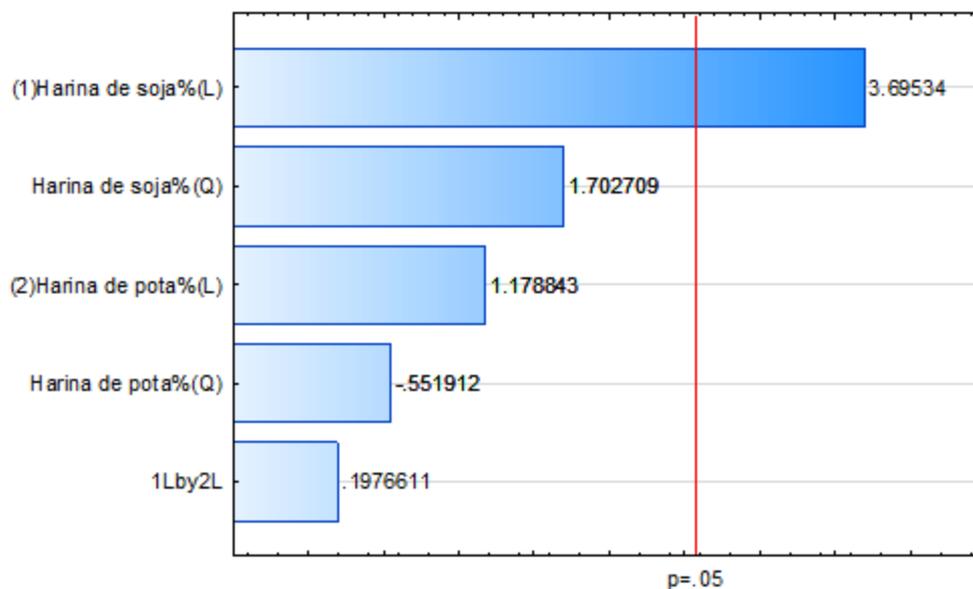
Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El valor de R^2 es 0.7936, lo que significa que aproximadamente el 79.36% de la variabilidad en la textura se puede explicar por el modelo. El R^2 ajustado es 0.58672, lo que ajusta el R^2 por el número de predictores en el modelo, indicando que después del ajuste, el modelo explica el 58.672% de la variabilidad en la textura.

En resumen, el análisis sugiere que la harina de soja tiene un impacto significativo en la textura del producto, mientras que la harina de pota no muestra un efecto considerable.

Figura 10.

Diagrama de Pareto para el atributo textura de las pastas alimenticias



El diagrama de Pareto sugiere que ajustar los porcentajes de harina de soja y harina de pota puede tener un impacto significativo en la textura del producto, y que la harina de soja es el factor más influyente en la textura de las pastas.

Tabla 27.

Coefficientes de regresión para el atributo textura de las pastas alimenticias

Coefficiente	Estimado
Constante	6.366667
A: Harina de soja	0.550816
B: Harina de pota	0.175715
AA	0.302083
AB	0.041667
BB	-0.097917

Obteniendo la ecuación del modelo ajustado representado por la siguiente

fórmula:

$$\text{TEXTURA: } 6.39957 - .3961953 * A + .024659864 * A^2 + .42547659 * B - .04351852 * B^2 + .007936508 * A * B$$

Donde:

A= Harina de soja %

B= Harina de pota %

La fórmula matemática establecida sirve como un predictor de la textura de las pastas alimenticias basado en los porcentajes de harina soja y pota. Este modelo facilitó la generación de gráficos de superficie de respuesta y contornos que se presentan en las siguientes figuras:

Figura 11.

Gráfica de superficie de respuesta del OLOR de las formulaciones de pastas alimenticias.

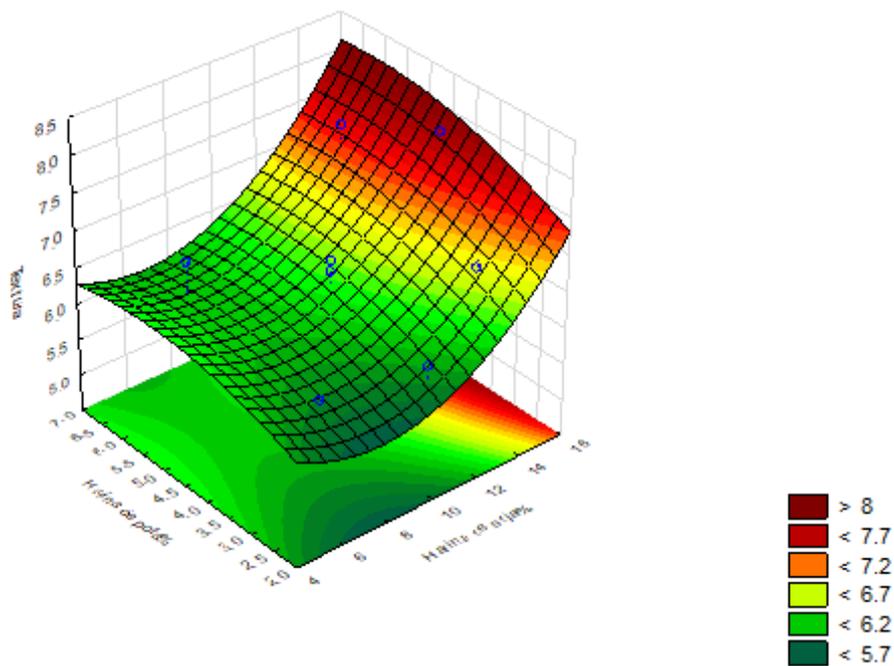
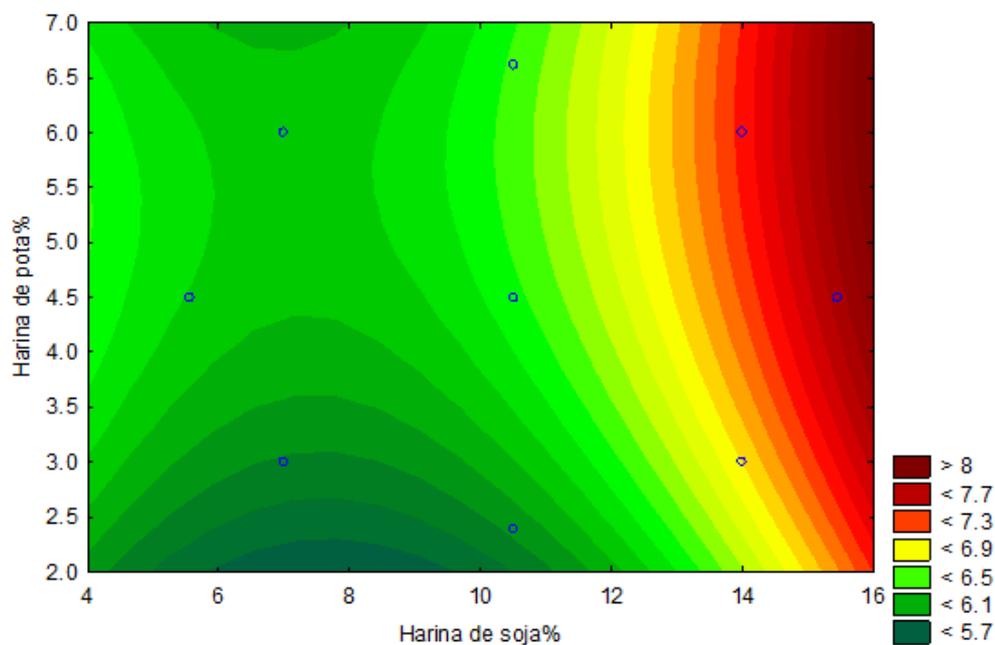


Figura 12.

Gráfica de contorno de la TEXTURA de las formulaciones de pastas alimenticias



El gradiente de color en la gráfica, que va del verde oscuro al rojo, representa los niveles de textura, siendo más bajos (verde oscuro) a más altos (rojo). Esto indica que a medida que aumenta el porcentaje de harina de soja y disminuye el de harina de pota, la textura de la pasta tuvo una mejor aceptación por parte de los panelistas.

4.3.11. Optimización de la textura en las pastas alimenticias

Se detallan en la tabla 28 los niveles obtenidos para valores bajos, altos y óptimos de porcentaje de harinas de soja y pota.

Tabla 28.

Valores bajo, alto y óptimo para la textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de soja y pota

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de soja	5.550253	15.44975	10.141758
Harina de pota	2.378680	6.62132	5.539679

Nota: La tabla muestra los valores bajo, alto y óptimo para el atributo sensorial de textura de las pastas.

En la optimización de la textura de las pastas, se obtuvo como porcentajes óptimos de harina de soja y pota un 10.141758% y 5.539679% respectivamente, teniendo a las formulaciones F9, F10 y F11 (10.5% harina de soja y 4.5% harina de pota cada una) dentro del rango de las cantidades óptimas siendo los tratamientos F9 y F11 los que alcanzaron un mayor puntaje en el análisis sensorial con un promedio 6.80 ± 0.92 y 6.70 ± 0.88 respectivamente, mientras que la F10 alcanzó un puntaje promedio de 6.97 ± 0.89 .

4.3.12. Evaluación de la intención de compra

Se presentan en la tabla 29 los resultados correspondientes a la evaluación de la intención de compra, esta tabla muestra el promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja, así como a la muestra control.

Tabla 29.

Puntuaciones para la intención de compra de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de pota y soja

Formulación	Harina de pota (%)	Harina de soja (%)	Intención de compra
1	3.00	7.00	6.57±0.97
2	6.00	7.00	6.50±0.90
3	3.00	14.00	5.73±1.14
4	6.00	14.00	6.17±1.09
5	4.50	5.55	4.90±1.32
6	4.50	15.45	6.23±1.14
7	2.38	10.50	6.53±1.11
8	6.62	10.50	5.73±1.11
9	4.50	10.50	7.73±0.78
10	4.50	10.50	6.63±0.96
11	4.50	10.50	7.57±0.97
CONTROL			6.17±0.99

Nota: Media de 30 repeticiones ± DS.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con respecto a la intención de compra nos muestran que la formulación 9 fue la más aceptada por los panelistas con un puntaje promedio de 7.73±0.78, un valor que demuestra una calificación entre “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”. Mientras que la pasta control presentó una puntuación promedio de 6.17±0.99, valor que muestra una calificación entre “Me gusta poco” y “Me gusta moderadamente”.

4.3.13. Análisis de varianza para la intención de compra de la pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de soja y harina de pota

El siguiente ANOVA se ha utilizado para comparar los efectos de la harina de soja y pota en la intención de compra, lo cual es relevante en estudios de comportamiento de posibles consumidores.

Tabla 30.

Análisis de varianza para la variable dependiente intención de compra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón-F	Valor-P
A: Harina de soja	0.021447	1	0.021447	0.033007	0.862970
AA	4.531863	1	4.531863	6.974729	0.045922
B: Harina de pota	0.021447	1	0.021447	0.033007	0.862970
BB	0.884804	1	0.884804	1.361751	0.295856
AB	0.250000	1	0.250000	0.384761	0.562241
Error total	3.248773	5	0.649755		
Total (corr.)	8.181818	10			

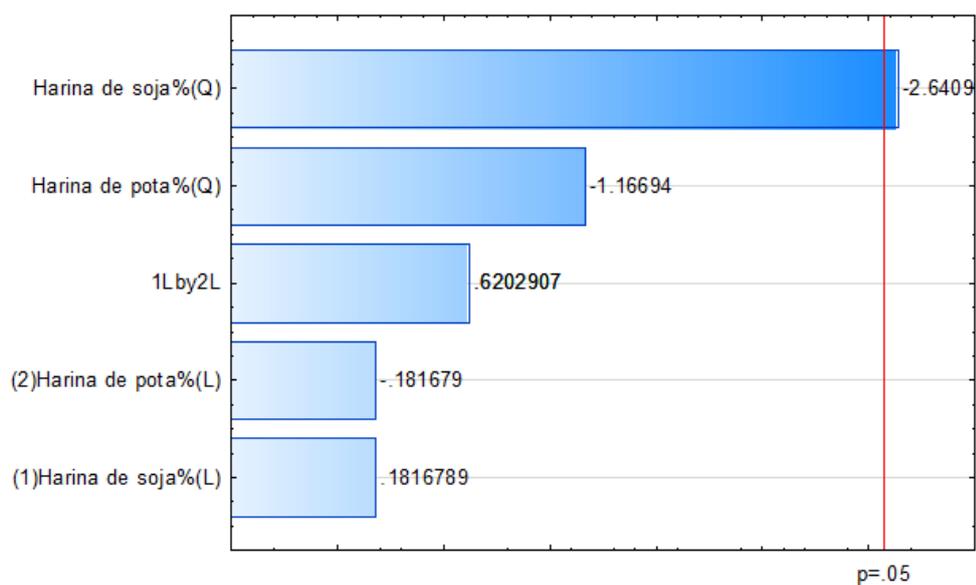
Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

En este caso se demostró que la harina de soja (forma cuadrática) es la única estadísticamente significativa, con un valor de $p < 0.05$.

El análisis resultó en un valor de R^2 del 60.293%. Además, se calculó un R^2 ajustado del 20.586%.

Figura 13.

Diagrama de Pareto para la intención de compra de las pastas alimenticias



La figura 13 nos muestra que, únicamente la harina de soja en su forma cuadrática ha demostrado ser relevante desde un punto de vista estadístico, ejerciendo una influencia significativa en la intención de compra de las pastas.

Tabla 31.

Coefficientes de regresión para la intención de compra de las pastas alimenticias

Coefficiente	Estimado
Constante	7.666667
A: Harina de soja	0.051777
B: Harina de pota	-0.051777
AA	-0.895833
AB	0.250000
BB	-0.395833

Obteniendo la ecuación del modelo ajustado representado por la siguiente fórmula:

$$\text{INTENCIÓN DE COMPRA} = -1.7083333 + 1.336222 * A - .07312925 * A^2 + 1.0488155 * B - .175925926 * B^2 + .047619047619049 * A * B$$

Donde:

A= Harina de soja %

B= Harina de pota %

Este modelo facilitó la generación de gráficos de superficie de respuesta y contornos que se presentan en las siguientes figuras:

Figura 14.

Gráfica de superficie de respuesta de la INTENCIÓN DE COMPRA de las formulaciones de pastas alimenticias.

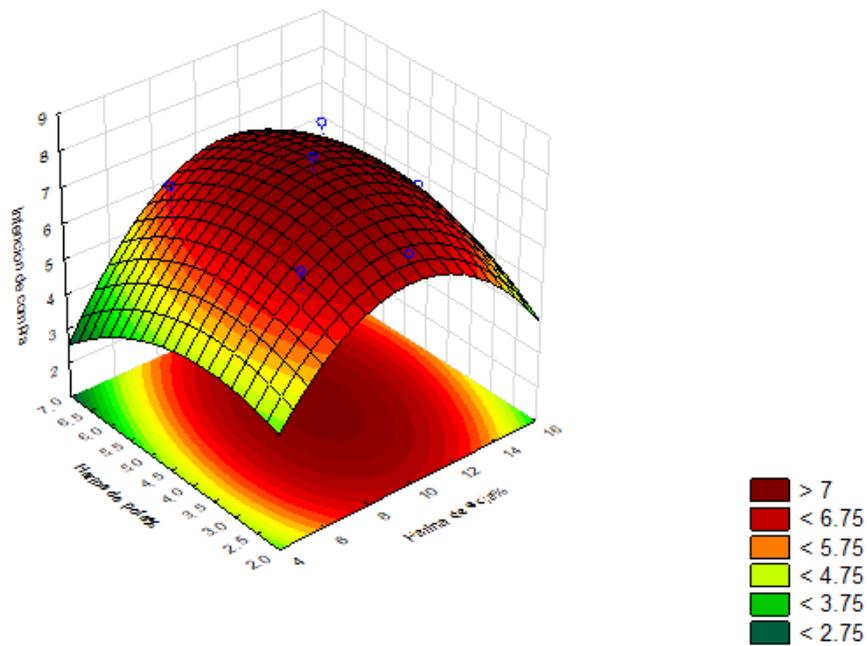
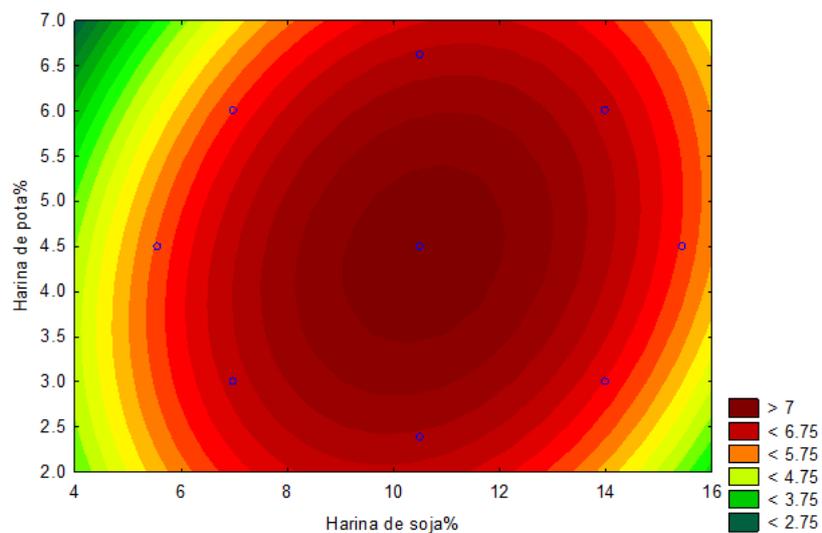


Figura 15.

