

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“PRODUCCIÓN DE FIDEOS TIPO FETUCCINI CON INCLUSIÓN DE
RESIDUOS DE NARANJAS Y MANZANAS COMO ESTRATEGIA
PARA ALCANZAR UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE”**

Presentada por:

GLORIA JESÚS PASCUAL CHAGMAN

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Lima - Perú

2023

Document Information

Analyzed document	TESIS REVISADA FINAL PASCUAL - 15-3-2022 crez 22.3.23 --- 03 -04 -23 -.docx (D163101067)
Submitted	2023-04-04 00:13:00
Submitted by	CHRISTIAN R. ENCINA ZELADA
Submitter email	cencina@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	cencina.unalm@analysis.urkund.com

Sources included in the report

	Proyecto de Tesis 12-12.docx Document Proyecto de Tesis 12-12.docx (D45654017)		1
	Universidad Nacional Agraria La Molina / Documento de Tesis - GUTIERREZ CASTILLO...docx Document Documento de Tesis - GUTIERREZ CASTILLO...docx (D134843933) Submitted by: cencina@lamolina.edu.pe Receiver: cencina.unalm@analysis.urkund.com		6
	tesis Charles Sierra.docx Document tesis Charles Sierra.docx (D81806390)		1
	Trabajo titulacion.docx Document Trabajo titulacion.docx (D30126383)		2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE
“EFECTO DEL USO DEL BAGAZO DE NARANJA Y MANZANA COMO HARINA EN ELABORACIÓN DE FIDEOS DE CALIDAD OPTIMIZADA”

Presentada por:

GLORIA JESUS PASCUAL CHAGMAN

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE DOCTOR EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

Lima - Perú 2023 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

“EFECTO DEL USO DEL BAGAZO DE NARANJA Y MANZANA COMO HARINA EN ELABORACIÓN DE FIDEOS DE CALIDAD OPTIMIZADA”

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE DOCTOR EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

Presentada por:

GLORIA JESUS PASCUAL CHAGMAN

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Elizabeth C. Eros Aguilar PRESIDENTE

Dr. Christian R. Encina Zelada PATROCINADOR

Dr. Eduardo R. Morales Soriano MIEMBRO

Dr. Ricardo R. Borjas Ventura MIEMBRO Lima - Perú

2023

DEDICATORIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“PRODUCCIÓN DE FIDEOS TIPO FETUCCINI CON INCLUSIÓN DE
RESIDUOS DE NARANJAS Y MANZANAS COMO ESTRATEGIA
PARA ALCANZAR UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE***

Presentada por:

GLORIA JESÚS PASCUAL CHAGMAN

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Elizabeth Heros Aguilar
PRESIDENTE

Dr. Christian Encina Zelada
ASESOR

Dr. Eduardo Morales Soriano
MIEMBRO

Dr. Ricardo Borjas Ventura
MIEMBRO

Dra. Luz Paucar Menacho
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

Ante todo, agradezco a Dios con mucho amor y gratitud por darme unos padres como: Eladio Pascual Camacho y Teodora Catalina Chagman ejemplo de honestidad, esfuerzo, perseverancia y por los deseos de superación que inculcaron en mí, a los que debo lo que soy, por sus consejos y sacrificios abnegados les estaré eternamente agradecida. A mis hermanos Margarita Elisa, María Elena (Maruja), Gladys, Raquel, Zoila, Jenny, Norma, Víctor, y Raúl, por su apoyo incondicional. A mi amado esposo Abner Alfredo Barbaran Pinedo (+) por ser mi fuente de motivación e inspiración, así como todo su apoyo para poder superarme cada día más. A mi sobrino Diego por su apoyo sincero y constante durante todos los años del presente estudio. A compañeros, amigos presentes y pasados que sin esperar a cambio compartieron sus conocimientos y a todas las personas que me apoyaron durante este tiempo de estudios.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a mi asesor Dr. Christian R. Encina Zelada por su paciencia, dedicación y por sus adecuados comentarios y sugerencias en esta investigación.

Al Mg. Scientiae en Tecnología de Alimentos Diego Fernando García Ramón, por su valiosa colaboración en la redacción de la presente tesis.

Al equipo técnico del Laboratorio de Investigación en Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina por su apoyo que brindaron y las facilidades para la elaboración de la presente tesis.

Al Dr. Alberto Julca por su apoyo sincero y de motivación en mis asuntos académicos.

A todos los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la especialidad de Agricultura Sustentable.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Los residuos en la industria alimentaria.....	3
2.1.1.	Generalidades.....	3
2.1.2.	Marco conceptual de agroindustria sostenible.....	5
2.1.3.	Industrialización de la naranja.....	6
2.1.4.	Industrialización de la manzana.....	8
2.1.5.	Situación actual de aprovechamiento de residuos.....	8
2.1.6.	Bagazo de manzana.....	8
2.1.7.	Bagazo de naranja.....	9
2.2.	Compuestos fenólicos.....	10
2.3.	Definición de fibra cruda.....	11
2.4.	Harina de trigo - Sémola de trigo.....	11
2.5.	Pastas o fideos.....	12
2.5.1.	Clasificación de fideos.....	12
2.5.2.	Reglamentos para la producción de fideos.....	14
2.5.3.	Calidad nutricional.....	15
2.6.	Elaboración de los fideos.....	16
2.6.1.	Método de laminado.....	
2.6.2.	Método de extrusión.....	17
2.6.3.	Criterios de calidad de la pasta.....	18
2.6.4.	Función del gluten en la fabricación de pastas alimenticias.....	18
2.6.5.	Aportes nutricionales.....	18
2.6.6.	Ventajas del consumo de pasta.....	19
2.7.	Deshidratación (Secado).....	20
2.7.1.	Tipos de secadores directos o por convección.....	21
2.7.1.1.	Secadores de horno o estufa.....	22
2.7.1.2.	Secadores de bandejas.....	22
2.7.1.3.	Secadores de túnel.....	22
2.8.	Evaluación sensorial de los alimentos.....	22
2.8.1.	Tipos de pruebas sensoriales.....	24
2.8.2.	Escalas de pruebas sensoriales.....	24
2.8.3.	Prueba de preferencia.....	24

2.9.	Diseño de mezclas	26
2.9.1.	<i>Simplex lattice</i>	26
2.10.	Optimización	28
2.10.1.	Aplicaciones del diseño de mezclas	29
2.11.	Gestión ambiental.....	30
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1.	Lugar de ejecución	33
3.2.	Materia prima e insumos	33
3.2.1.	Materia prima	33
3.2.2.	Insumos	33
3.3.	Materiales y equipos.....	33
3.3.1.	Materiales	33
3.3.2.	Equipos.....	34
3.4.	Métodos de análisis	34
3.4.1.	Análisis proximal	34
3.4.2.	Determinación granulométrica	34
3.4.3.	Color de las harinas y fideos	35
3.4.4.	Determinación de polifenoles totales en fideo óptimo	35
3.4.5.	Propiedades reológicas de las harinas	35
3.4.6.	Determinación de fibra dietética total	38
3.5.	Características de los fideos y valoración de su calidad.....	38
3.5.1.	Características de cocción	38
3.5.2.	Determinación de actividad de agua	38
3.5.3.	Análisis de textura	38
3.5.4.	Análisis microbiológico	38
3.5.5.	Análisis sensorial.....	38
3.6.	Metodología experimental.....	39
3.6.1.	Elaboración de harina de bagazo de naranja y manzana	39
3.6.2.	Elaboración de fideos con 100% harina de trigo, (A) y harina de trigo más harina de residuo naranja, y lo mismo para elaboración de fideos de trigo más harina de residuo de manzana (B).	41
3.7.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	43
3.8.	Análisis Estadístico	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47