Gráfica de contorno de la INTENCIÓN DE COMPRA de las formulaciones de pastas alimenticias.



En la figura puede observarse cómo la concentración de color va aumentando hasta llegar al punto central del gráfico, lo que nos indica que las formulaciones del punto central, es decir las que cuentan con un 10.5% harina de soja y 4.5% harina de pota, fueron las que tuvieron una mayor aceptabilidad en la intención de compra por parte de los panelistas.

4.3.14. Optimización de la intención de compra en las pastas alimenticias

En la Tabla 32 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos de porcentaje de harinas de soja y pota.

Tabla 32.

Valores bajo, alto y óptimo para la intención de compra de las pastas alimenticias enriquecidas con harinas de soja y pota.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de soja	5.550253	15.44975	10.57239
Harina de pota	2.378680	6.62132	4.41169

Nota: La tabla muestra los valores bajo, alto y óptimo para la intención de compra de las pastas alimenticias

En el caso de la optimización de la intención de compra de las pastas, se obtuvo como porcentajes óptimos de harina de soja y pota un 10.57239% y 4.41169% respectivamente, teniendo a las formulaciones F9, F10 y F11 (10.5% harina de soja y 4.5% harina de pota cada una) dentro del rango de las cantidades óptimas siendo los tratamientos F9 y F11 los que alcanzaron un mayor puntaje en el análisis sensorial con un promedio de 7.73 ± 0.78 y 7.57 ± 0.97 respectivamente, mientras que la F10 alcanzó un puntaje promedio de 6.63 ± 0.96 .

4.4. Elección de la formulación óptima

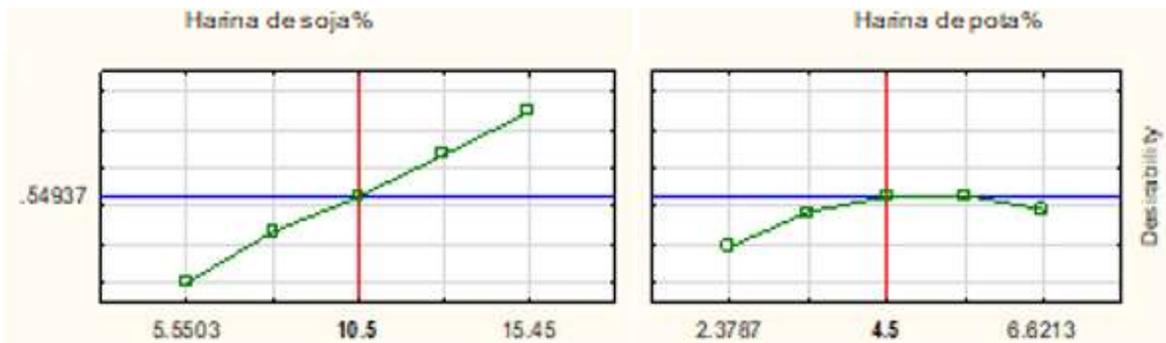
Para identificar la formulación óptima, se empleó la técnica de optimización de múltiples respuestas, utilizando el software estadístico STATISTICA. Se aplicó la función de deseabilidad, seleccionando las variables dependientes utilizadas durante el análisis sensorial tales como: olor, sabor, color y textura.

A partir de las variables dependientes más relevantes, se buscó determinar el porcentaje adecuado de harinas de soja y pota que permitiera obtener una pasta alimenticia con la mayor deseabilidad.

Por lo que se pudo obtener la siguiente gráfica:

Figura 16.

Gráfica deseabilidad de pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de soja y pota



La optimización de múltiples respuestas implica ajustar las variables de proceso para alcanzar el mejor resultado posible.

En la Figura 16 se puede observar cómo varían las variables dependientes en función del porcentaje de harina de soja y pota.

La gráfica de la harina de soja nos indica cómo las puntuaciones obtenidas durante el análisis sensorial responden al cambio en el porcentaje de harina de soja, es decir que, a mayor porcentaje de harina de soja, existe una mayor aceptación en los atributos sensoriales de las pastas. También nos indica el punto óptimo de porcentaje de harina de soja que en este caso es un 10.5%.

Por otra parte, en la gráfica de la harina de pota nos muestra cómo su porcentaje en las formulaciones no es tan influyente en la aceptación en los atributos de las pastas, siendo su punto óptimo un 4.5%.

La deseabilidad se obtiene mediante los valores pronosticados de las variables en una escala de 0 a 1. Esto se hace para evaluar su deseabilidad: cifras próximas a cero indican una deseabilidad baja e inaceptable, mientras que números mayores a 0.5 son considerados aceptables. Los valores cercanos a 1 señalan que la deseabilidad total es óptima (Paucar & Ramos, 2022). En la gráfica obtenida se obtuvo un valor de deseabilidad de 0.54937 el cuál es un valor > 0.5 por lo que representa un valor de deseabilidad óptimo.

Con los puntos óptimos obtenidos (10.5% de harina de soja y 4.5% harina de pota) se consideraron como formulaciones óptimas los tres puntos centrales (F9, F10 y F11) ya que son los tres tratamientos que cuentan con estos niveles de harina de soja y pota.

4.5. Composición química proximal de la formulación óptima

Tras obtener como nuestra formulación óptima a los tratamientos del punto central F9, F10 y F11, procedimos a determinar la composición química proximal de la pasta óptima y la pasta control.

En la siguiente tabla se detalla la composición química proximal de ambas pastas: la pasta óptima compuesta de 10.5% harina de soja y 4.5% harina de pota y la pasta control compuesta 100% de harina de trigo.

Tabla 33.

Composición química proximal de la pasta óptima y pasta control.

Componentes	Pasta óptima	Pasta control
Humedad (%)	8.31 ± 0.68	8.22 ± 0.17
Proteína (%)	22.33 ± 0.32	11.44 ± 0.32
Fibra (%)	1.16 ± 0.04	3.59 ± 0.12
Ceniza (%)	0.86 ± 0.05	0.94 ± 0.03
Grasa (%)	2.92 ± 0.14	5.42 ± 0.12
Carbohidratos (%)	64.43 ± 1.24	70.40 ± 0.13

Nota: Media de dos repeticiones + DS

La pasta control tuvo un mayor contenido de humedad ($8.22 \pm 0.17\%$) comparado con la pasta óptima ($8.31 \pm 0.68\%$), ambas cumplen con lo establecido en la NTP 206.010:2016. “Pastas o fideos para el consumo humano”, la cual establece una humedad máxima de 15% para pastas secas.

El valor de la proteína de la pasta óptima ($22.33 \pm 0.32\%$) supera a la pasta control ($11.44 \pm 0.32\%$) lo que nos sugiere que las harinas de pota y soja tuvieron un impacto positivo al aumentar la proteína de la pasta. Álvarez & Avalos (2019) reportaron en su tesis donde elaboran pasta con adición parcial de harina de trigo por harina de cañihua y harina de chíá, que su formulación óptima (27.07% de harina de cañihua y 8.97% harina de chia) contenía 18.491% de proteína. Por otro lado, Castro *et al.* (2021) reportó un valor de 9.68% de proteína en su pasta elaborada con una sustitución del 10% de harina de trigo por harina de residuo de cáscara de palta, mientras que Pascual (2023) reportó un 15.6% de proteína en su pasta óptima elaborada con harina de residuos de naranjas y manzanas, estos

resultados nos muestran que nuestra pasta óptima supera en cuanto valores proteicos a pastas elaboradas a partir de semillas y residuos de frutas.

La pasta control presentó un mayor contenido de fibra ($3.59 \pm 0.12\%$) que la pasta óptima ($1.16 \pm 0.04\%$), esto debido a que la harina de trigo es más rica en fibra que las harinas de soja y pota, las cuales destacan más por su contenido rico en proteínas. Pascual (2023) en su pasta óptima (harina de trigo 75%, harina de residuos de manzana 0% y harina de residuos de naranja 25%) obtuvo en sus análisis fisicoquímicos un 4.94% de fibra, por otro lado Delgado (2020) en su tesis titulada “Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli” obtuvo como tratamiento óptimo (40% de harina de brócoli y 60% de harina de trigo) la cual contenía 5.6% de fibra, los resultados de estas investigaciones pueden indicar que enriquecer pastas con harinas elaboradas a partir de frutas o verduras puede influir positivamente en la fibra de la pasta, debido a las propiedades que estas materias primas tienen.

En cuanto al porcentaje de grasa y carbohidratos, la pasta control tuvo una mayor cantidad de grasa y carbohidratos con un $5.42 \pm 0.12\%$ y $70.40 \pm 0.13\%$ respectivamente, comparado con la pasta óptima con un $2.92 \pm 0.14\%$ y $64.43 \pm 1.24\%$, lo que demuestra que las harinas de pota y soja disminuyen significativamente las cantidades de grasa y carbohidratos, lo que es algo positivo ya que alimentos que tienen en su composición grandes cantidades de grasa y carbohidratos son por lo general los causantes de sobrepeso y obesidad en la población, al disminuir estos valores, se enriquecieron otros valores nutritivos como la proteína, lo que contribuye al enriquecimiento nutritivo de la pasta.

4.6. Características tecnológicas de la pasta óptima

4.6.1. Tiempo de cocción

El tiempo de cocción es determinante para la textura y el gusto de la pasta. Una pasta insuficientemente cocida resultará en una textura firme y un sabor que recuerda a la harina cruda. Por otro lado, si se cocina por demasiado tiempo, la pasta se vuelve demasiado suave y pegajosa, pierde su forma y adquiere un color alterado, lo cual resulta poco apetecible para los consumidores (Samaan *et al.*, 2006).

Tabla 34.

Tiempo óptimo de cocción de la pasta óptima y la pasta control.

Tipo de pasta	Tiempo de cocción (min)
Pasta óptima	12
Pasta control	10

Nota: La tabla muestra el tiempo óptimo de cocción de la pasta óptima y pasta control

El tiempo que tardan en cocinarse los fideos está relacionado con su contenido de proteína. Según Yao *et al.* (2020), los fideos con menor cantidad de proteína se cocinan más rápido, lo que explica por qué el tiempo de cocción de la pasta óptima obtenida es mayor que la pasta control por 2 minutos.

Pinco & Pretel (2023), en su estudio de pasta tipo fettuccine con adición parcial de harina de trigo por harina de maíz y maca roja, obtuvieron su formulación óptima (82% de harina de trigo, 7% de harina de maíz, y 11% de harina de maca roja), reportando un tiempo óptimo de cocción de 9 minutos.

Álvarez & Saavedra (2019), en la elaboración de pasta con adición parcial de harina de cañihua y harina de chía, siendo su formulación óptima (63.96% harina

de trigo, 27.07% harina de cañihua y 8.97% harina de chía) reportaron 11 minutos como tiempo de cocción. Velazco *et al.* (2018) en su pasta enriquecida con harinas de calabacita, maíz y amaranto, reportaron un tiempo de cocción de 5 minutos, asimismo en su pasta control (100% harina de trigo) reportaron 10 minutos, mientras que en una pasta comercial tuvieron un tiempo de 8 minutos.

4.6.2. Color instrumental de la pasta óptima

El color es una característica importante en una pasta para la aceptación del consumidor, por lo general una pasta con colores de tono amarillo, son a simple vista más apetecibles que fideos con colores oscuros u opacos. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en la evaluación de color de la pasta control.

Tabla 35.

Valores de a, b* y L* obtenidos en la evaluación de color para la pasta óptima y la pasta control*

Tipo de pasta	a*	b*	L*	C*	h*
Pasta óptima	4.32	19.42	59.89	18.32	77.47
Pasta control	4.10	18.52	68.57	17.43	77.49

Nota: La tabla muestra los valores obtenidos en la evaluación del color instrumental de la pasta óptima y pasta control.

La pasta óptima tuvo valores a* y b* de 4.32 y 19.42 respectivamente, mientras que la pasta control obtuvo 4.10 y 18.52, lo que nos indica que el color de las pastas elaboradas tiende a un color amarillo. Valores similares obtuvo Gloria (2023) en su pasta con sustitución parcial de residuos de naranjas y manzanas, con valores en la coordenada b* entre 16.59 y 23.47 también concluyó que el valor de

b* incrementaba conforme la adición de harinas de residuos de naranja y manzana era mayor.

Por otra parte, podemos ver que la adición de harinas de soja y pota en la pasta óptima influyen inversamente proporcional en la coordenada L* es decir que a mayor sustitución de harina de trigo por harina de soja y pota el valor L* va disminuyendo, lo que indica un ligero oscurecimiento de la pasta. Esto también es reportado por Bagdi *et al.* (2016) quienes afirman que el uso de diferentes harinas en lugar de trigo tiende a oscurecer los productos hechos a base de este, además de que distintos componentes presentes en la harina, junto con reacciones de oxidación influyen en el color de los fideos.

Asimismo, Nothando *et al.* (2021) en su elaboración de pasta con sustitución parcial de harina de hoja de amaranto obtuvo en su formulación óptima (3% harina de hoja de amaranto) un valor de 45.39 en la coordenada L* mientras que su pasta control (100% harina de trigo) tuvo un valor de 71.77, esto nos indica que existió una gran diferencia en los valores de L*, esto debido al fuerte tono rojizo de las hojas de amaranto, lo que probablemente hizo que la pasta óptima adoptara un color más oscuro que la pasta control.

4.6.3. Textura instrumental de la pasta óptima

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de los análisis de textura instrumental expresado en mJ, por ser la fuerza que se necesita para quebrar la pasta, al momento de ser consumida.

Tabla 36.

Resultados obtenidos de la textura instrumental de la pasta óptima y la pasta control

Tipo de pasta	Textura (mJ)
Pasta óptima	0.33±0.09
Pasta control	0.49±0.08

Nota: La tabla muestra los valores obtenidos en la evaluación del color instrumental de la pasta óptima y pasta control.

Según los resultados obtenidos la pasta control presenta una textura de 0.49±0.08mJ, mayor a la pasta óptima que tiene un valor de 0.33 ±0.09mJ, esto es debido a que la pasta control contiene una mayor cantidad de fibra que la pasta óptima.

Larrosa *et al.* (2016) Encontraron en su pasta elaborada con sémola de trigo un valor de textura de 0.47 mJ, un valor que se asemeja a nuestra pasta control, así como también los resultados de Álvarez & Avalos (2019) indicaron que la pasta con más aceptabilidad obtuvo una textura de 0.01 ± 0.002 mJ, por lo cual se puede asumir que los valores de textura instrumental obtenidos en la Tabla 36 (0.33±0.09mJ) se encuentran en el rango de los parámetros para una pasta alimenticia con adición parcial de harina de trigo.

Mitra *et al.* (2016) mencionan que una mayor dureza en los fideos puede ser el resultado de un contenido elevado de fibra. Esto se debe a que los elementos constituyentes de la fibra pueden fortalecer la masa al interactuar con la red de gluten, específicamente a través de los monómeros de ácido ferúlico, lo que resulta en una mayor firmeza de los fideos.

4.7. Determinación de la vida útil de la pasta óptima y pasta control

Se determinó el tiempo de vida útil de la pasta alimenticia óptima con la mejor formulación (4.5% harina de papa y 10.5% harina de soja), realizando una evaluación sensorial (olor, sabor, color y textura) empleando la escala de Karlsruhe con valores que van desde 1 (muy malo) a 9 (excelente), realizada a 7 panelistas semientrenados, durante 45 días, también se determinó el análisis fisicoquímico (% Humedad, % Acidez) durante el mismo tiempo que se realizó el análisis sensorial, cabe resaltar que las pastas alimenticias fueron empacadas en bolsas ziploc con cierre hermético y almacenados a temperatura ambiente.

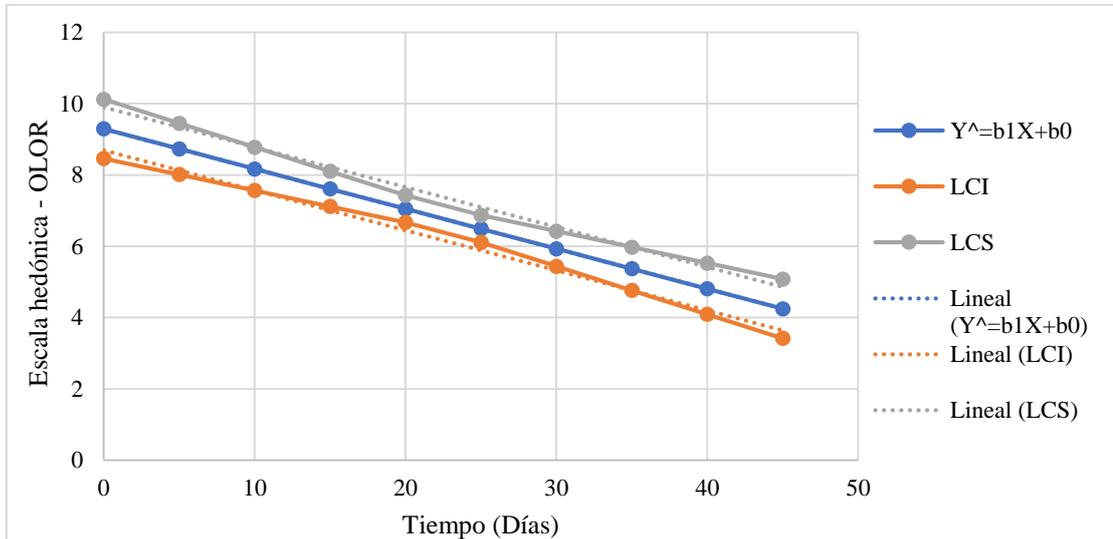
4.7.1. Determinación de la vida útil por evaluación sensorial

4.7.1.1. Olor sensorial

La figura 17, muestra la puntuación dada por los panelistas respecto al atributo sensorial olor, durante el tiempo transcurrido de 45 días, en la que fue evaluado la pasta óptima. En la que se observa que el puntaje que fue dado por los panelistas tiende a disminuir con el transcurso de los días, de acuerdo con la Figura 18, se observa que en el día 0 la pasta obtuvo un puntaje promedio de 8.7, indicando una muy buena aceptación y situándose en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, que corresponde a las características típicas de las pastas. Sin embargo, para el día 45, el puntaje promedio descendió a 3.9, ubicándose en el grado 3 de calidad, lo que indica un deterioro indeseable. Se llevó a cabo una regresión lineal para determinar la vida útil de la pasta óptima en relación con su atributo sensorial de olor. Se estableció un límite de aceptabilidad de 5, basado en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial. Los cálculos indicaron que la vida útil es de 38.29 días.

Figura 17.

Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial olor, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.



Según la Figura 17, se puede observar cómo el puntaje va disminuyendo según pasan los días, lo que nos indica que el olor de la pasta va disminuyendo su calidad con el pasar de los días, esto debido al proceso de oxidación de las grasas presentes en la pasta, lo que la va deteriorando y dando como resultado olores no deseados.

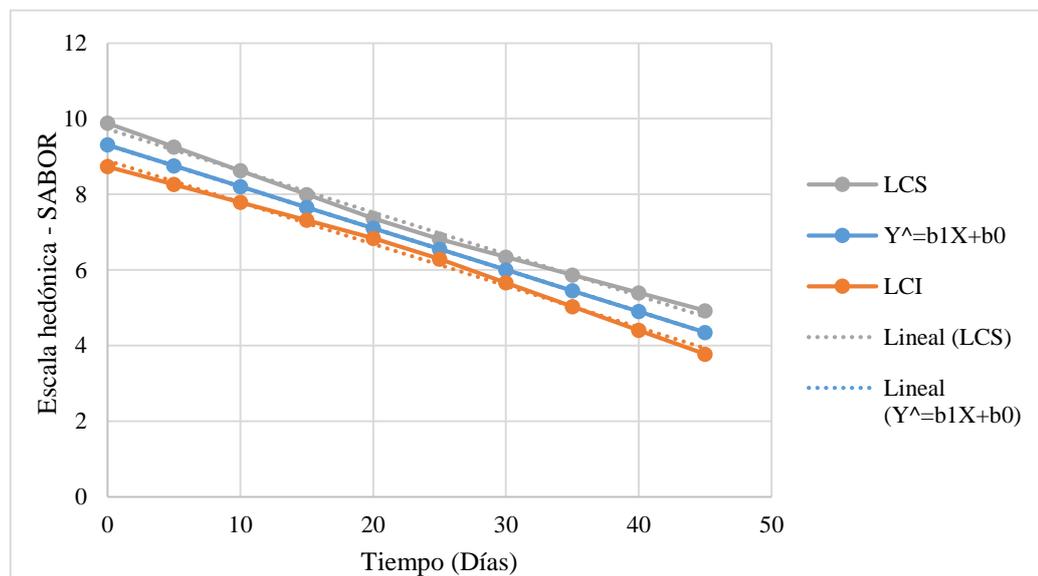
4.7.1.2. Sabor sensorial

En la figura 18, se observa la puntuación dada por los panelistas respecto al atributo sensorial sabor, durante el tiempo transcurrido de 45 días, en la que fue evaluado la pasta óptima. En la que se aprecia que el puntaje que fue puntuado por los panelistas tiende a disminuir con el transcurso de los días, Según la figura 18 se puede observar que en el día 0 la pasta obtuvo un puntaje promedio de 8.9, indicando así aceptación muy buena, ubicándose en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, lo que se interpreta que, estas pertenecen a las características típicas que tienen las pastas, mientras que para el día 45, el puntaje un promedio

descendió a 4.1, ubicándose en grado 3 de calidad, en la que se aprecia un deterioro indeseable. Se llevó a cabo la regresión lineal respectiva, en la cual se determinó el tiempo de vida útil de la pasta óptima, respecto a su atributo sensorial sabor, para lo cual se estableció un límite de aceptabilidad de 5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir su calidad comercial, realizando los cálculos esta presenta una vida útil de 39.10 días.

Figura 18.

Grafica de vida útil para el atributo sensorial sabor, de la pasta alimenticia óptima durante 45 días almacenada a temperatura ambiente.



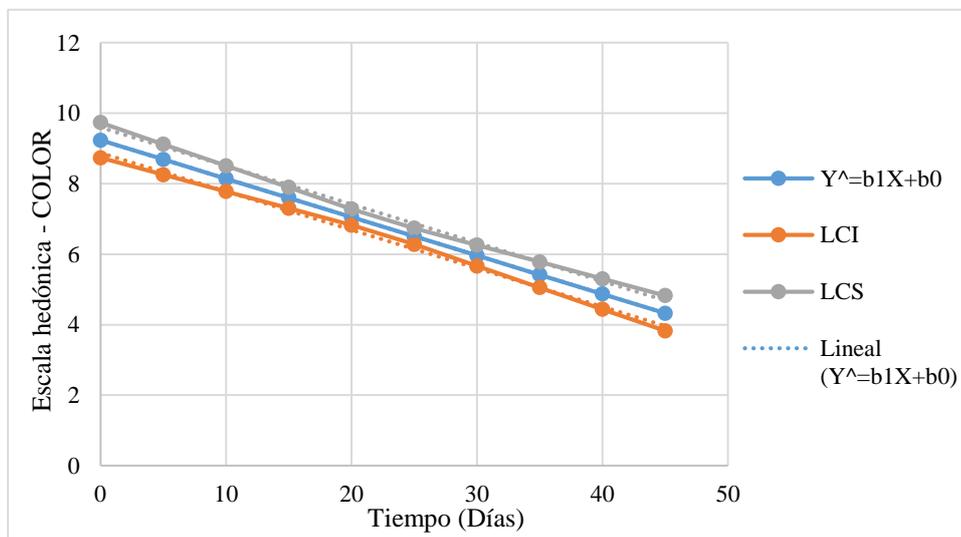
Según la Figura 18, puede observarse en la figura que el puntaje promedio del sabor va disminuyendo según pasan los días, caso similar presentado en el olor, esto también es debido a la oxidación de las grasas. Durante la oxidación, los ácidos grasos reaccionan con el oxígeno del aire lo que causa un deterioro en la pasta que aumenta con el pasar de los días y lo que da como resultado el enranciamiento.

4.7.1.3. Color sensorial

La figura 19, muestra la puntuación dada por los panelistas respecto al atributo sensorial color, durante el tiempo transcurrido de 45 días, en la que fue evaluado la pasta óptima. En la que se observa que el puntaje que fue dado por los panelistas tiende a disminuir con el transcurso de los días, de acuerdo con la figura 19, se observa que en el día 0 la pasta obtuvo un puntaje promedio de 8.9, indicando una muy buena aceptación y situándose en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, que corresponde a las características típicas de las pastas. Sin embargo, para el día 45, el puntaje promedio fue de 3.9, ubicándose en el grado 3 de calidad, lo que indica un deterioro indeseable. Se realizó la regresión lineal correspondiente, en la cual se determinó el tiempo de vida útil de la pasta óptima, respecto a su atributo sensorial color, para lo cual se determinó un límite de aceptabilidad de 5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial, realizando los cálculos esta presenta una vida útil de 38.81 días.

Figura 19.

Grafica de vida útil para el atributo sensorial color, de la pasta alimenticia óptima durante 45 días almacenada a temperatura de ambiente.

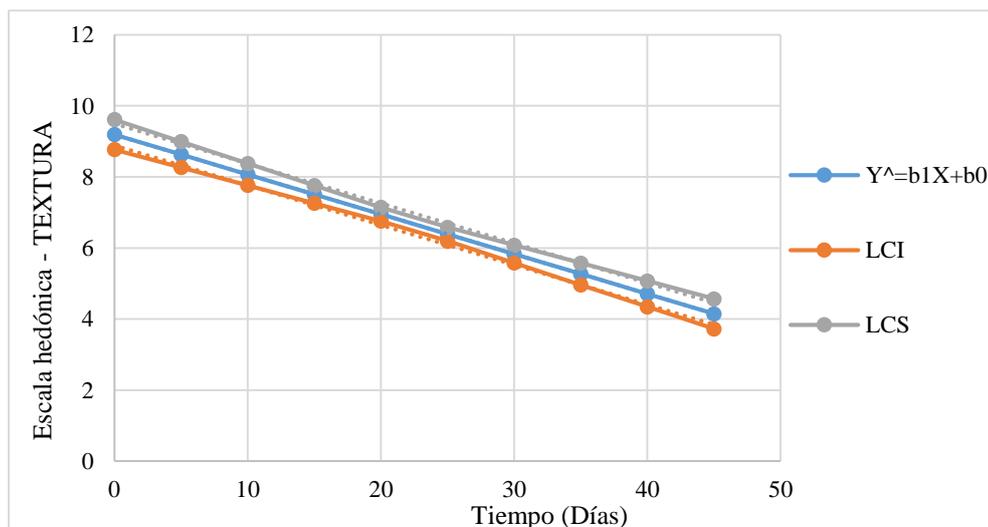


4.7.1.4. Textura sensorial

La figura 20, muestra la puntuación dada de parte de los panelistas respecto al atributo sensorial de la textura, durante el tiempo transcurrido de 45 días, en la que fue evaluado la pasta óptima. Donde se aprecia que el puntaje que fue dado por los panelistas tiende a disminuir con el transcurso de los días, Según la figura 20 se puede observar que en el día 0 la pasta tuvo un puntaje promedio de 8.9, indicando una aceptación muy buena y situándose en el grado 1 de la escala, lo que se interpreta que, corresponden a las características típicas de las pastas, no obstante, para el día 45, el puntaje promedio descendió a 3.9, ubicándose en grado 3 de calidad, la cual se interpreta como un deterioro indeseable. Se llevó a cabo la regresión lineal respectiva, en la que se estableció un límite de aceptabilidad de 5, basado en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial, realizando los cálculos esta presenta una vida útil de 37.40 días.

Figura 20.

Grafica de vida útil para el atributo sensorial textura, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenada a temperatura ambiente



4.7.2. Determinación de vida útil por análisis fisicoquímico

4.7.2.1. Humedad

El contenido humedad es uno de los requisitos más importantes para las pastas, además de ser un parámetro clave para determinar su vida útil. Según la NTP 206.010:2016, las pastas no deben exceder el 15% de humedad. El % de humedad en los alimentos nos indica la cantidad de agua presente, lo cual indica información sobre las propiedades reológicas y la textura del alimento, y también determina el tipo de reacciones químicas que pueden ocurrir (Bolaños, et al., 2003).

Tabla 37.

% Humedad de la pasta óptima y control durante 45 días de almacenamiento.

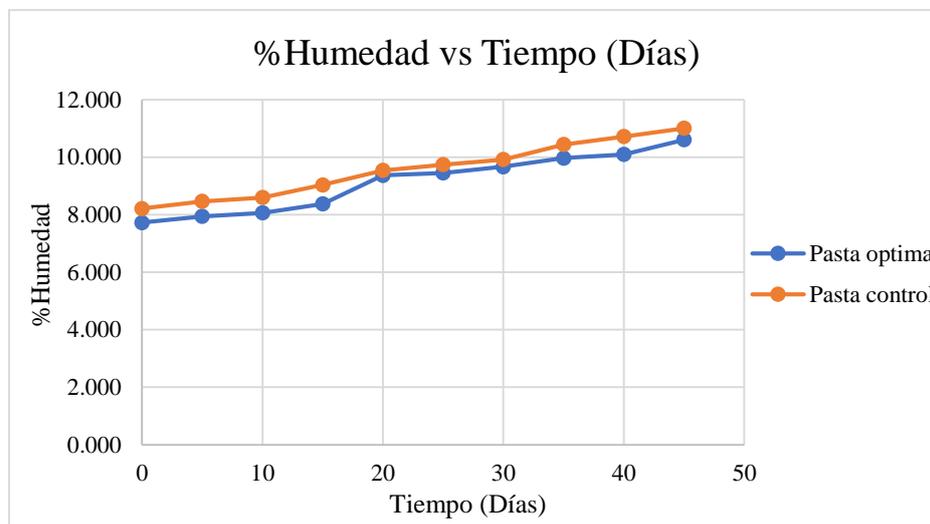
EVALUACIONES TIEMPO (DIAS)	Pasta optima	Pasta control
0	7.726 ± 0.732	8.217 ± 0.483
5	7.943 ± 0.432	8.464 ± 0.372
10	8.064 ± 0.483	8.602 ± 0.753
15	8.378 ± 0.584	9.038 ± 0.117
20	9.371 ± 0.793	9.546 ± 0.172
25	9.455 ± 0.372	9.742 ± 0.283
30	9.669 ± 0.783	9.924 ± 0.473
35	9.973 ± 0.743	10.445 ± 0.584
40	10.101 ± 0.583	10.724 ± 0.674
45	10.613 ± 0.283	11.013 ± 0.382

Nota: Media de 2 repeticiones ± DS

En la tabla 37, se observa que en el transcurso de los 45 días de almacenamiento el % de humedad tanto la pasta control junto con el óptimo van aumentando llegando a puntuar un valor de 11.013% y 10.613% respectivamente el día 45. También en el día 0, la pasta control presenta un valor de humedad mayor (8.217%), mientras que la pasta optima presento un valor de 7.726%.

Figura 21.

Variación del % de Humedad de la pasta óptima y control durante el tiempo de almacenamiento.