4.1.	Composición nutricional	47
4.2.	Fibra dietaría.....	49
4.3.	Análisis de granulometría.....	51
4.4.	Caracterización microbiológica.....	52
4.5.	Color de las harinas	53
4.6.	Cualidades reológicas de la masa	54
4.7.	Análisis de calidad de los distintos tratamientos en la elaboración de los fideos crudos.....	60
4.8.	Efecto de cada componente de la mezcla y sus interacciones sobre las propiedades físico-químicas y de textura (dureza) de la pasta	62
4.9.	Graficas de contornos de las formulaciones	64
4.9.1.	Coordenada L*	64
4.9.2.	Coordenada b*.....	65
4.9.3.	Tiempo de cocción	66
4.9.4.	Textura (dureza)	67
4.10.	Coeficientes de regresión de los modelos predichos para cada parámetro.....	69
4.11.	Obtención de la formulación óptima y caracterización en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales	69
4.12.	Validación de la formulación optima.....	70
4.13.	Composición proximal del producto final optimo	71
4.14.	Análisis Microbiológico	74
4.15.	Evaluación sensorial de fideos	74
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES	76
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
VIII.	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos fisicoquímicos para pastas o fideos	14
Tabla 2: Requisitos microbiológicos para pastas o fideos desecadas con o sin relleno	14
Tabla 3: Composición química de los fideos secos	15
Tabla 4: Aporte nutricional en 100 g de alimento en pasta simple.....	20
Tabla 5: Protocolo Chopin+ o ChopinWheat+ utilizado en la caracterización	37
Tabla 6: Tratamientos realizados para la elaboración de fideos con harina de trigo, más harina de residuo de manzana y naranja	43
Tabla 7: Composición nutricional de las harinas en base seca	48
Tabla 8: Fibra dietaría en las harinas obtenidas en base seca	51
Tabla 9: Porcentaje de retención en harinas de residuos de naranja y manzana.....	52
Tabla 10: Análisis microbiológicos en harina de trigo y harina de residuo de naranja y manzana	53
Tabla 11: Parámetros de color de las harinas	54
Tabla 12: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de masas de fideos obtenidos durante el calentamiento....	56
Tabla 13: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos durante el enfriamiento	58
Tabla 14: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos de <i>Mixolab</i>	59
Tabla 15: Análisis de calidad de los distintos tratamientos en la elaboración de fideos crudos	61
Tabla 16: Resumen estadístico del análisis de varianza (ANOVA) que muestra la prueba F y el valor p (entre paréntesis, Prob> F) del modelo completo, términos de mezcla lineal, términos de interacción y falta de ajuste de modelos polinomiales ajustados sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de la pasta. Medidas de bondad de ajuste que incluyen, el coeficiente de variación (CV), suma de cuadrados del error residual predicho (PRESS), coeficiente de determinación (R^2), R^2 ajustado (R^2 adj), R^2 predicho (R^2 pred) y adecuado. También se muestran precisión (Adprec)	63
Tabla 17: Coeficientes de regresión de los modelos predichos para cada variable	69
Tabla 18: Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la formulación óptima el formato esta diferente a las demás tablas	70

Tabla 19: Valores experimentales analizados a la fórmula óptima	71
Tabla 20: Rangos de la validación de las variables respuesta analizados para la formulación óptima	71
Tabla 21: Composición proximal de los fideos (fettuccini) g. agua/100 m.s	72
Tabla 22: Análisis microbiológico de los fideos de trigo y del fideo óptimo	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma para elaborar fideos con harina de trigo: método laminado.....	17
Figura 2: Flujograma para elaborar fideos con harina de trigo: método extrusión.....	18
Figura 3: Representación geométrica de un diseño de experimentos con mezclas	26
Figura 4: Curva registrada de Mixolab. C1: Desarrollo de la masa durante el amasado (absorción de agua y estabilidad), C2: Desnaturalización de proteínas durante el calentamiento, C3: Gelatinización de almidón durante el calentamiento, C4: Actividad amilasa, C5: Retrogradación del almidón durante enfriamiento	36
Figura 5: Ficha de evaluación sensorial.....	39
Figura 6: Diagrama de flujo para obtener harina de residuo de naranja y de manzana	40
Figura 7: Figura 7: A. Flujograma para obtener fideos con 100% de harina de trigo	41
Figura 7.B Fideos con harina de trigo más harina de residuo de naranja y mismo flujo para obtener fideos de trigo más residuo de manzana	41
Figura 8: Etapas de la investigación de fideos con harina de bagazo de naranja y manzana	45
Figura 9: Diseño experimental para la obtención de fideos con harina de bagazo de naranja y harina de bagazo de manzana	46
Figura 10: Valores obtenidos de las curvas del Mixolab para los diferentes tratamientos de harinas investigadas	55
Figura 11: Gráfica de la coordenada L*. A: Contorno: B: Contorno tridimensional	64
Figura 12: Gráfica de la coordenada b*. A: Contorno: B: Contorno tridimensional.....	65
Figura 13: Gráfica del tiempo de cocción. A: Contorno: B: Contorno tridimensional.....	67
Figura 14: Gráfica de textura. A: Contorno: B: Contorno tridimensional.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: composición proximal-fideos de naranja y trigo	95
Anexo 2: Fibra dietaria soluble e insoluble –fideos	96
Anexo 3: Análisis microbiológicos de fideos de naranja y trigo	97
Anexo 4: Composición proximal de harina de naranja	98
Anexo 5: Composición proximal de harina de manzana	99
Anexo 6: Composición proximal de harina de trigo	100
Anexo 7: Análisis estadístico de la coordena L*	101
Anexo 8: Análisis estadístico de la coordena b*	102
Anexo 9: Análisis estadístico del tiempo de cocción	103
Anexo 10: Anexo 10: Análisis estadístico de textura (dureza)	105
Anexo 11: Valores y análisis obtenidos de la prueba chi-cuadrado (χ^2)	106
Anexo 12: Valores obtenidos para la masa de las diferentes formulaciones de fideo obtenido durante el calentamiento y enfriamiento. (Equipo Mixolab).	108
Anexo 13: Memoria fotográfica	109

RESUMEN

La producción agrícola origina grandes cantidades de residuos orgánicos, unas de ellas son las cáscaras de naranja y manzana. En la presente investigación se produjo fideos tipo fettuccini con inclusión de residuos de naranjas y manzanas como estrategia para alcanzar una agricultura sustentable. En una primera etapa se realizó una caracterización proximal de la harina de trigo, harina de bagazo de naranja y harina de bagazo de manzana, se demostró que las harinas de residuo de naranja (HRN) y harina de residuo de manzana (HRM) tienen un alto contenido en fibra (> 37 por ciento). En una segunda etapa se evaluó las propiedades reológicas de las mezclas de masas de los diferentes tratamientos de fideos. En una tercera etapa se determinó la formulación óptima, su validación estadística, caracterizar los parámetros de calidad fisicoquímicos; como resultado se obtuvo: harina de trigo: 80,5 por ciento, harina de residuo de manzana: 0,0 por ciento y harina de residuo de naranja: 19,5 por ciento. Se encontró que contenía importantes cantidades de Polifenoles Totales (1, 49mg.EAG/g muestra), fibra dietaria total (4,83 g/100 g.m.s) y cenizas (1,65 por ciento).