La figura 21, muestra como aumenta lentamente el % de humedad respecto a la pasta óptima y control en el tiempo de almacenamiento de 45 días, estos fueron envasados en bolsas con cierre hermético y almacenados a temperatura ambiente. En la que se aprecia, que la pasta control, durante los 45 días de almacenamiento su % de humedad aumentó de 8.217% a 11.013%, en comparación a la pasta óptima, el cual aumento de 7.726% a 10.613%. Este aumento en los valores de humedad está relacionado con las condiciones ambientales (humedad y temperatura ambiente) en las que se almacenó la pasta, y también el tipo de envase que se utilizó para su almacenamiento, siendo en este caso bolsas de polietileno con cierre hermético.

4.7.2.2. Acidez

Se evaluó el % de acidez que presento tanto de la pasta optima como el control, durante los 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 38.

% Acidez de la pasta óptima y control durante 45 días de almacenamiento.

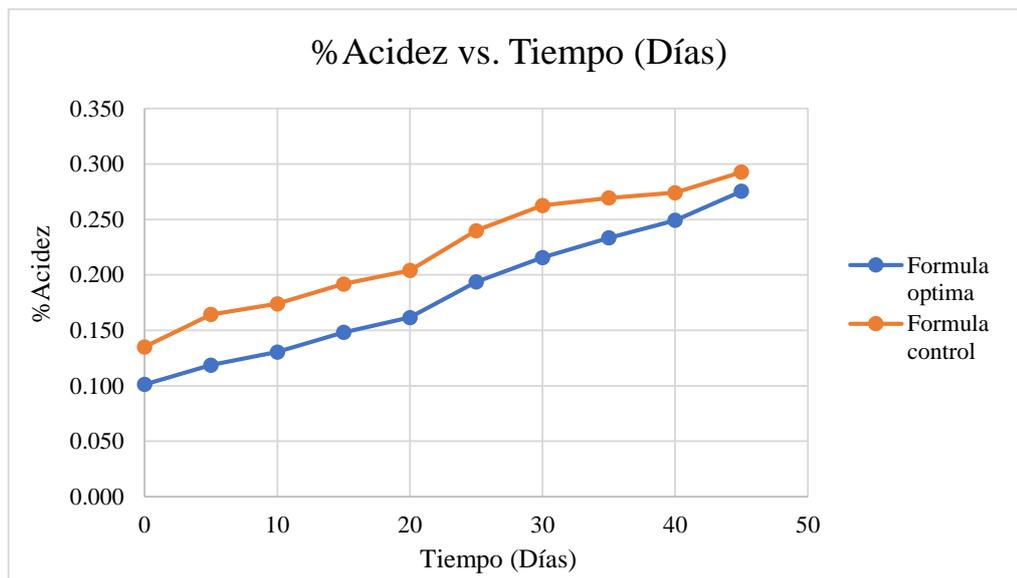
EVALUACIONES TIEMPO (DIAS)	Formula optima	Formula control
0	0.101 ± 0.353	0.135 ± 0.278
5	0.119 ± 0.524	0.164 ± 0.173
10	0.130 ± 0.545	0.174 ± 0.234
15	0.148 ± 0.828	0.192 ± 0.273
20	0.162 ± 0.623	0.204 ± 0.849
25	0.194 ± 0.523	0.240 ± 0.783
30	0.216 ± 0.583	0.263 ± 0.283
35	0.233 ± 0.234	0.269 ± 0.894
40	0.249 ± 0.293	0.274 ± 0.729
45	0.276 ± 0.732	0.293 ± 0.934

Nota: Media de 2 repeticiones ± DS

En la tabla 38, se observa los valores de % de acidez que obtuvieron tanto la pasta óptima como la pasta control, en donde se observa que para el día 0, la pasta control presento un valor de acidez de 0.135%, mientras que la pasta óptima presento una acidez de 0.101%.

Figura 22.

Variación del % de Acidez de la pasta óptima y control durante el tiempo de almacenamiento.



En la figura 22, se observa que, en el día 0 de almacenamiento, la pasta control presentó un valor de %acidez mayor que la pasta optima, conforme los días transcurren ambas muestras terminan con un % de acidez parecidos para el día 45 de almacenamiento.

Según la NTP 206.010:2016, el porcentaje de acidez en una pasta alimenticia, expresado como ácido láctico, no debe exceder el 0.45%. No obstante, tanto la pasta óptima como la pasta de control no tienen ingredientes que contengan lactosa, por lo que esta medida no sería aplicable. En su lugar, en las pastas predomina el ácido sulfúrico debido a la presencia de harina de trigo.

Por lo que los autores, Espinoza y Paucar, (2022), indican que el porcentaje de ácido sulfúrico está directamente relacionado con la temperatura de almacenamiento. Si el almacenamiento no es adecuado, las enzimas lipasas aceleran la hidrólisis de las grasas, lo que provoca un aumento de la acidez debido a la liberación de ácidos grasos.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó la composición químico-proximal de las harinas determinando un alto contenido de proteína (81.89%) en la harina de pota, en comparación a la harina de soja la cual se obtuvo un (48.92%), mientras que la harina de trigo empleada en esta investigación obtuvo resultados similares a la reportado en la tabla peruana de composición de alimentos (2017).
- El cómputo químico de las pastas enriquecidas con harinas de pota y soja obtuvieron un porcentaje mayor al 100%, respecto al porcentaje del aminoácido lisina este sobrepasa el 70% recomendado por la FAO/OMS, incrementándose al emplear mayor harina de pota, tal como se visualizó en la formulación 4 con 81.05% de lisina.
- En la evaluación sensorial de las pastas se obtuvo como formulación óptima (F9, F10 y F11), los cuales fueron los puntos centrales, estos tratamientos resultaron de forma óptima agradable para el consumo humano, que expresaron dentro de la escala hedónica la puntuación designada entre 7 y 8, siendo el valor 7= Me gusta moderadamente y 8= Me gusta mucho.
- La formulación óptima está compuesto por Harina de pota (4.5%), Harina de soja (10.5%) y Harina de trigo (85%), de acuerdo a nuestro diseño experimental DCCR², esta formulación maximiza las variables dependientes, obteniéndose una mayor deseabilidad.
- La pasta óptima tiene una composición química proximal de 22.33 % de proteína, 1.16% de fibra, 2.92% de grasa, estos valores incrementan el valor nutricional de las pastas, respecto a una pasta comercial que está compuesta solo por harina de trigo
- La pasta alimenticia óptima enriquecida con harinas de pota y soja cumplen con los requisitos estipulados en la Norma Técnica Peruana 206.010:2016 y a su vez presenta un tiempo de vida útil de 39 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Estudiar y evaluar sobre otras formas de uso de la pata y soja como complemento para productos agroindustriales o farmacéuticos, para seguir con la rama de la investigación.
- Evaluar o realizar un estudio que determine la viabilidad económica-financiera para la comercialización y producción de este producto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bianca, D., De Simone, V., De Leonardis, A., Giovaniello, V., Del Nobile, M., Padalino, L., Lecce, L., Borrelli, G. M., & De Vita, P. (2016). Use of purple durum wheat to produce naturally functional fresh and dry pasta. *Food Chemistry*, 205, 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.14>
- Badui, D. (2017). *Química de los Alimentos* (5ª ed.). México: Pearson Educación.
- Braschi, F., Castillo, M., Doig, A., Landa, D., Oquelis, A. (2019). Elaboración de productos proteicos a base de harina de pota en Piura. Universidad Nacional de Piura.
- CANIMOLT (2016). Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. Reporte estadístico. Obtenido de: <http://www.canimolt.org/revista-canimolt>.
- Carrera, Y., Franco, E., & Quintero, R. (2019). Desarrollo y caracterización de panquecas a base de harina de trigo (*Triticum*) y harina de yuca (*Manihot esculenta*). *I+D Tecnológico*, 15(1), 24-29. <https://doi.org/10.33412/idt.v15.1.2094>
- Carvalho-Barreto, G., Vanderlei, F., Marques-Vanderlei, L. & Madeiro-Leite, A. (2016). Impact of malnutrition on cardiac autonomic modulation in children. *Journal de Pediatria*, 92 (6), 638-644.
- Castañeda, A & Ordinola, J (2018). “Formulación de un producto extruido y fortalecido con tres niveles de proteínas proveniente de harina de pota (*Dosidicus gigas*)”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
- Codex, A. (2019). Norma del Codex para productos proteínicos de soja-CODEX STAN 175-1989. *Codex Alimentarius*.
- Córdova, J. (2016). Efecto del polvo protéico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo para la elaboración de yogurt. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima.

- Criscaut, A. (2016). Harina de soya. Obtenido de Alimentos: <http://alimentos.org.es/harinasoja>
- De la Concepción, M., Carranco, E., Salinas, C., & Silva, C. (2016). Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas*. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*, 66 (1). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/1/art-9/>
- Díaz, B., & Espinoza, I., (2022). “Elaboración de cookies con chips de cushuro (*Nostoc Sphaericum*) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña”. Universidad Nacional del Santa.
- Espinoza, K. (2017). Desarrollo de un snack extruido a base de maíz enriquecido con harina de pota (*Dosidicus gigas*) precocida y determinación de su vida útil. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Espinoza, R. (2023). Valor nutricional y evaluación de la aceptabilidad de un snack de maíz amarillo (*Zea mays L.*), haba (*Vicia faba*), mijo (*Panicum miliaceum*) y harina de pota (*Dosidicus gigas*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- FAOSTAT. (2018). Global Food and Agriculture Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations- Retrieved 27 August 2020. *Production Quantities of Soybeans*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
- FUNIBER, F. (2020). *Base de datos internacional de Composición de Alimentos- Composición Nutricional de la Harina de Soya*. USA.
- García, P., & Ortega, T. (2015). Soja: beneficios y valor nutritivo. *Puleva*. Obtenido de: <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/s/sojabeneficios-y-valor-nutritivo>

- Gastrolab. (2021). Aprende a identificar las diferencias que existen entre tallarines, espaguetis y fettuccine (en línea). Consultado 24 oct. 2022. Obtenido de: <https://www.gastrolabweb.com/tendencias/2021/9/17/aprende-identificar-las-diferencias-que-existen-entre-tallarines-espaguetis-fettuccine-15172.html>.
- Gil, A. (2010). *Tratado De Nutrición. Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Editorial Médica Panamericana. Madrid. ISBN: 978-84-9835-347-1.
- Granito, M., Pérez, S., Valero, Y. (2014). Calidad de cocción, aceptabilidad e índice glicémico de pasta larga enriquecida con leguminosas. *Revista Chilena de Nutrición*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000400012>
- Gómez-Corona, C., Escalona-Buendía, H., García, M., Chollet, S., & Valentin, D. (2016). Craft vs. industrial: Habits, attitudes and motivations towards beer consumption in Mexico. *Appetite*, 96, 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.002>
- Gull, A., Prasad, K., & Kumar, P. (2018). Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.12.003>
- Hu, B., Chen, Q., Cai, Q., Fan, Y., Wilde, P. J., Rong, Z., & Zeng, X. (2017). Gelation of soybean protein and polysaccharides delays digestion. *Food Chemistry*, 221, 1598–1605. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.124>
- Ibáñez, C., Arguelles, J., Yamashiro, C. (2016). Los calamares y potas (Cephalopoda: Teuthoidea) del mar peruano. *ResearchGate*. 15(97), 2-13.
- Ibarra, L. (2006). “Efectos sobre la calidad y funcionalidad del músculo de manto de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) sometido al almacenamiento en hielo”. México: Instituto Tecnológico de Tepic. p.126.
- Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI). (2009). Consumo de alimentos y bebidas, Obtenido de: <https://www.inei.gob.pe>

- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2009. Chacra Experimental Integral Barrow –Trigo Candeal: Criterios para la evaluación de la calidad. Argentina.
- Isanga, J., & Zhang, G. (2008). Soybean Bioactive Components and their Implications to Health—A Review. *Food Reviews International*, 24(2), 252–276. <https://doi.org/10.1080/87559120801905842>
- Jiménez, L. (2012). *Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano*. Perú
- Kumar, P., Yadava, R., Babita, G., Kumar, S., Verma, R., Yadav, S. (2011). Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. *Life Sciences and Medicine Research*.
- Latunde-Dada, O., Aslam, F., Ellis, R., Berry, S., & Sharp, P. A. (2019). Wheat Flour Fortification to Prevent Iron-Deficiency Anemia. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, 485–491. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814639-2.00039-3>
- Li, M., Zhu, K. X., Guo, X. N., Brijs, K., & Zhou, H. M. (2014). Natural additives in wheat-based pasta and noodle products: opportunities for enhanced nutritional and functional properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 347-357. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
- Liu, H., & Li, H. (2017). Application and Conversion of Soybean Hulls. In M. Kasai (Ed.), *Soybean - The Basis of Yield, Biomass and Productivity*. InTech. <https://doi.org/10.5772/66744>
- Makinde, F., & Eytayo, A. O. (2019). The evaluation of nutritional composition and functional and pasting properties of wheat flour-coconut flour blends. *Croatian 155 journal of food science and technology*, 11(1), 21-29. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2019.11.1.03>

- Mariátegui, L. (2011). *El Calamar Gigante en el Mar Peruano*, Crucero B/P Hakurei Maru, en informe de investigación, 38(4). Callao. IMARPE. 395 – 411.
- Markaida, U. (2006). Food and Feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997-98 El Niño event. *Fish. Res.*, 1-12.
- Meilgaard, M. C., Dalgliesh, C. E., & Clapperton, J. F. (1979). BEER FLAVOUR TERMINOLOGY1. *Journal of the Institute of Brewing*, 85(1), 38–42. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1979.tb06826.x>
- Melina, E. (2015). Harinas enriquecidas en proteínas: Efecto del tratamiento tecnológico sobre la calidad nutricional de productos panificados, Universidad Nacional del Litoral.
- Moreno, O. (2020). Contenido y calidad proteica en diferentes corrientes de molienda de trigo panadero en un molino comercial. *Biocencia*, Scielo Mexico. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v22i3.1201>
- Murata, K. J., Gross, M., & Usleber, E. (2015). Microbiological quality of raw dried pasta from the German market, with special emphasis on *Cronobacter* species. *Journal of Food Science*, 80(12). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13117>
- Murieta, C., Martínez, M., Manuel, V., & Higuera, O. (2016). Squid protein characteristics and their potential industrial applications. *Redalyc*. 41 (8) 520-525. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33946993002.pdf>
- Nikoo, M., Regenstein, J. M., & Ahmadi Gavlighi, H. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) and its potential to preserve the quality and safety of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 732–753. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12338>
- Nimbe Torres y Armando Tovar-Palacio. (2018). Historia del uso de la soya en México y su valor nutricional.

- Norma Técnica Peruana 205.064:2015 (revisada el 2020) TRIGO. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos.
- Norma Técnica Peruana 206.010:2016. Pastas o fideos para consumo humano, Requisitos. Dirección de Normalización – INACAL.
- Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada en el 2018). Bizcochos, galletas, pastas o fideos. Determinación de humedad.
- Norma Técnica Peruana 206.013:1981 (Revisada en el 2021). Bizcochos, galletas, pastas o fideos. Determinación de acidez.
- Pinco y Pretel, 2023. Pastas tipo fettucine con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz y harina de maca roja. Universidad Nacional del Santa.
- Piollivico, L. 2013. Medallones proteicos a base de harina de soja de alto valor nutricional.
- Ponce, J., Málaga, A., Huamani, L., y Chuqui, S. (2016). Optimización de la concentración de la α -amilasa y lactosuero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. *Agroindustrial Science*.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1275/1203>
- Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C.; Bravo, F. (2017). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud del Perú.
- Ridner, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. 1º ed. Sociedad Argentina de Nutrición. Buenos Aires. Argentina. 96 p.
- Roldán, D. (2008). Industrialización de harina de papa (*Dioscorea esculenta*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(2), pp. 120-121. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v73n2a10>

- Roldán, D., & Lazo, L. (2009). Características nutricionales del concentrado de proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (CP-Lamolina)". Artículo aprobado en Anales Científico. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v82i1.1755>
- Rosas, Z. (2007). *Caracterización parcial de sólidos, solubles presentes en el agua de cocción del músculo de calamar gigante (Dosidicus gigas)*, Instituto tecnológico de Mochis, México. 61p.
- Sandoval, D. 2020. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y harina de soya (*glycine max*) en elaboración de galletas dulces" Universidad Nacional del Santa.
- Sean, F. y William, A. (2016). Wheat Nutrition. Wheat Flour. (pp. 49-56). Editorial. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06189-5>
- Shrivastava, C., & Chakraborty, S. (2018). Bread from wheat flour partially replaced by fermented chickpea flour: Optimizing the formulation and fuzzy analysis of sensory data. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 90, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.019>.
- Sijia, L., Xiaohui, Z., Yilong, H., Shulin, L., Haiyang, N., Xiaoming, L., Chao, F., Dong, C., & Xinyi, S., (2017). Natural variation at the soybean J locus improves adaptation to the tropics and enhances yield. <https://doi.org/10.1038/ng.3819>
- Silva, C. (2016). "Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo". Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Toler, S. (2019). El consumo de soja en el cuerpo humano. Helloclue. Obtenido de: <https://helloclue.com/es/articulos/cultura/el-consumo-de-soya-afecta-tus-hormonas>.
- Varela, C., Fajardo, M., Garrido, B., Alassia, F., Garrido, C.; León, N. & Cian, R. (2019). Chemical composition and protein quality of pasta complemented with *Porphyra*

columbina. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Villa, T. (2021). Informe de resultados de cultivares de soja. Red de Soja NEA

Yamashiro, C. y Pérez, F. (2018). Galletas fortificadas con harina de maca (*lepidium meyenii*) y kiwicha (*amaranthus caudatus*) y evaluación de características fisicoquímica sensoriales. Universidad Nacional del Santa.

Yamashiro, C. (2016). *El Recurso Calamar Gigante en la Costa Peruana y El Niño*. Boletín trimestral oceanográfico. ITP, 2:10-19.

Zhang, R., Pan, W., Lin, W., Li, M., & Niu, F. (2017). Salting-in effect on muscle protein extracted from giant squid. *Food Chemistry*, 215, 256-262.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.177>

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Balance de materia en el proceso de obtención de harina de pota.

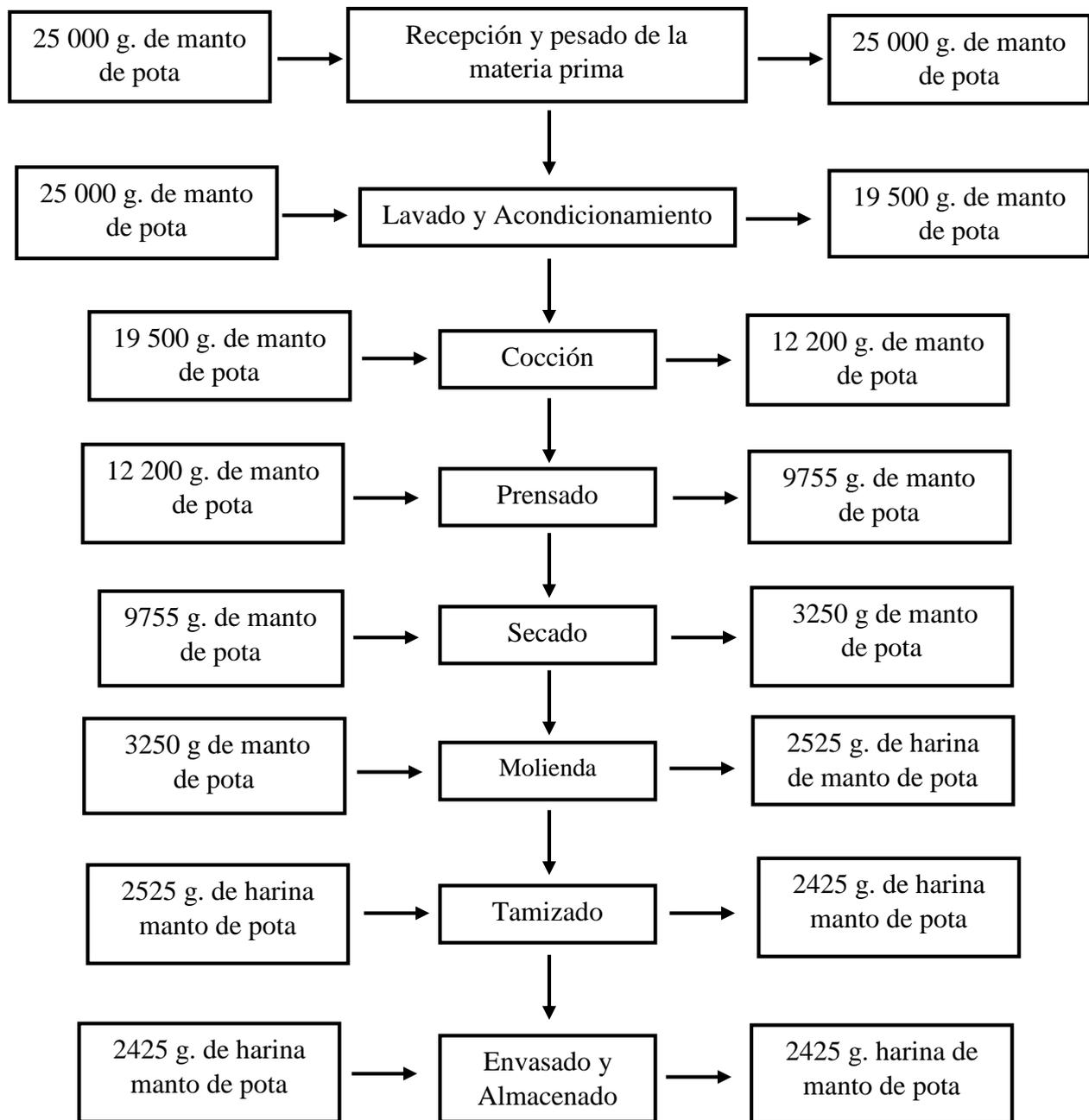


Figura 23. Diagrama de flujo aplicado al balance de materia para la obtención de la harina de pota

Anexo 02. Balance de materia en el proceso de obtención de harina de soja.

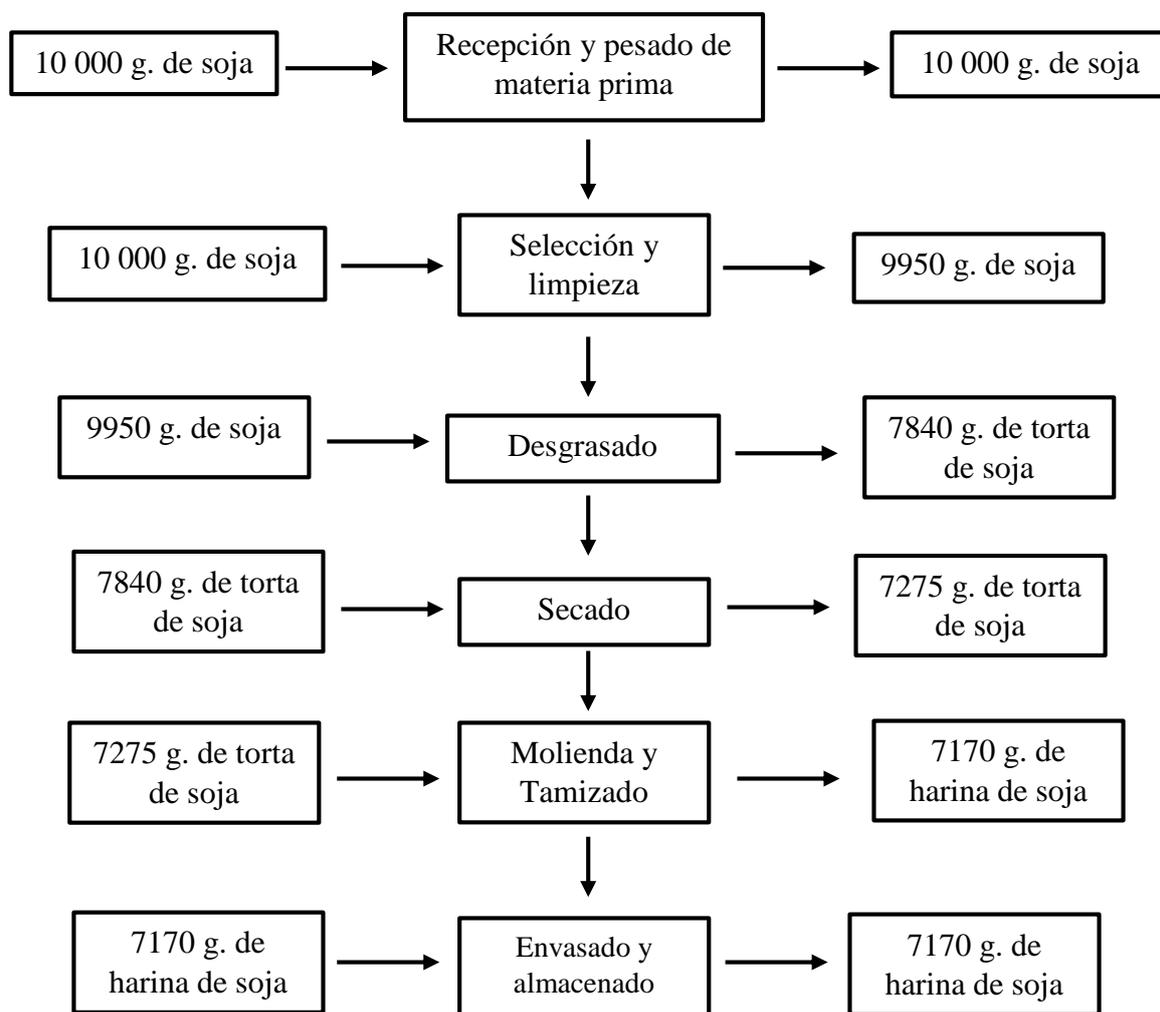


Figura 24. Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de soja

Anexo 03. *Proceso de obtención de la harina de pota*



Figura 25. Recepción de la materia prima (manto de pota)



Figura 26. Lavado de la materia prima



Figura 27. Corte y acondicionamiento de la materia prima



Figura 28. Materia prima acondicionada en trozos pequeños



Figura 29. Materia prima posterior al cocinado y prensado



Figura 30. Secado de la materia prima



Figura 31. Molienda y tamizado



Figura 32. Harina de pota

Anexo 04. *Proceso de obtención de harina de soja.*



Figura 33. Recepción de la materia prima (granos de soja)



Figura 34. Proceso de desgrasado en el equipo expeller-prensa en frío



Figura 35. Torta de soja o soja desgrasada



Figura 36. Secado de la torta de soja



Figura 37. Molienda y tamizado



Figura 38. Harina de soja

Anexo 05. *Proceso de elaboración de las pastas alimenticias.*



Figura 39. Recepción de insumos para la elaboración de pastas alimenticias

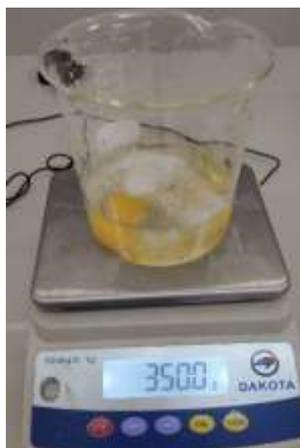


Figura 40. Dilución del huevo en agua



Figura 41. Adición de las harinas



Figura 42. Mezclado y amasado de las harinas en el equipo pastaia



Figura 43. Adición de la dilución de huevo



Figura 44. Secado de las pastas alimenticias



Figura 45. Pasta seca y envasada

Anexo 06. Determinación de humedad (Método de la estufa), para las harinas y pastas.

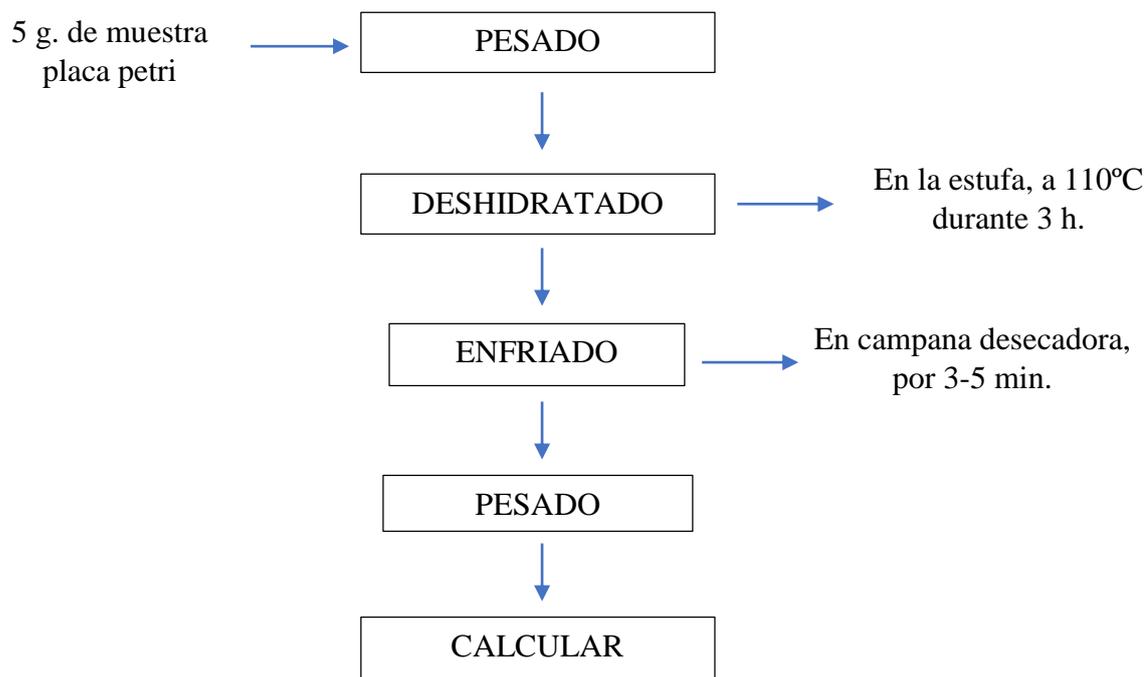


Figura 46. Diagrama de flujo para la determinación de humedad

Formula a emplear:

$$\%Humedad = \frac{P1 - P2}{m} * 100$$

Donde:

P1: Peso de la muestra inicial + peso de la placa

P2: Peso en base seca + peso de la placa

m: Peso de la muestra en g.



Figura 47. Determinación de humedad por el método de la estufa

Anexo 07. *Determinación del contenido de cenizas para las harinas y pastas.*

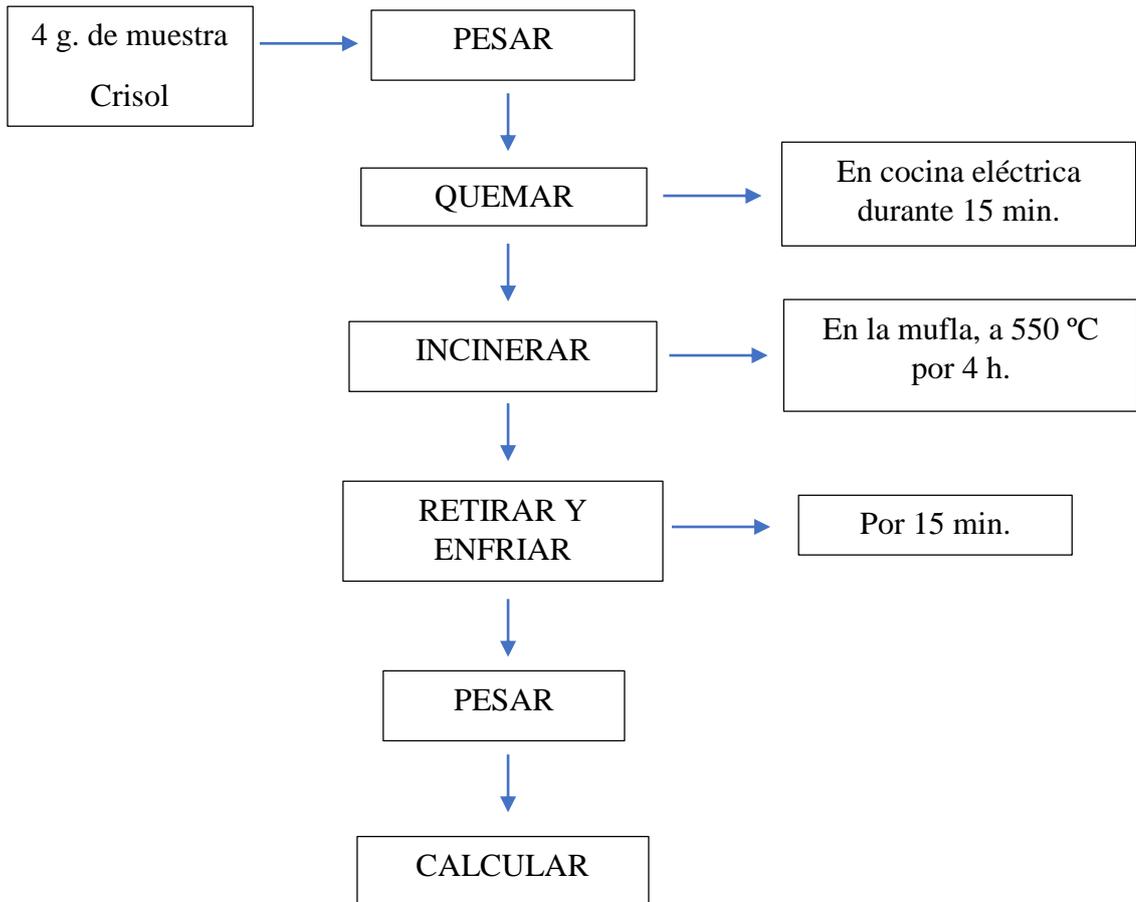


Figura 48. Diagrama de flujo para la determinación del contenido de cenizas

Formula a emplear:

$$\%Cenizas = \frac{P1 - Po}{m} * 100$$

Donde:

P1: Peso del crisol + cenizas

Po: Peso del crisol

m: Peso de la muestra en g.