Finalmente, en la cuarta etapa se evaluó sensorialmente la formulación óptima de fideos y se demostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a un control, (100 por ciento HT), esta diferencia en la aceptación se debe a que los consumidores indicaron una sensación ligeramente amarga en el producto, el mismo que es inherente a la materia prima utilizada. Sin embargo, la presente investigación pondera la inclusión de harinas de residuo de naranja en la formulación de fideos. Al mismo tiempo, todas las harinas cumplen los requisitos microbiológicos establecidos por la normativa local.

Palabras clave: Triticum durum; Citrus x sinensis; Malus domestica; análisis granulométrico; fibra dietaria.

ABSTRACT

Agricultural production originates large amounts of organic waste, some of which are orange and apple peels. In the present investigation, fettuccine-type noodles were produced with the inclusion of orange and apple residues as a strategy to achieve sustainable agriculture. In a first stage, a proximal characterization of wheat flour, orange bagasse flour and apple bagasse flour was carried out, it was shown that orange residue flours (HRN) and apple residue flour (HRM) have a high fiber content (> 37 percent). In a second stage, the rheological properties of the dough mixtures of the different noodle treatments were evaluated. In a third stage, the optimal formulation was determined, its statistical validation, characterizing the physicochemical quality parameters; As a result, it was obtained: wheat flour: 80.5 percent, apple residue flour: 0.0 percent, and orange residue flour: 19.5 percent. It was found to contain significant amounts of Total Polyphenols (1.49mg.EAG/g sample), total dietary fiber (4.83 g/100 g.m.s) and ash (1.65%).

Finally, in the fourth stage, the optimal noodle formulation was sensory evaluated and it was shown that there were significant differences ($p < 0.05$) with respect to a control (100 percent HT), this difference in acceptance is due to the fact that consumers indicated a slightly bitter sensation in the product, the same that is inherent to the raw material used. However, the present investigation ponders the inclusion of orange residue flours in the noodle formulation. At the same time, all flours meet the microbiological requirements established by local regulations.

Keywords: *Triticum durum*; *Citrus x sinensis*; *Malus domestica*; granulometric análisis; dietary fib

I. INTRODUCCIÓN

La agroindustria peruana en los recientes años ha crecido, aprovechando nuestra gran diversidad climática y diversidad biológica, que permite la producción de productos agroindustriales durante todo el año y a su vez de subproductos de desechos, de los frutales donde los manejos de éstos se realizan sin la prudencia necesaria y de forma poco saludable con el medio ambiente siendo una realidad que enfrentan en el procesamiento de alimentos (Oreopoulous y Russ 2007; Olascoaga 2017).

Al momento de seleccionar la alternativa más apropiada para el aprovechamiento y posterior tratamiento de un residuo agroindustrial específico es necesario conocer su composición, la calidad de sus componentes, la cantidad que se genera y tener en cuenta que este proceso produce un nuevo residuo que puede tener otra aplicación (González 2013; Saval 2012). Guerrero y Valenzuela (2011) indicaron que la generación de residuos agroindustriales sólidos, líquidos o gaseosos constituye focos potenciales de contaminación y riesgo para la salud, si no son procesados apropiadamente. Restrepo (2006) indicó que, la agroindustria alimentaria causa mayor impacto en el ambiente, entre otras, por la generación de diversos subproductos o residuos sólidos y líquidos en las diferentes etapas del procesamiento

Espinoza y Quispe (2011) indicaron que los fideos o pastas alimenticias incluyen productos tales como espaguetis, macarrones, fideos y tallarines; los cuales, se elaboran generalmente mediante mezcla de semolina de trigo (preferentemente a partir del 100 por ciento de *Triticum durum*) con una mínima parte de agua para obtener una pasta no leudante.

Herrero (2017) mencionó que los fideos o pastas son parte de la dieta diaria, donde su mayor aporte son los hidratos de carbono y proteínas como el gluten; es por ello que, son el principal producto alimenticio dentro del grupo de fideos o pastas secas más consumido en el Perú, con un consumo per cápita de 11 kg al año o 900 g al mes, que es diferencial por ámbito geográfico. Respecto a ello, Herrero (2017) indicó que, por área de residencia, el consumo promedio en el área rural es de 14 kg, mientras en el área urbana el promedio

per cápita llega a 10 kg al año; por otro lado, por región natural, la sierra presenta el mayor consumo promedio de fideo seco con 12,900 kg al año, es decir 1,3 veces más que la región costa, donde el consumo es de 9,900 kg al año.

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo general de la presente investigación fue determinar el efecto del uso del bagazo de naranja y manzana como harina en elaboración de fideos de calidad optimizada, mientras que los cuatro objetivos específicos fueron:

1. Realizar una caracterización proximal de la harina de trigo, harina de bagazo de naranja y harina de bagazo de manzana.
2. Evaluación reológica de las mezclas de masas: propiedades reológicas de los diferentes tratamientos de fideos obtenidos durante el calentamiento y enfriamiento (Equipo Mixolab[®]).
3. Determinar la formulación óptima y, su validación estadística, caracterizar y determinar los parámetros de calidad fisicoquímicos de la formulación óptima.
4. Evaluación sensorial de la formulación óptima de fideos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LOS RESIDUOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

2.1.1. Generalidades

Se entiende por residuos agroindustriales a la contaminación dada en el cambio de la calidad física, química y biológica de un recurso (aire, tierra o agua), causado por las actividades humanas y que es perjudicial para la existencia (Vargas y Pérez 2018). Gómez *et al.* (2016) mencionaron que la contaminación ambiental puede clasificarse por tipo, origen o naturaleza química de los contaminantes, por sus efectos o por el proceso que la causa; resultado de las actividades humanas, como el desarrollo agroindustrial. Los procesos relacionados con el cultivo, obtención o actividades de procesamiento de materia prima son generadores de residuos (Vargas y Pérez 2018). Algunos de estos residuos son quemados o vertidos en rellenos sanitarios, produciendo una gran liberación de dióxido de carbono (CO₂) (Vargas y Pérez 2018). Por lo que, la generación de residuos agroindustriales sólidos, líquidos o gaseosos representan focos potenciales de contaminación y riesgo para la salud sino son procesados apropiadamente (Guerrero y Valenzuela 2011).

Araujo *et al.* (2021) indican que una estrategia sostenible para el futuro consiste en nuevas prácticas y relaciones equilibradas entre el medio ambiente y la industrialización humana para reducir el impacto medioambiental mediante la aplicación de una economía circular. Rincón (2021) mencionó que la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) es desarrollada por medio de etapas donde inicialmente se busca una reducción en el origen de los residuos, un aprovechamiento y valorización de los mismos.

Estas etapas implican la separación y recolección del material como también su preparación para la reutilización, para luego realizar un tratamiento y transformación de los residuos: física, química o biológica; paralelo a este proceso, en caso de que el residuo no pueda ser aprovechado se hace una disposición final controlada, seguido de un análisis integral del ciclo productivo que permitirá determinar el momento en el cual se está usando la materia

prima y que generan más impactos ambientales, teniendo en cuenta no solo el proceso de tratamiento y transformación sino también dentro de sus actividades productivas ya ejecutadas (Rincón 2021).

La producción agrícola origina grandes cantidades de residuos orgánicos, tanto por el mantenimiento de las explotaciones y cultivos (residuos agrícolas) y de la industrialización del producto (residuos de la industria alimentaria); un ejemplo de ello, es el caso del cultivo de *Actinidia deliciosa* (comúnmente llamado kiwi) cuyos residuos agrícolas de dicha fruta agrupan hojas, flores, tallos y raíces, y para la industria alimentaria sus productos están representados por frutos, piel y semillas desechados (Chamorro 2022). Todas estas matrices ahora están subexplotadas y, por lo tanto, pueden revalorizarse como fuente natural de ingredientes para ser aplicados en la industria alimentaria, industria cosmética o farmacéutica (Chamorro 2022).

Cervantes *et al.* (2016) mencionan que las frutas son alimentos de bajo aporte calórico, constituidos mayoritariamente por agua, así como carbohidratos, fibra, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, todos estos contenidos en proporciones distintas según el tipo de fruta. Anguera (2007) indicó que la fibra insoluble se obtiene principalmente de la pared celular de las plantas y las cáscaras de las frutas, las cuales están compuestas de celulosa y lignina principalmente. Siendo de gran importancia el consumo de fibra para la prevención de enfermedades crónicas como cáncer de colon, enfermedades cardiovasculares, el estreñimiento y la obesidad, etc., donde la fibra insoluble toma un gran interés (Calvo De Mora y Conde 2010).

En la industria de bebidas, la producción de jugo de naranja genera residuos constituidos principalmente por el bagazo y las semillas que, representan del 45 al 60 por ciento del peso de la fruta (Aguilera *et al.* 2015). Mientras que durante el procesamiento de jugo de manzana se genera un residuo (bagazo de manzana) a base de cáscara, pulpa, semillas y tallos, representando entre un 25 y 30 por ciento del peso original de la fruta (Rabetafika *et al.* 2014). A escala mundial se procesan 11 millones de toneladas de manzanas al año generándose 3,3 millones de toneladas anuales de bagazo de manzana que las industrias podrían disponer de manera adecuada, dada a conocer por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 2018) para su aplicación en la industria alimentaria.

2.1.2. Marco conceptual de agroindustria sostenible

- **Agroindustria**

Según UTEM (2020), la agroindustria consiste en aquellas actividades económicas que integran la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios y forestales. La agricultura y la agroindustria son sectores que tienen un impacto importante en el crecimiento económico y el desarrollo de los países (Wilkinson y Rocha 2009), además de proporcionar alimentos para el consumo final (Sangadah *et al.* 2020). Según la FAO (1997), la agroindustria puede clasificarse en dos clases, la primera formada por las industrias alimentarias y las no alimentarias, mientras que la segunda está compuesta por las industrias proveedoras de materia prima (como la molienda de trigo y arroz) y consumidoras de materia prima (como la fabricación de pan).

- **Sostenibilidad**

La sostenibilidad está estrechamente relacionada con tres factores importantes que son sociales, ambientales y económicos (Bocken y Ran, 2015). La dimensión ambiental se basa en el supuesto de que la vida humana está relacionada con el entorno físico y biológico (Minna *et al.* 2019). Asimismo, Caradonna (2014) menciona que uno de los objetivos de la sostenibilidad es detener un sistema económico que gasta sin pausa muchos de los recursos finitos del planeta, aumenta la desigualdad social en muchas partes del mundo, y está causando un colapso en los sistemas financieros globales. Todo esto ocurre debido al crecimiento económico que se da a expensas de los recursos esenciales de los ecosistemas. Asimismo, indica que la sostenibilidad requiere que las sustancias introducidas en el medioambiente por actividades humanas se minimicen y se vuelvan inocuas para las funciones de la biósfera.

Un adecuado y eficiente manejo de las materias primas permite generar desarrollo sostenible en la sociedad, reducción de la contaminación ambiental y la formación de economía circular (Aguar *et al.* 2022). Otros autores, como Saval (2012), mencionan que se debe fomentar la segregación de residuos de forma eficiente y buscar alternativas de tratamiento para generar menos residuos o aprovecharlos en otros procesos de fabricación.

- **Agricultura sostenible**

El concepto básico de agroindustria sostenible se puede iniciar pensando con negocios sostenibles, esta forma de pensar en los negocios sostenibles es una fuerza positiva porque contribuirá al medio ambiente y, con la sociedad sin dejar de generar beneficios Bocken et al. (2015). Aguilar-Rivera (2000) citado por Sangadah *et al.* (2020) menciona que se puede apoyar la agroindustria sostenible en términos de uso de tierra para actividades de producción de cultivos que se convierten en materias primas agroindustriales.

- **El valor de la sostenibilidad**

Crear valor sostenible es un concepto integral que pone de manifiesto la necesidad de que todas las organizaciones, sean públicas o privadas, tengan en cuenta las dimensiones ambiental, social, económica y pública a la hora de crear valor ya que las cuatro dimensiones están intrínsecamente ligadas (ISOTools Excellence 2019).

Según la FAO (2015), una cadena de valor sostenible, es un concepto que busca relacionar el compromiso con el uso sustentable de la tierra y recursos valiosos como el agua y el aire, y es definido como “Todas aquellas explotaciones agrícolas y empresas, así como sus posteriores actividades que de forma coordinada añaden valor, que producen determinadas materias primas agrícolas y las transforman en productos alimentarios concretos que se venden a los consumidores finales y se desechan después de su uso, de forma que resulte rentable en todo momento, proporcione amplios beneficios para la sociedad y no consuma permanentemente los recursos naturales”.

2.1.3. Industrialización de la naranja

Según Zambrano (2019), la fruta cítrica es bastante compleja, está compuesta por una cáscara gruesa que le proporciona protección contra los daños. La superficie exterior se conoce como el pericarpio y contiene el aceite y los pigmentos de la cáscara. Seguidamente está la capa blanca esponjosa llamada mesocarpio, que es rica en pectina. El jugo interior que contiene el endocarpio está dividido en varios segmentos donde se encuentran los sacos de jugo individuales y las semillas, si las hay. Por último, hay un centro

esponjoso o placenta. Cada una de estas partes presenta problemas especiales y oportunidades en el procesamiento (Zambrano 2019).

Las variedades de naranja más conocidas son: Grupo Navel (Navelina, Washington navel, Navelate y Lane late), Grupo Blancas (Salutsianas y Valencia late), Grupo Sanguineas (Doblefina, Entrefina, y Sanguinelli en España y la Tarocco y Moro en Italia) (Yajahuanca Peña 2021).