Figura 49. Equipo mufla

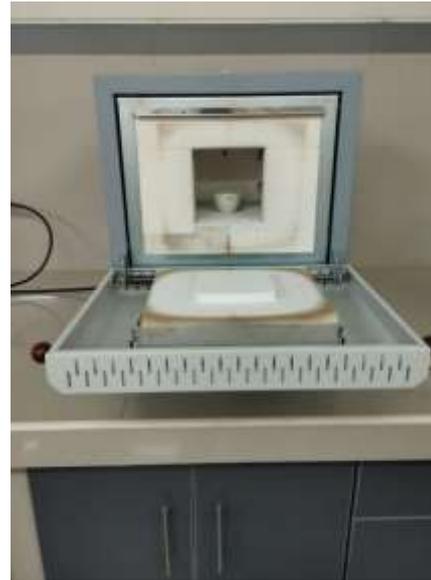


Figura 50. Incineración de las muestras



Figura 51. Muestra de determinación de cenizas

Anexo 08. *Determinación de colorimetría en pastas alimenticias*

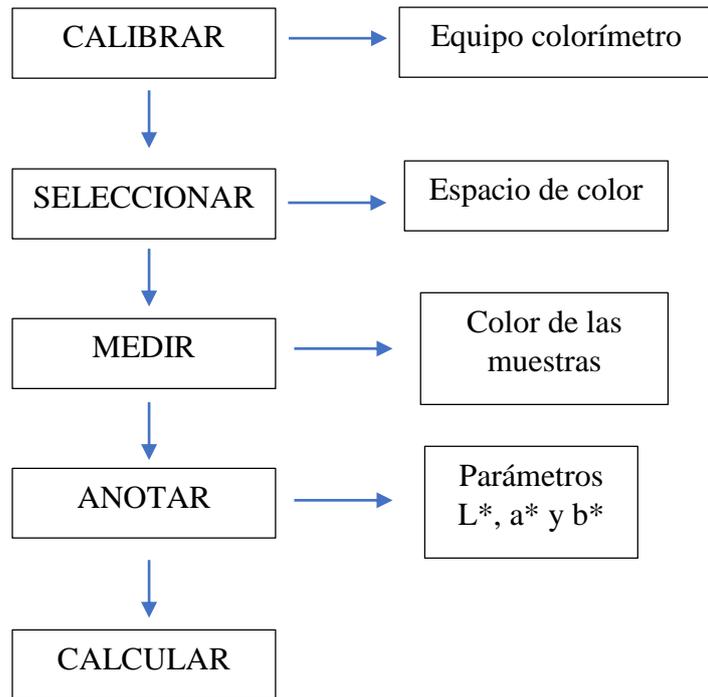


Figura 52. Diagrama de flujo para Colorimetría

Formula a emplear:

$$\text{Cromaticidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \text{arctg} \frac{b}{a}$$



Figura 53. Equipo colorímetro



Figura 54. Medición de color de la muestra

Anexo 09. *Determinación de la textura instrumental en pastas*

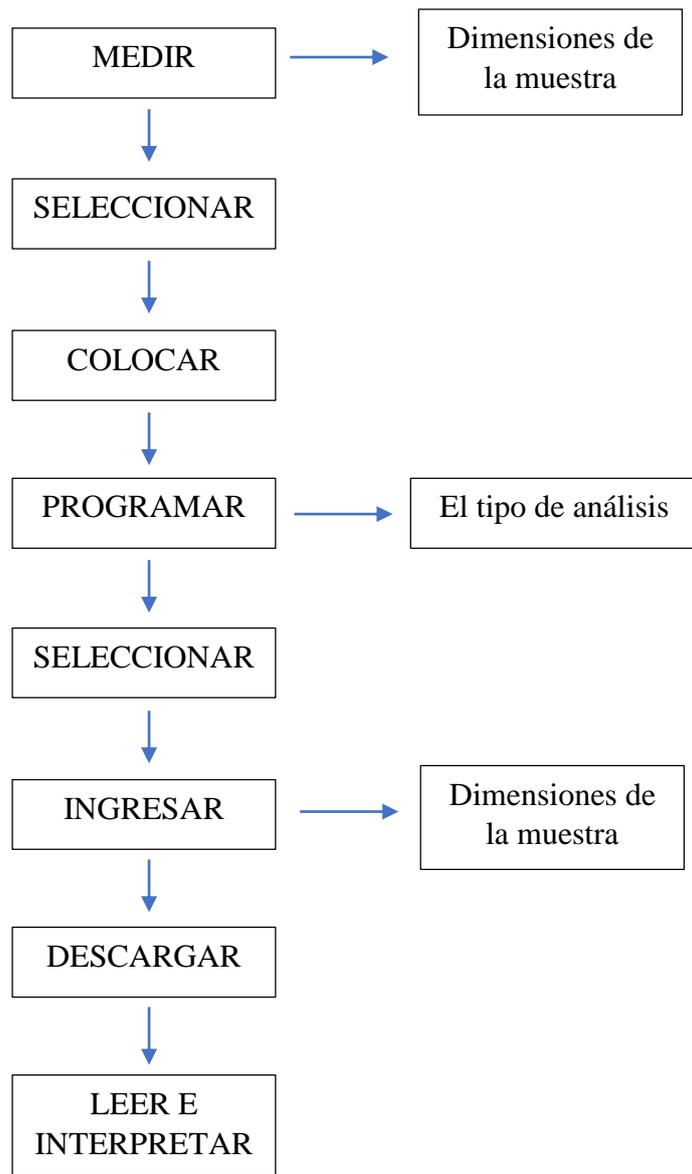


Figura 55. Diagrama de flujo para determinar la textura instrumental



Figura 56. Equipo texturómetro BROOKFIELD



Figura 57. Colocación de muestra

Anexo 10. *Determinación de acidez en pastas alimenticias (según NTP 206.013:1981)*

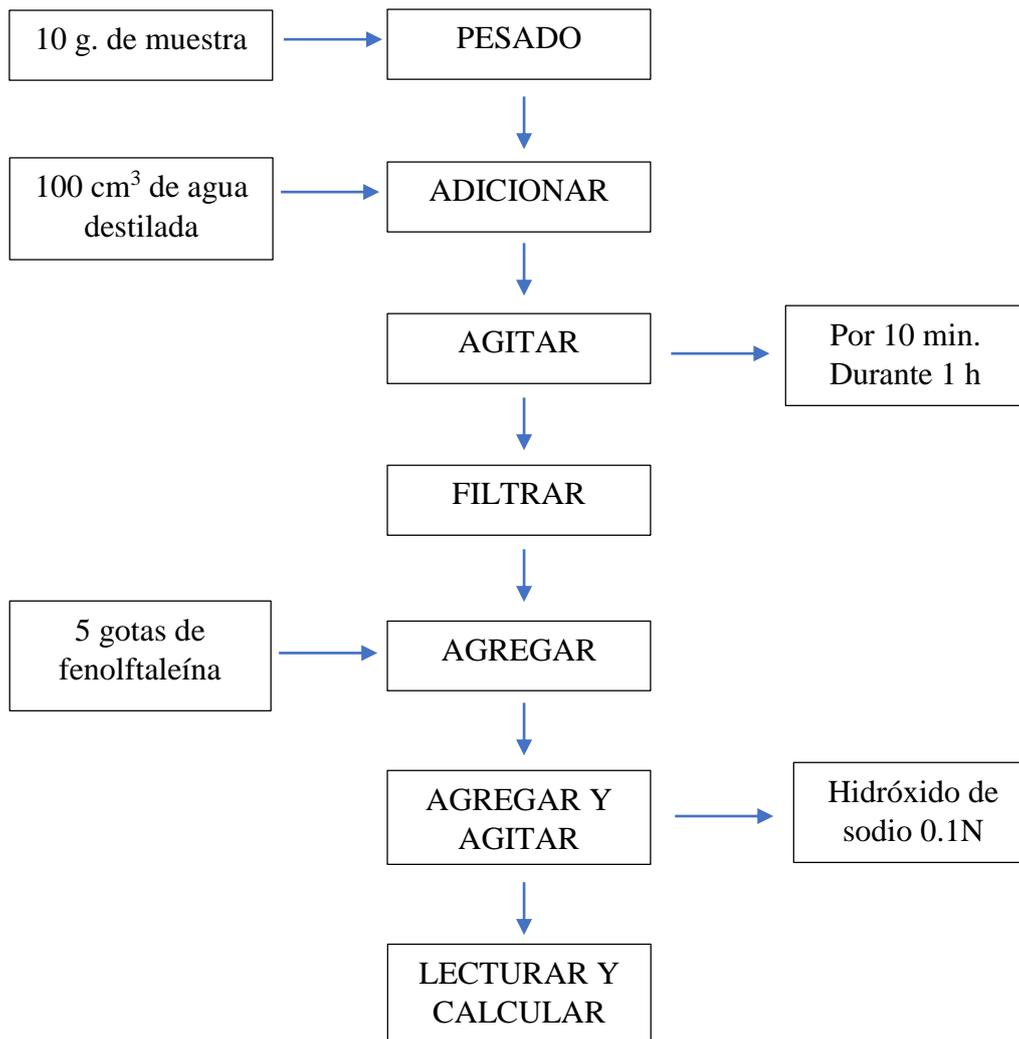


Figura 58. Diagrama de flujo para la determinación de acidez en pastas

Formula a emplear:

$$\%acidez = \frac{V * N * 0.09 * 100}{m} * \frac{200}{20}$$

Donde:

V: Volumen del gasto en (cm³) de la solución de hidróxido de sodio 0.1N

N: Normalidad de álcali

m: Peso de la muestra en g.

0.09: miliequivalente de ácido láctico, 20: alícuota



Figura 59. Pesado de la muestra



Figura 60. Indicador fenolftaleína



Figura 61. Determinación de acidez

Anexo 11. *Computo químico de las formulaciones.*

Tabla 39. Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, pota y soja

Aminoácidos esenciales (mg/g proteína)	Composición de aminoácidos (mg/ g proteína)			FAO Patrón (mg/g proteína)
	Trigo	Pota	Soja	
Isoleucina	43	56	48	30
Leusina	61	92.2	78	59
Lisina	28	92.2	61	45
Met+Cis	35	82.4	31	22
Fen+Tir	86	44.3	88	38
Treonina	29	47.8	43	23
Triptófano	12	11	15	6
Valina	46	50.2	52	39
Histidina	20	24.5	25	15

Fuente: (WHO/FAO 2007) Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition, Ridner (2006)

Tabla 40. Score químico de las harinas de trigo, pota y soja

Aminoácidos esenciales (mg/ g proteína)	Composición de aminoácidos (mg/ g proteína)		
	Trigo	Pota	Soja
Isoleucina	143.33	186.67	160.00
Leusina	103.39	156.27	132.20
Lisina	62.22	204.89	135.56
Met+Cis	159.09	374.55	140.91
Fen+Tir	226.32	116.58	231.58
Treonina	126.09	207.83	186.96
Triptófano	200.00	183.33	250.00
Valina	117.95	128.72	133.33
Histidina	133.33	163.33	166.67

Anexo 12. Determinación de la vida útil

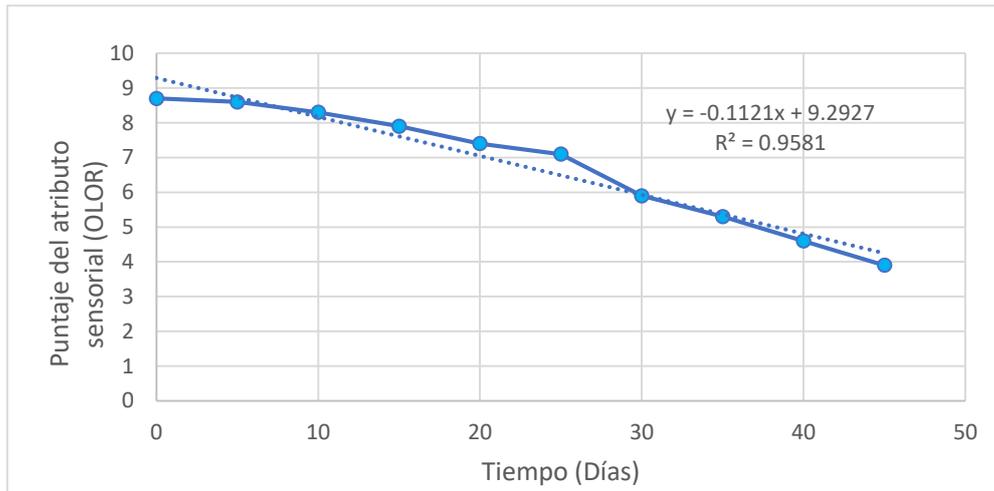
Determinación de vida útil y límites de confianza para el atributo sensorial olor de la pasta alimenticia optima, la cual fue almacenada por 45 días a temperatura ambiente.

Tabla 41. Datos para la determinación del tiempo de vida útil

	Tiempo en días (X)	Puntaje del olor sensorial (Y)	X ²	Y ²	X*Y	X-XProm	Y-YProm	(X-XProm) ²	(Y-YProm) ²	(X-XProm)(Y-YProm)
	0	8.7	0	75.69	0	-22.5	1.93	506.25	3.7249	-43.425
	5	8.6	25	73.96	43	-17.5	1.83	306.25	3.3489	-32.025
	10	8.3	100	68.89	83	-12.5	1.53	156.25	2.3409	-19.125
	15	7.9	225	62.41	118.5	-7.5	1.13	56.25	1.2769	-8.475
	20	7.4	400	54.76	148	-2.5	0.63	6.25	0.3969	-1.575
	25	7.1	625	50.41	177.5	2.5	0.33	6.25	0.1089	0.825
	30	5.9	900	34.81	177	7.5	-0.87	56.25	0.7569	-6.525
	35	5.3	1225	28.09	185.5	12.5	-1.47	156.25	2.1609	-18.375
	40	4.6	1600	21.16	184	17.5	-2.17	306.25	4.7089	-37.975
	45	3.9	2025	15.21	175.5	22.5	-2.87	506.25	8.2369	-64.575
Suma	225	67.7						2062.5	27.061	-231.25
Promedio	22.5	6.77						SXX	SYY	SXY

Luego de obtener los datos de la tabla 01, se realizó la gráfica entre el puntaje otorgado por los panelistas vs el tiempo de almacenamiento de la pasta optima, para obtener los valores de regresión lineal, tal como se aprecian en la siguiente figura.