Rodríguez Jerez (2005), menciona que, pese a que el destino principal de la naranja es el consumo humano directo, sus subproductos como el aceite esencial también son muy apreciados. Uno de los residuos que genera la naranja, la cáscara, suele aprovecharse para extraer aceites esenciales y también para secarse al sol. Este proceso suele acabar en alimento para el ganado, especialmente porcino y vacuno, como pienso (Rodríguez Jerez 2005). La naranja y su zumo son fuente excelente de vitamina C, flavonoides y beta-caroteno, por lo que esta fruta se considera especialmente interesante para la salud cardiovascular (Eroski 2005).

- **Alternativas de industrialización**

Según Zambrano (2019), en el mercado, el principal producto que se puede encontrar derivado de la naranja, es el jugo de la misma; jugos de otras frutas cítricas se encuentran en menor proporción, como es el caso de los jugos de toronja y limón. Algunas de las principales alternativas de industrialización de la naranja son las siguientes:

- Jugo de naranja natural.
- Concentrado congelado de naranja.
- Refresco de naranja.
- Refresco de frutas con naranja como ingrediente.
- Mermelada de naranja.
- Confituras de naranja.
- Extracto de aceites esenciales como subproducto.
- Concentrado animal a partir de cáscaras como subproducto.
- Líquido de cobertura con concentrado de naranja como ingrediente.

2.1.4. Industrialización de la manzana

Bevilacqua y Storti (2011) indican que la fruta que no se destina al consumo en fresco se procesa con fines industriales: en manzana, los productos procesados representan el 40 por ciento de la producción. El principal producto elaborado es el jugo concentrado y, en menor medida, la sidra y las conservas. En el caso de la manzana, el jugo representa más de la mitad de la producción industrial (55 por ciento), seguido por la sidra con el 38 por ciento.

Según el Gobierno Argentino (2020), el jugo es un producto es fuertemente orientado al mercado de exportación al que se destina el 95 por ciento de la producción. Constituye un commodity de bajo valor agregado que, mayormente, se vende a granel, para ser utilizado como insumo por otras industrias alimenticias (mayormente como endulzante para la fabricación de bebidas gaseosas).

2.1.5. Situación actual de aprovechamiento de residuos

Saval (2012) menciona que en el sector agroindustrial se generan residuos que pueden ser definidos, como materiales en estado sólido o líquido obtenidos a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero sí se pueden aprovechar o transformar para obtener otro producto con valor económico, comercial o social.

Vargas y Pérez (2018) indican que los residuos agroindustriales presentan una alta posibilidad de ser aprovechados generando beneficios para el ambiente y la sociedad, al reciclarse y utilizarse para prevenir la contaminación o recuperar ecosistemas alterados. Hernández *et al.* (2016) mencionaron que la diversidad de residuos agroindustriales puede ser utilizada principalmente como alternativa para la producción de compost.

2.1.6. Bagazo de manzana

El manzano (*Malus domestica*) es un árbol frutal oriundo de Europa y Asia, el cuál es uno de los más cultivados en todo el mundo debido a la gran variedad de manzanas en el mercado siendo su fruto “manzana” muy apreciado por su alto contenido de fibra, así como propiedades antioxidantes, ácidos orgánicos y flavonoides (Aguirre *et al.* 2018). En el Perú,

según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2017), la producción nacional de manzana alcanzó las 157 980 t, volumen menor en 1 por ciento respecto al 2015 (159 550 t); siendo Lima la principal región productora con 93 por ciento de la producción nacional seguido de Ancash con un 2 por ciento.

La industria de jugo de manzana, según Bhushan *et al.* (2008) y O'Shea *et al.* (2012), genera una gran cantidad de un subproducto que representa del 25 al 30 por ciento del peso total de la manzana fresca denominado “bagazo de manzana”; el cual es obtenido de la extracción del jugo, que consiste principalmente de pulpa/cáscara (95 por ciento), semillas (2-4 por ciento), y pedúnculo (1 por ciento). Según Gutiérrez (2014), de acuerdo a su investigación realizada, el rendimiento de bagazo de manzana ($3,09 \pm 0,22$ kg) respecto a la fruta ($30,05 \pm 0,10$ kg) es de $10,26 \pm 0,74$ por ciento.

El bagazo de manzana es considerado un residuo con cantidades importantes de nutrientes y componentes bioactivos sin explotar, siendo un subproducto con gran fuente de fibra dietética de aproximadamente un 40 por ciento de su peso en seco (Alongui *et al.* 2019). Mostrando, por lo tanto, el bagazo de manzana seco en su perfil nutricional, un elevado contenido de carbohidratos y fibra dietaría (Bhushan *et al.* 2008).

2.1.7. Bagazo de naranja

El bagazo es el residuo generado después del procesamiento de naranjas, mandarinas, pomelos y limones durante la elaboración de jugos y concentrados, el cual está formado por cáscara, membranas, pulpa y cantidades variables de semillas y jugos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA 2019).

Romero (2012) aduce que la naranja dulce (*Citrus sinensis*) es el cítrico con mayor producción a nivel mundial, que al ser una fruta jugosa es empleada en la industria de alimentos para la obtención de jugos, pero desafortunadamente se generan toneladas de desechos como: cáscara, semillas y bagazo; siendo el bagazo el que reporta un contenido considerable de fibra dietética de tipo soluble beneficiosa para la salud, ya que se relaciona con la disminución de glucosa y colesterol en la sangre. La harina de bagazo de naranja (HBN) presenta un contenido de fibra dietética total (FDT) de 41,5 por ciento, fibra dietética soluble (FDS) de 18,6 por ciento y fibra dietética insoluble (FDI) de 22,9 por ciento, con una

relación 50:50; mostrando un alto contenido de fibra respecto a este producto (Romero 2012).

La Agencia Agraria de Noticias (2021), menciona que el departamento de Junín ocupa el primer lugar de producción con el 54 por ciento del total, seguido por San Martín con el 14 por ciento. Otras regiones productoras son Lima (7 por ciento), Puno y Cusco con el 5 y 4 por ciento de participación, se cosecharon aproximadamente 28 mil hectáreas, reportándose una producción de 553 mil toneladas; siendo la productividad promedio nacional 19,5 t/ha. Según la Agencia Agraria de Noticias (2021), con respecto del consumo per cápita de naranja, según estimaciones realizadas tomando como base la Encuesta Nacional de Hogares del 2019 se determinó un consumo de 6,83 kg/persona/año. En el año 2020, la naranja fue el primer cítrico más importado en el mundo con una participación del 36 por ciento y su consumo a nivel mundial creció en 16 por ciento. El país se posicionó como el vigésimo quinto proveedor más importante de naranja en el mundo (Agencia Agraria de Noticias 2021). Asimismo, indico que el procesamiento de subproductos de cítricos representa potencialmente una rica fuente de compuestos fenólicos y fibra dietética, debido a la gran cantidad de piel que produce.

Rafiq *et al.* (2018) mostraron que, el procesamiento de subproductos de cítricos representa potencialmente una rica fuente de compuestos fenólicos y fibra dietética, debido a la gran cantidad de piel que produce. Shivamathi *et al.* (2019) mencionaron que, el procesamiento de frutas genera grandes cantidades de desechos, que se alimentan a los animales o se eliminan, lo que aumenta la carga sobre el medio ambiente. Sharma *et al.* (2021) mencionaron que, debido a su riqueza en compuestos valiosos, los desechos de los cítricos, cáscaras (flavedo y albedo), las semillas y el orujo se consideran potentes materiales de recursos biológicos para diversos usos en los sectores alimentario y no alimentario.

Crawshaw (2001) afirma que la pulpa constituye entre el 50 a 70 por ciento en peso de la fruta fresca y está constituida entre un 60 a 65 por ciento de la cáscara (exocarpio), un 30 a 35 por ciento de los tejidos internos, y ≤ 10 por ciento de semillas.

2.2. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos se originan en el mundo vegetal, y son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas que aportan a la pigmentación en muchas de sus partes (por ejemplo, los antocianos son los responsables del color rojo, naranja, azul, púrpura o

violeta que encontramos en las pieles de las frutas y hortalizas); asimismo la concentración en polifenoles de cualquier alimento tiende a ser muy variable, porque depende de muchos factores tales como la variedad o el grado de maduración del vegetal (Gimeno 2004).

2.3. DEFINICIÓN DE FIBRA CRUDA

Kritchevsky (1988) explica que debe entenderse por fibra cruda (FC), a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas: en medio ácido y otra en medio alcalino; donde su principal componente de la FC es la celulosa (90 por ciento), hemicelulosas y lignina, siendo estos componentes los que conforman la mayor parte de la fracción insoluble de la fibra. Vilcanqui y Vílchez (2017), indican que en el caso de la fibra dietaria (FD), las recomendaciones varían según distintas fuentes, que van desde 18 a 38 g/día, para personas adultas. Por otro lado, Miller (2014) menciona 25 g/día para mujeres y 38 g/día para hombres.

2.4. HARINA DE TRIGO – SÉMOLA DE TRIGO

El Codex-Stan-152 (1985) para la norma de harina de trigo menciona que, se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. Mientras que, para la sémola y harina de trigo duro, el Codex Stan 178 (1991) los define como aquellos productos elaborados con granos de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa la mayor parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura; en el caso de la sémola integral de trigo duro se prepara mediante un procedimiento de molienda similar, pero se conserva el salvado y parte del germen

Salto (2011) menciona que, la sémola de trigo es la harina gruesa (poco molida) que procede del trigo con la cual se fabrican diversas pastas alimenticias que se obtienen del endospermo del trigo duro (*Triticum durum*) presentando el color amarillo natural del grano; además de conservar sustancias alimenticias y vitales del grano entero, con un gran porcentaje de celulosa y fragmentos de germen. La sémola también es rica en hidratos de carbono que proceden del elevado contenido de almidón que hay en los granos, además de ser gran fuente de energía junto con el gluten, siendo el gluten, la glicoproteína con un alto contenido

presente en la sémola y encontrada en la semilla de muchos cereales combinada con el almidón; donde esta glicoproteína es responsable de la elasticidad de la masa, además de presentar bajo contenido de sodio lo que resulta beneficioso para las personas que sufren de hipertensión (Saltos 2011).

2.5 PASTAS O FIDEOS

La Norma Técnica Peruana (NTP) 206.019:1984 (1984) emitida por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), indica que la pasta o fideo es definido como aquel producto que se obtiene por empaste, amasado, moldeado, corte y extrusión de la mezcla de harina, agua y otros elementos permitidos.

Cuando hablamos de pasta existen muchos tipos de esta que se clasifican en diferentes categorías, es por ello que Gastrolab (2021) menciona que las pastas se dividen casi siempre en pastas cortas y largas. Las pastas cortas, son aquellas referidas a pastas de poca longitud como el fusilli, coditos, fideos, macarrones y farfalle; mientras las pastas largas son aquellas que tienen mayor longitud, tales como el espagueti, los tallarines y el fettuccini, los cuales suelen confundirse por sus nombres, pero se diferencian en sus formas (Gastrolab, 2021).

De otro lado Gastrolab (2021), indica que el espagueti, es la pasta italiana por excelencia, caracterizada por ser de forma larga y circular que se suele preparar a la boloñesa; mientras los tallarines se diferencian al no tener la forma circular más bien son planos y anchos; y en el caso del fettuccine, que se suele confundir en términos con los tallarines pero de forma diferente, son pastas alargadas y planas de 6 mm de ancho muy versátiles, pudiéndose combinar con muchos ingredientes y prepararlos solo con mantequilla, tomate, pesto, arrabiata e incluirla en la pasta.

2.5.1. Clasificación de fideos

La NTP 206.010-2016 (2016) emitida por el INACAL, indica que los fideos tienden a clasificarse de la siguiente manera:

Por el contenido de humedad

- Pasta o fideo seco: Es aquella pasta o fideo con un contenido de humedad igual o menor a 14g/100 g.

- Pasta o fideo fresco: Es la pasta o fideo con un contenido de humedad igual o menor a 35g/100 g.

Por el proceso de fabricación

- Pasta o fideo tipo Nápoles: Sera la pasta o fideo obtenido por proceso de moldeado mediante boquillas de formas diversas.
- Pasta o fideo tipo Bologna: Sera la pasta o fideo obtenido mediante proceso de laminado.

Por su composición

- Pasta o fideo de trigo: Será la pasta o fideo que tiene como ingredientes principales a la harina de trigo y/o sémola de trigo.
- Pasta o fideo compuesto: Es la pasta o fideo que tiene agregado cantidades variables de legumbres, otros cereales o granos andinos, gluten, huevos, lácteos, verduras, u otros elementos nutritivos (como vitaminas, minerales adicionales a los establecidos por la autoridad competente) o funcionales permitidos, con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas.

Por su forma

- Pasta o fideo rosca y nido: Son fideos largos que se presentan en forma de madejas.
- Pasta o fideo largo: Sera el fideo tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, con o sin hueco, de sección redonda, ovalada, rectangular u otros. Su dimensión fundamental es la longitud.
- Pasta o fideo Cortado: Es el fideo tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión. Serán más pequeños que los largos.
- Pasta o fideo pastina: Será un fideo tipo Nápoles que se caracteriza por su aspecto menudo.

Por su presentación

- A granel
- Envasados

2.5.2. Reglamentos para la producción de fideos

La NTP 206.019:1984. “Pastas o fideos para el consumo humano”, establece los siguientes requisitos en la fabricación de fideos, los cuales son especificados en la Tabla 1.