Figura 62. Gráfico de tendencia del análisis sensorial olor de la pasta optima, en los 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente



En la que ecuación de regresión lineal tiene la forma:

$$y = -0.1121x + 9.2927$$

Después de lo obtenido, se procedió a calcular el cuadrado medio del error (MSe)

Tabla 42. Datos de la suma de cuadrados del error experimental

Tiempo días (X)	Puntaje (Y)	$Y^{\wedge}=b_1x+b_0$	$Y-Y^{\wedge}$	$(Y-Y^{\wedge})^2$
0	8.7	9.2927	-0.593	0.3513
5	8.6	8.7322	-0.132	0.0175
10	8.3	8.1717	0.128	0.0165
15	7.9	7.6112	0.289	0.0834
20	7.4	7.0507	0.349	0.1220
25	7.1	6.4902	0.610	0.3719
30	5.9	5.9297	-0.030	0.0009
35	5.3	5.3692	-0.069	0.0048
40	4.6	4.8087	-0.209	0.0436
45	3.9	4.2482	-0.348	0.1212
Sse				1.1330

Donde:

$$MSe=S=\sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = \mathbf{0.3763}$$

Determinación del tiempo de vida útil:

Se determinó el límite de aceptabilidad permisible en el atributo sensorial olor de 5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5 - 9.2927}{-0.1121} = \mathbf{38.29 \text{ días}}$$

Donde:

Y: Limite permisible

X: Tiempo de vida útil

b0: Intercepto

b1: Pendiente

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procedió a determinar el intervalo de confianza, para así obtener el valor de $1-\alpha$ y tener nivel de confianza del 95%, para intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren:

$$b_0 + b_1X \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{X - X_p}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

Los valores de $d\alpha$ se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43. Datos de $d\alpha$

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05
30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill

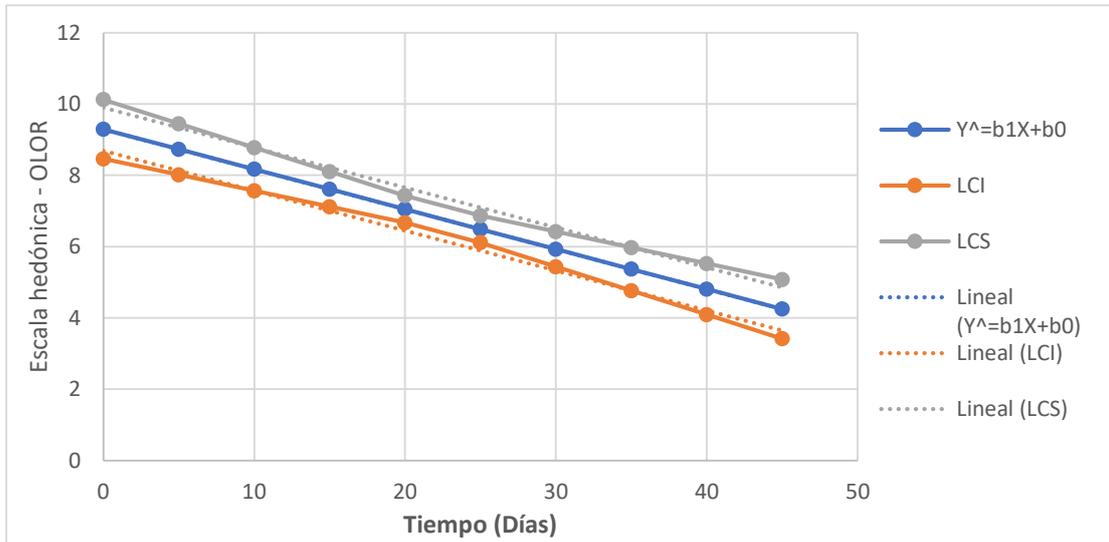
Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 44. Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	$Y^{\wedge}=b_1X+b_0$	LCI	LCS
0	8.7	9.2927	8.4619	10.1235
5	8.6	8.7322	8.0141	9.4503
10	8.3	8.1717	7.5663	8.7771
15	7.9	7.6112	7.1185	8.1039
20	7.4	7.0507	6.6707	7.4307
25	7.1	6.4902	6.1102	6.8702
30	5.9	5.9297	5.4370	6.4224
35	5.3	5.3692	4.7638	5.9746
40	4.6	4.8087	4.0906	5.5268
45	3.9	4.2482	3.4174	5.0790

Con los datos obtenidos procedimos a realizar la gráfica de Y^{\wedge} vs tiempo, LCI vs tiempo y LCI vs tiempo tal y como se muestran en la siguiente figura.

Figura 63. Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial olor, de la pasta alimenticia optima durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.



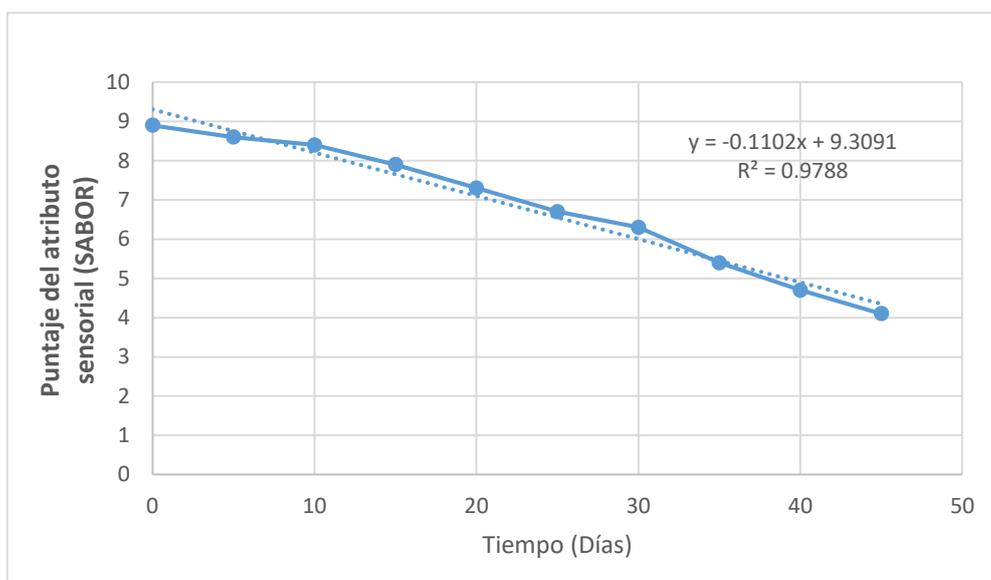
Determinación de vida útil y límites de confianza para el atributo sensorial sabor de la pasta alimenticia optima, la cual fue almacenada por 45 días a temperatura ambiente

Tabla 45. Datos para la obtención del tiempo de vida útil

	Tiempo en días (X)	Puntaje del sabor sensorial (Y)	X²	Y²	X*Y	X-XProm	Y-YProm	(X-XProm)²	(Y-YProm)²	(X-XProm)(Y-YProm)
	0	8.9	0	79.21	0	-22.5	2.07	506.25	4.2849	-46.575
	5	8.6	25	73.96	43	-17.5	1.77	306.25	3.1329	-30.975
	10	8.4	100	70.56	84	-12.5	1.57	156.25	2.4649	-19.625
	15	7.9	225	62.41	118.5	-7.5	1.07	56.25	1.1449	-8.025
	20	7.3	400	53.29	146	-2.5	0.47	6.25	0.2209	-1.175
	25	6.7	625	44.89	167.5	2.5	-0.13	6.25	0.0169	-0.325
	30	6.3	900	39.69	189	7.5	-0.53	56.25	0.2809	-3.975
	35	5.4	1225	29.16	189	12.5	-1.43	156.25	2.0449	-17.875
	40	4.7	1600	22.09	188	17.5	-2.13	306.25	4.5369	-37.275
	45	4.1	2025	16.81	184.5	22.5	-2.73	506.25	7.4529	-61.425
Suma	225	68.3						2062.5	25.581	-227.25
Promedio	22.5	6.83						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los datos de la tabla 01, se realizó la gráfica entre el puntaje otorgado por los panelistas vs el tiempo de almacenamiento de la pasta optima, para obtener los valores de regresión lineal, tal como se aprecian en la siguiente figura.

Figura 64. Gráfico de tendencia del análisis sensorial sabor de la pasta optima, durante 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente



En la que ecuación de regresión lineal tiene la forma:

$$y = -0.1102x + 9.3091$$

Después de lo obtenido, se procedió a calcular el cuadrado medio (MSe)

Tabla 46. Suma de cuadrados del error experimental

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	Y [^]	Y-Y [^]	(Y-Y [^]) ²
0	8.9	9.3091	-0.409	0.1674
5	8.6	8.7581	-0.158	0.0250
10	8.4	8.2071	0.193	0.0372
15	7.9	7.6561	0.244	0.0595
20	7.3	7.1051	0.195	0.0380
25	6.7	6.5541	0.146	0.0213
30	6.3	6.0031	0.297	0.0881
35	5.4	5.4521	-0.052	0.0027
40	4.7	4.9011	-0.201	0.0404
45	4.1	4.3501	-0.250	0.0626
			Sse	0.5422

Donde:

$$MSe=S=\sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = \mathbf{0.2603}$$

Determinación del tiempo de vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo sensorial sabor de 5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5 - 9.3091}{-0.1102} = \mathbf{39.10 \text{ días}}$$

Donde:

Y: Limite permisible

X: Tiempo de vida útil

b0: Intercepto

b1: Pendiente

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se estableció el intervalo de confianza, en la que se obtiene un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, para intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren:

$$b_0 + b_1X \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{X - X_p}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

Los valores de $d\alpha$ se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 47. Datos de $d\alpha$

n-2	A	
	0.05	0.01
4	3,38	2.66
6	2,92	2.39
8	2,72	2.26
10	2,61	2.19
12	2,54	2.15
14	2,49	2.12
16	2,46	2.10
20	2,41	2.07
24	2,38	2.05
30	2,35	2.03
40	2,32	2.01
50	2,30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill

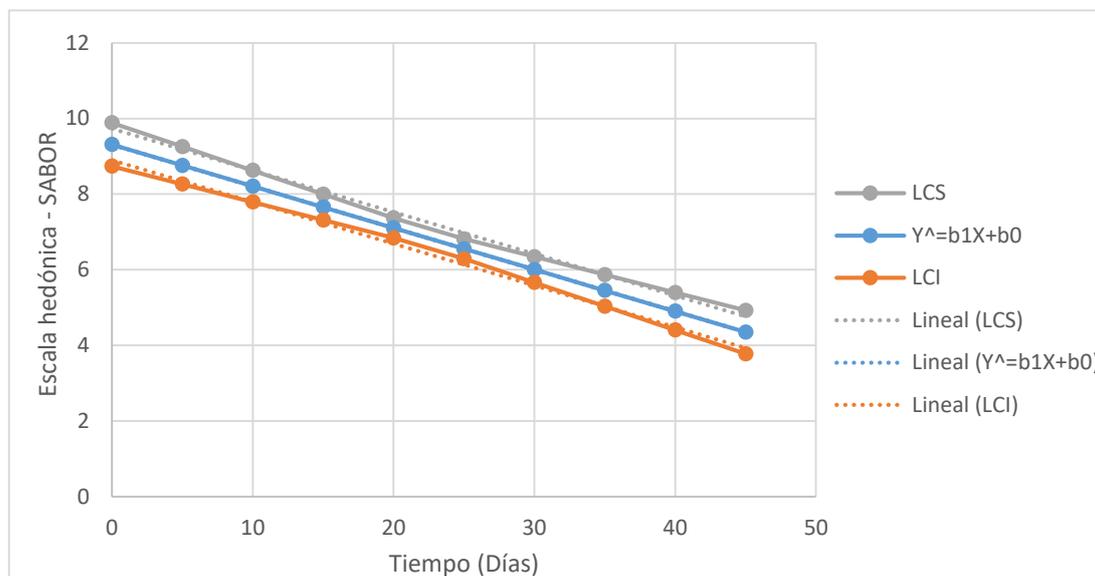
Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 48. Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	$Y^{\wedge}=b_1X+b_0$	LCI	LCS
0	8.9	9.3091	8.7344	9.8838
5	8.6	8.7581	8.2613	9.2549
10	8.4	8.2071	7.7883	8.6259
15	7.9	7.6561	7.3152	7.9969
20	7.3	7.1051	6.8422	7.3680
25	6.7	6.5541	6.2912	6.8170
30	6.3	6.0031	5.6622	6.3440
35	5.4	5.4521	5.0333	5.8709
40	4.7	4.9011	4.4043	5.3978
45	4.1	4.3501	3.7754	4.9248

Con los valores obtenidos se realizó la gráfica de Y^{\wedge} vs tiempo, LCI vs tiempo y LCI vs tiempo, tal y como se muestran en la siguiente figura

Figura 65. Grafica de vida útil para el atributo sensorial sabor, de la pasta alimenticia optima en 45 días de almacenamiento con una temperatura ambiente.



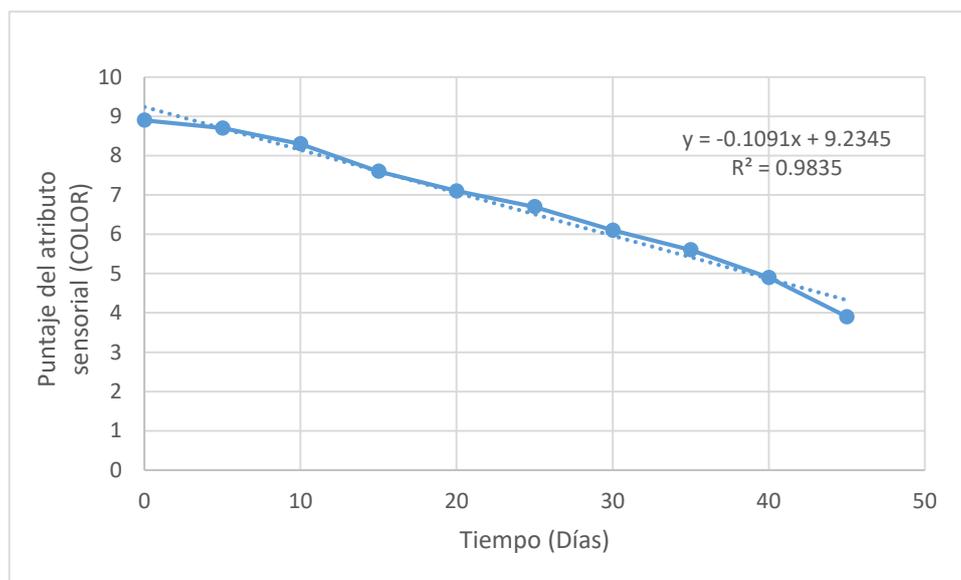
Determinación del tiempo de vida útil y límites de confianza para el atributo sensorial color de la pasta alimenticia optima, la cual fue almacenada por 45 días a temperatura ambiente.

Tabla 49. Datos para la obtención del tiempo de vida útil

	Tiempo en días (X)	Puntaje del color sensorial (Y)	X ²	Y ²	X*Y	X-XProm	Y-YProm	(X-XProm) ²	(Y-YProm) ²	(X- XProm)(Y- YProm)
	0	8.9	0	79.21	0	-22.5	2.12	506.25	4.4944	-47.7
	5	8.7	25	75.69	43.5	-17.5	1.92	306.25	3.6864	-33.6
	10	8.3	100	68.89	83	-12.5	1.52	156.25	2.3104	-19
	15	7.6	225	57.76	114	-7.5	0.82	56.25	0.6724	-6.15
	20	7.1	400	50.41	142	-2.5	0.32	6.25	0.1024	-0.8
	25	6.7	625	44.89	167.5	2.5	-0.08	6.25	0.0064	-0.2
	30	6.1	900	37.21	183	7.5	-0.68	56.25	0.4624	-5.1
	35	5.6	1225	31.36	196	12.5	-1.18	156.25	1.3924	-14.75
	40	4.9	1600	24.01	196	17.5	-1.88	306.25	3.5344	-32.9
	45	3.9	2025	15.21	175.5	22.5	-2.88	506.25	8.2944	-64.8
Suma	225	67.8						2062.5	24.956	-225
Promedio	22.5	6.78						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los datos de la tabla 01, se realizó la gráfica entre el puntaje dado por los panelistas vs el tiempo de almacenamiento de la pasta optima, para obtener los valores de regresión lineal, tal como se aprecian en la siguiente figura.