Tabla 1: Requisitos fisicoquímicos para pastas o fideos

Tipos de fideos	Humedad máxima (%)	Acidez titulable máxima (%)
Secos	15	0,45
Frescos	35	0,65

Nota: la acidez se expresará como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 15 por ciento de humedad (35 por ciento de fideo fresco)

Fuente: NTP (1981)

La NTS (Norma Técnica Sanitaria) N°071 MINSA/DIGESA (2008), establece los requisitos microbiológicos de calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, estos son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2: Requisitos microbiológicos para pastas o fideos desecadas con o sin relleno (incluye fideos a base de verduras, al huevo, otros)

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10 ²	10 ³
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	

(*) Solo para pastas con relleno de carne

Fuente: NTS N° 071 Minsa/Digesa (2008)

2.5.3. Calidad nutricional

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA 1999) menciona que los aspectos nutricionales de la pasta son variados y de particular significancia en dietas recomendadas por numerosas organizaciones médicas y científicas; por lo que, los fideos son a menudo aconsejados para problemas de sobrepeso debido a su importante volumen alcanzado después de la cocción, provocando una sensación de saciedad. Al ser buena fuente de carbohidratos complejos y que aporta una moderada cantidad de proteínas, puede ser la base de una dieta dirigida a la prevención de la arterioesclerosis y enfermedades coronarias (INTA 1999). En la Tabla 3, se presenta la composición química de los fideos secos.

Tabla 3: Composición química de los fideos secos

Composición de fideos secos					
Humedad %	Cenizas %	Proteína %	Grasa %	Total, carbohidratos %	Fibra dietaria %
7,9 ± 0,4	1,0±0,1	15,8±0,1	5,6±0,1	62,0	7,7 ±0,3

Fuente: Varela *et al.* (2019)

La pasta es fuente de carbohidratos complejos como el almidón y fibra; donde el almidón aporta energía de manera gradual, mientras la fibra, es importante para la nutrición humana por su capacidad para mover el alimento a lo largo del aparato digestivo y ayudar a eliminar los residuos de la digestión (INTA 1999). Así mismo, las proteínas presentes en la pasta, que son de vital importancia para el crecimiento y desarrollo de todos los tejidos, está compuesta por aminoácidos esenciales que contribuyen entre el 6 al 8 por ciento en la dieta, siendo deficiente sólo en lisina y a veces en treonina; es por ello su importancia en la dieta vegetariana, ya que, al ser consumida con los vegetales todos los aminoácidos esenciales están presentes (INTA 1999).

INTA (1999) menciona que las pastas no contienen prácticamente lípidos por lo que contribuyen con pequeñas cantidades a la dieta diaria; y si son elaboradas sin huevo, no presentan colesterol y poseen pequeñas cantidades de grasas saturadas donde alrededor del 80 por ciento de esas grasas están constituidas por ácido linoleico.

En el caso de las vitaminas, que son esenciales para la utilización por el cuerpo de la energía provista por los carbohidratos de la pasta, la pasta es una fuente interesante de varias vitaminas B (INTA 1999). Por otro lado, indica que, en cuanto a los minerales, los cuales no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano, su contenido responde en base al trigo del cual deriva; sin embargo, la pasta contiene cantidades no despreciables de calcio (constituyente de huesos y uñas), magnesio (constituyente de células y buen funcionamiento de los músculos), potasio (buen equilibrio nervioso, además de hierro, sodio, fosforo, cinc, cobre y selenio).

2.6. ELABORACIÓN DE LOS FIDEOS

2.6.1. Método de laminado

Sandoval (2011), explica las etapas del proceso de obtención de fideos por el método de laminado, cuyo flujo de proceso en mostrado en la Figura 1 y consta de las siguientes etapas.:

- **Recepción:** Consiste en el control de las harinas, se verifica el peso, color y buen estado del envase que la contiene (saco).
- **Pesado:** Se pesa la materia prima e insumos según la formulación.
- **Mezclado:** Los ingredientes se introducen en la mezcladora para obtener un resultado homogéneo.
- **Amasado:** Se agrega agua según la formulación para obtener una uniformidad y manejabilidad del producto en proceso. El amasado dependerá del tipo de harina y puede durar alrededor de 10-15 minutos.
- **Laminado:** Consiste en pasar y enrollar varias veces la masa a través de los cilindros lisos, que se acercan el uno al otro a cada pasada con una determinada medida. Se obtiene así una lámina de color uniforme, pulida y perfectamente homogénea.
- **Trefilado:** Sirve para que la pasta tenga forma de cintas largas, se cortan de trecho en trecho de tal forma que pueda enrollarse o envasarse con la longitud más adecuada.
- **Secado:** Se busca disminuir el contenido de humedad del producto hasta 12-13 por ciento, humedad que permite a los fideos conservarse por tiempo prolongados.

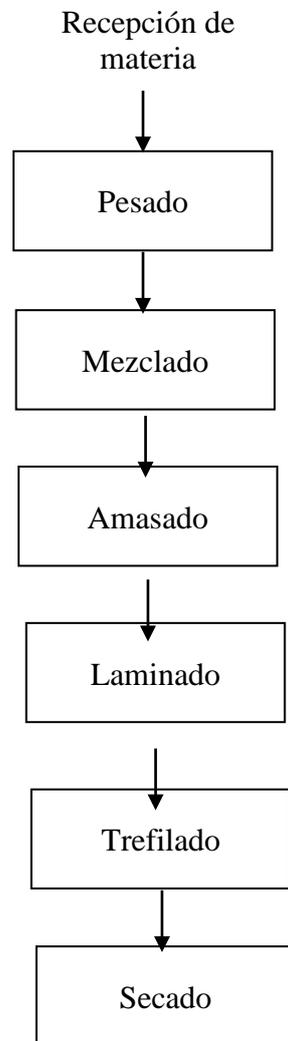


Figura 1: Flujograma para elaborar fideos con harina de trigo, método laminado

Fuente: Sandoval (2011)

2.6.2. Método de extrusión

Sandoval (2011), menciona que el método de extrusión para fideo o pasta consiste en forzar la masa a través de moldes con agujeros de varios diseños que le imparten su forma, siendo esta la forma comercial de fabricación. Las etapas del proceso de obtención de fideos por el método de extrusión, son mostrados en la Figura 2.

2.6.3. Criterios de calidad de la pasta

Martínez *et al.* (2017) indican que los criterios de calidad dependen del tipo de pasta, pero de manera general, dentro de sus características organolépticas, estas deben tener: color ligeramente amarillento y uniforme, ser semitransparentes, duras, tener una fractura casi vítrea, con olor y sabor especial de acuerdo al tipo; mientras a lo referido a pastas secas, estas deben caracterizarse por su sequedad, con el almidón completamente hidratado y cristalizado.

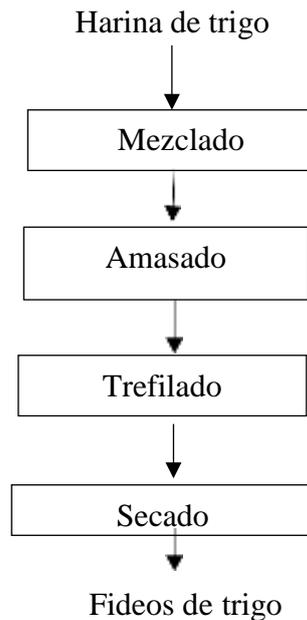


Figura 2: Flujograma para elaborar fideos con harina de trigo, método extrusión

Fuente: Sandoval (2011)

2.6.4. Función del gluten en la fabricación de pastas alimenticias.

Molina-Rosell (2013), menciona que el gluten representa casi un 80 por ciento de las proteínas que se encuentran en el trigo, confiriendo a la harina sus propiedades elásticas; por lo que, la composición del gluten es mayoritariamente proteica, y formada por gluteninas y gliadinas que explica su cohesividad y propiedades viscoelásticas. La fracción de gliadinas contribuye a las propiedades viscosas y a la extensibilidad de las masas formadas a partir de harina de trigo, mientras que las gluteninas confieren elasticidad y fuerza (Molina-Rosell 2013).