Figura 66. Gráfico de tendencia del análisis sensorial color de la pasta optima, durante 45 días almacenados a temperatura de ambiente



En la que ecuación de regresión lineal tiene la forma:

$$y = -0.1091x + 9.2345$$

Después de lo obtenido, se procedió a calcular el cuadrado medio (MSe)

Tabla 50. Suma de cuadrados del error experimental

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	Y [^]	Y-Y [^]	(Y-Y [^]) ²
0	8.9	9.2345	-0.335	0.1119
5	8.7	8.6890	0.011	0.0001
10	8.3	8.1435	0.156	0.0245
15	7.6	7.5980	0.002	0.0000
20	7.1	7.0525	0.047	0.0023
25	6.7	6.5070	0.193	0.0372
30	6.1	5.9615	0.138	0.0192
35	5.6	5.4160	0.184	0.0339
40	4.9	4.8705	0.029	0.0009
45	3.9	4.3250	-0.425	0.1806
Sse				0.4105

Donde:

$$MSe=S=\sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.2265$$

Determinación del tiempo de vida útil:

Se estableció un límite aceptable para el atributo sensorial color de 5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5 - 9.2345}{-0.1091} = 38.81 \text{ días}$$

Donde:

Y: Limite aceptable

X: Tiempo de vida útil

b0: Intercepto

b1: Pendiente

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se estableció un intervalo de confianza, para la obtención de un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, en intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren:

$$b_0 + b_1X \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{X - X_p}{\sqrt{Sxx}} \right]$$

Los valores de $d\alpha$ se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 51. Valores de $d\alpha$

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3,38	2.66
6	2,92	2.39
8	2,72	2.26
10	2,61	2.19
12	2,54	2.15
14	2,49	2.12
16	2,46	2.10
20	2,41	2.07
24	2,38	2.05
30	2,35	2.03
40	2,32	2.01
50	2,30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill

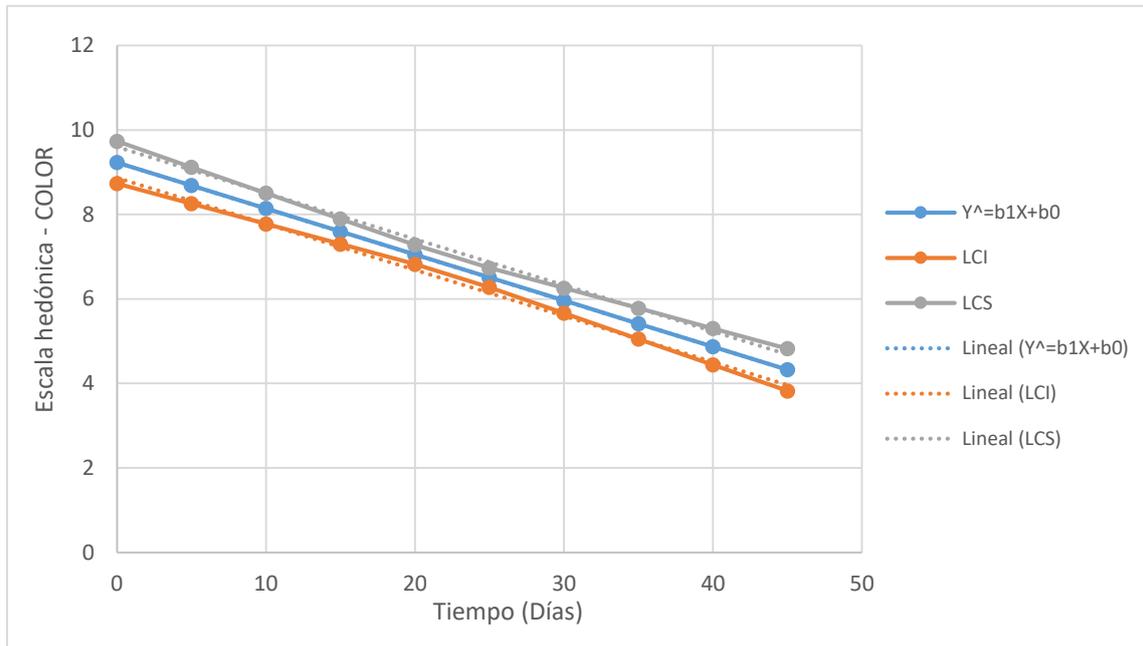
Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 52. Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	$Y^{\wedge}=b1X+b0$	LCI	LCS
0	8.9	9.2345	8.7344	9.7346
5	8.7	8.689	8.2567	9.1213
10	8.3	8.1435	7.7791	8.5079
15	7.6	7.598	7.3014	7.8946
20	7.1	7.0525	6.8237	7.2813
25	6.7	6.507	6.2782	6.7358
30	6.1	5.9615	5.6649	6.2581
35	5.6	5.416	5.0516	5.7804
40	4.9	4.8705	4.4382	5.3028
45	3.9	4.325	3.8249	4.8251

Con los valores obtenidos se realizó la gráfica de Y^{\wedge} vs tiempo, LCI vs tiempo y LCI vs tiempo tal y como se muestran en la siguiente figura

Figura 67. Grafica determinada de vida útil para el atributo sensorial color, de la pasta alimenticia optima en 45 días almacenados a temperatura de ambiente.



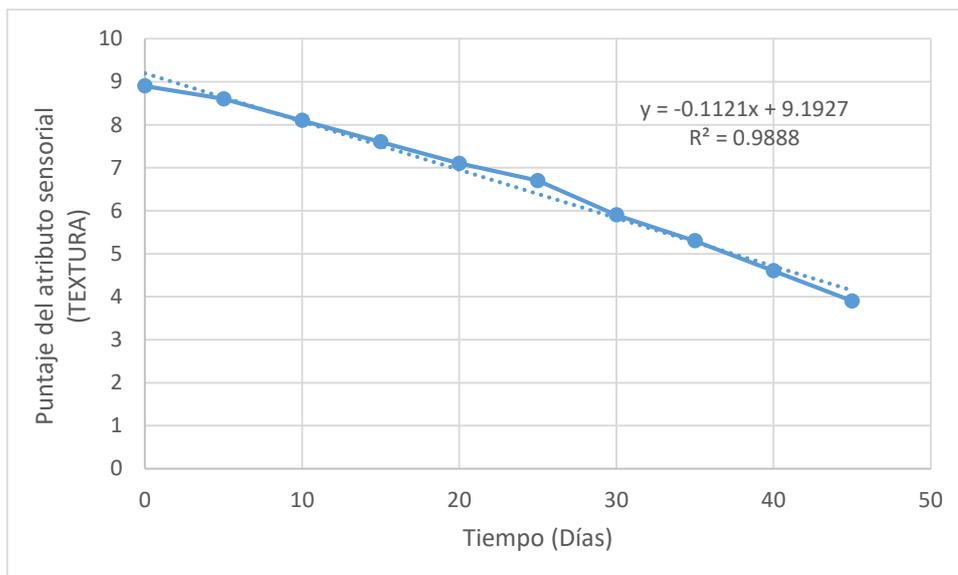
Determinación de la vida útil y los límites de confianza para el atributo sensorial textura de la pasta alimenticia optima, la cual fue almacenada por 45 días a temperatura ambiente

Tabla 53. Datos para la obtención del tiempo de vida útil

	Tiempo en días (X)	Puntaje de la textura sensorial (Y)	X²	Y²	X*Y	X-XProm	Y-YProm	(X-XProm)²	(Y-YProm)²	(X-XProm)(Y-YProm)
	0	8.9	0	79.21	0	-22.5	2.23	506.25	4.9729	-50.175
	5	8.6	25	73.96	43	-17.5	1.93	306.25	3.7249	-33.775
	10	8.1	100	65.61	81	-12.5	1.43	156.25	2.0449	-17.875
	15	7.6	225	57.76	114	-7.5	0.93	56.25	0.8649	-6.975
	20	7.1	400	50.41	142	-2.5	0.43	6.25	0.1849	-1.075
	25	6.7	625	44.89	167.5	2.5	0.03	6.25	0.0009	0.075
	30	5.9	900	34.81	177	7.5	-0.77	56.25	0.5929	-5.775
	35	5.3	1225	28.09	185.5	12.5	-1.37	156.25	1.8769	-17.125
	40	4.6	1600	21.16	184	17.5	-2.07	306.25	4.2849	-36.225
	45	3.9	2025	15.21	175.5	22.5	-2.77	506.25	7.6729	-62.325
Suma	225	66.7						2062.5	26.221	-231.25
Promedio	22.5	6.67						SXX	SYY	SXY

Luego de obtener los datos de la tabla 01, se realizó la gráfica entre el puntaje dado por los panelistas vs el tiempo de almacenamiento de la pasta optima, para obtener los valores de regresión lineal, tal como se aprecian en la siguiente figura.

Figura 68. Gráfico de tendencia del análisis sensorial textura de la pasta optima, en los 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente



En la que ecuación de regresión lineal tiene la forma:

$$y = -0.1121x + 9.1927$$

Después de lo obtenido, se procedió a calcular el cuadrado medio del error (MSe)

Tabla 54. Suma de cuadrados del error experimental

Tiempo (X)	Puntaje (Y)	Y [^]	Y-Y [^]	(Y-Y [^]) ²
0	8.9	9.1927	-0.2927	0.08567329
5	8.6	8.6322	-0.0322	0.00103684
10	8.1	8.0717	0.0283	0.00080089
15	7.6	7.5112	0.0888	0.00788544
20	7.1	6.9507	0.1493	0.02229049
25	6.7	6.3902	0.3098	0.09597604
30	5.9	5.8297	0.0703	0.00494209
35	5.3	5.2692	0.0308	0.00094864
40	4.6	4.7087	-0.1087	0.01181569
45	3.9	4.1482	-0.2482	0.06160324
			Sse	0.29297265

Donde:

$$MSe=S=\sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = \mathbf{0.1914}$$

Determinación del tiempo de vida útil:

Se estableció un límite de aceptabilidad para el atributo sensorial color de 5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5 - 9.1927}{-0.1121} = \mathbf{37.40 \text{ días}}$$

Donde:

Y: Limite permisible

X: Tiempo de vida útil

b0: Intercepto

b1: Pendiente

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se estableció un intervalo de confianza, para la obtención del valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, para intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren:

$$b_0 + b_1X \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{X - X_p}{\sqrt{Sxx}} \right]$$

Los valores de $d\alpha$ se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 55. Valores de $d\alpha$

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3,38	2,66
6	2,92	2,39
8	2,72	2,26
10	2,61	2,19
12	2,54	2,15
14	2,49	2,12
16	2,46	2,10
20	2,41	2,07
24	2,38	2,05
30	2,35	2,03
40	2,32	2,01
50	2,30	1,99

Fuente: Bowden y Graybill

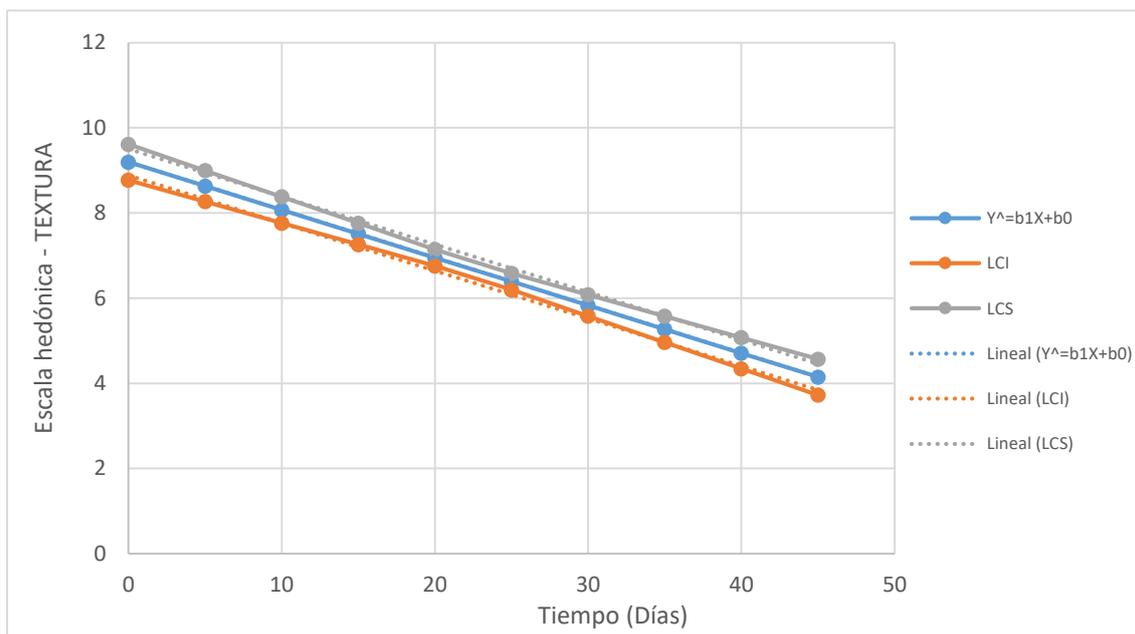
Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 56. Intervalo (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje (Y)	$Y^{\wedge}=b_1X+b_0$	LCI	LCS
0	8.9	9.1927	8.7702	9.6152
5	8.7	8.6322	8.2670	8.9974
10	8.3	8.0717	7.7638	8.3796
15	7.6	7.5112	7.2606	7.7618
20	7.1	6.9507	6.7574	7.1440
25	6.7	6.3902	6.1969	6.5835
30	6.1	5.8297	5.5791	6.0803
35	5.6	5.2692	4.9613	5.5771
40	4.9	4.7087	4.3435	5.0739
45	3.9	4.1482	3.7257	4.5707

Con los valores obtenidos se realizó la gráfica de Y^{\wedge} vs tiempo, LCI vs tiempo y LCS vs tiempo tal y como se muestran en la siguiente figura

Figura 69. Grafica del tiempo de vida útil respecto al atributo sensorial textura, de la pasta alimenticia optima en 45 días de almacenamiento a temperatura de ambiente



Anexo 13. Determinación de proteína, grasa y fibra de la formulación optima



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20240207-001

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : RUDDY DELBHER GARCIA MEDINA.
 DIRECCION : Calle Manco Capac 109 C.P. Rinconada.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : PASTA
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-02-07
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-07
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-02-07
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 240207-1

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	PASTA ALIMENTICIA ENRIQUECIDA DE HARINAS DE POTA Y SOJA
Proteínas (%) Factor 6,25	22,10 22,56
Grasa (%)	2,82 3,02
Fibra (%)	1,13 1,19

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proportcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : Si () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 09 del 2024.
 GVR/jms

LC/MP -HRE
 Rev. 10
 Fecha 2023-09-15

Ruddy Delbher Garcia Medina
 JEFE DEL LABORATORIO
 (2024-02-09)

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Anexo 14. Determinación de proteína, grasa y fibra de la harina de pota



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20240207-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: RUDDY DELBHER GARCIA MEDINA.
DIRECCION	: Calle Marco Capac 109 C.P. Rinconada.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: HARINA
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-02-07
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2024-02-07
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2024-02-08
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico
CÓDIGO COLECBI	: SS 240207-1

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	HARINA DE POTA
Proteínas (%) Factor 6,25	81,25
	82,53
Grasa (%)	2,12
	1,92
Fibra (%)	1,20
	1,12

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Proporcionadas por el Solicitante (X)** **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Determinación por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 09 del 2024.
GVR/jms

LC-MP -HIRE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15

RUDDY DELBHER GARCIA MEDINA
LABORATORIO DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

Anexo 16. *Análisis sensorial de las pastas alimenticias*



Figura 70. Análisis sensorial de las formulaciones de las pastas alimenticias

Anexo 17. Ficha de análisis sensorial

EVALUACION SENSORIAL DE PASTA ENRIQUECIDA CON HARINAS DE POTA Y SOJA

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Sexo (F) (M) Fecha:** _____

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de una PASTA. Por favor, califique de acuerdo a la siguiente escala.

Puntaje	Calificación
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

MUESTRA	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
F1				
F2				
F3				
F4				
F5				
F6				
F7				
F8				
F9				
F10				
F11				
CONTROL				

II. Con base en su opinión sobre esta muestra de una PASTA, indique en la escala de abajo, su actitud si Ud., encuentra esta muestra a la venta.

Puntaje	Calificación
8	Con certeza lo compraría
7	Posiblemente lo compraría
6	Tal vez compraría / tal vez no compraría
5	Posiblemente no lo compraría
4	Con certeza no lo compraría

MUESTRA	Intención de compra
F1	
F2	
F3	
F4	
F5	
F6	
F7	
F8	
F9	
F10	
F11	
CONTROL	