2.6.5. Aportes Nutricionales

La pasta al ser un alimento elaborado a base de harina de trigo, presenta un elevado contenido en carbohidratos, donde 100 g de pasta contienen 75 g de hidratos de carbono como máximo; proporcionando aproximadamente unas 370 kcal, lo que representa aproximadamente el 15 por ciento de las necesidades de una persona que desarrolle una actividad normal con algo de ejercicio físico (Infoalimentación s.f.). Los hidratos de carbono aportados son de absorción lenta, permitiendo liberar la energía poco a poco y mantener por más tiempo la sensación de saciedad (Morán Fagúndez 2021).

El aporte de grasas es muy bajo, además de no contener colesterol, pero sí, grasas vegetales y en cantidades muy pequeñas (100 gramos de pasta contienen menos de 1 gramo de grasa); así también, su contenido en minerales es relativamente bajo salvo que hayan sido enriquecidas, lo cual se debe fundamentalmente a que se emplea el endospermo para su elaboración (parte intermedia de los granos rico en gluten y almidón) quedando los minerales en las capas externas del grano; sin embargo, la pasta contiene vitaminas del grupo E y B, que son considerados antioxidantes celulares (Infoalimentación, s.f.).

La pasta contribuye además con un porcentaje aceptable de fibra vegetal, (sobre todo las pastas integrales), favoreciendo la actividad gastrointestinal y ayudando al metabolismo del colesterol y los triglicéridos (Infoalimentación, s.f.). La pasta es un alimento básico, aunque hay que matizar un par de cosas, la pasta no es un alimento completo, ya que aporta pocas proteínas y no contiene grasas, por lo que hay que complementarla con otros alimentos como los huevos, el aceite de oliva virgen extra, el pescado y la carne (Infoalimentación, s.f.). En la Tabla 4, se muestra el aporte nutricional en 100 g de alimento para una pasta simple.

2.6.6. Ventajas del consumo de pasta

Infoalimentación (s.f.) menciona que se han atribuido varias ventajas a la pasta, dentro de las que se resalta las siguientes:

- La pasta es un producto bajo en grasas y sin colesterol.
- Proporciona energía fácilmente aprovechable para el metabolismo oxidativo.
- Mantiene el nivel de glucemia (cantidad de azúcar en la sangre) y favorece el correcto funcionamiento del sistema gastrointestinal.
- Los carbohidratos tienen una gran importancia dietética ya que la calidad especial de

su almidón produce un menor aumento de azúcar en la sangre.

- Permite una digestión fácil y lenta, por lo que resulta un buen aporte energético para actividades que requieren esfuerzo físico o mental. Los carbohidratos también intervienen en el metabolismo del colesterol y de los triglicéridos.

Tabla 4: Aporte nutricional en 100 g de alimento en pasta simple

Componente	Aportes
Energía (kcal)	374
Proteínas (g)	15
Grasas (g)	1,1
Hidratos de Carbono (g)	75
Fósforo (mg)	258
Hierro (mg)	3,6
Magnesio (mg)	143
Manganeso (mg)	3,1
Zinc (µg)	73
Sodio (mg)	7
Vitamina B1 (mg)	0,5
Vitamina B2 (mg)	9
Vitamina B3 (mg)	5,1
Vitamina B6 (mg)	0,2
Ácido fólico (µg)	4
Azúcares (g)	2,60
Fibra (g)	5

Fuente: Infoalimentación (s.f).

2.7. DESHIDRATACIÓN (SECADO)

Según Maupoey *et al.* (2001), la deshidratación es una de las técnicas antiguamente más empleadas para la conservación de alimentos, que, mediante la operación de deshidratación se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene; así mismo se reporta lo siguiente:

- El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia. La industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria extendido por todo el mundo.
- El tamaño de las instalaciones varía desde simples secadores solares hasta grandes y sofisticadas instalaciones de secado.
- En el mercado se puede ubicar una amplia variedad de productos deshidratados (vegetales, frutas, carnes, pescados, cereales y productos lácteos) o formulados a partir de ingredientes deshidratados como es el caso de las salsas y sopas en polvo.
- La operación de secado en cuanto a aumentar la estabilidad del producto se define en términos de depresión de la actividad de agua (a_w) y no en términos de disminución del contenido en humedad, puesto que la a_w puede ser considerada una medida indirecta del agua que está disponible en un producto para participar en las reacciones de deterioro.
- Ajustando la a_w y eligiendo el envase adecuado puede alargarse la vida útil de un alimento sin necesidad de refrigeración durante el almacenamiento. el secado también puede provocar cambios indeseables en los alimentos.
- Respecto al tamaño y la forma pueden cambiar considerablemente, de manera que cuando se reconstituye el alimento, este no recupera su forma y tamaño originales. Los cambios de color pueden darse debido a la exposición durante el secado a altas temperaturas, cambios que perduran después de la reconstitución.
- Otra apariencia importante es el cambio en la textura debido al encogimiento celular provocado por la pérdida de agua y las altas temperaturas, así como al posible cambio de estado gomoso a vítreo.

2.7.1. Tipos de secadores directos o por convección

Según Maupoey *et al.* (2001) los secadores por convección son aparatos sencillos y de fácil manejo, los cuales emplean el método de secado por aire caliente haciéndose muy empleados en la industria de alimentos como el de pastas largas y cortas. Dentro de estos tipos de secadores podemos encontrar:

2.7.1.1. Secadores de horno o estufa

Este secador es uno de los más simples, pero de utilización muy reducida en la industria alimentaria; empleándose para el secado de manzanas, lúpulo y forrajes verdes (Maupoey *et al.* 2001). Está conformado de un pequeño recinto en forma paralelepípedica de dos pisos, dentro del cual, el aire de secado se calienta mediante un quemador pequeño del piso inferior que atraviesa por convección natural o forzada el segundo piso perforado donde se asienta el lecho del producto a secar (Maupoey *et al.* 2001).

2.7.1.2. Secadores de bandejas o de armario

Los secadores de bandeja son aquellos que funcionan en régimen intermitente, los cuales están formados por una cámara metálica rectangular que contiene unos soportes móviles sobre los que se apoyan los bastidores; donde cada bastidor lleva un cierto número de bandejas poco profundas, montadas unas sobre otras con una separación conveniente que se cargan con el material a secar (Maupoey *et al.* 2001). El aire caliente ingresa entre las bandejas mediante un ventilador acoplado al motor que le permite pasar previamente por un calentador constituido por un haz de tubos en cuyo interior circula normalmente vapor de agua, y los tabiques distribuyen uniformemente el aire sobre las pilas de bandejas; mientras el aire húmedo es evacuado a través de un conducto de salida y el aire fresco ingresa por la abertura de entrada (Maupoey *et al.* 2001). Finalizando el ciclo de secado, normalmente largo, es retirado de la cámara el conjunto de bastidores para proceder a la descarga del producto seco y a una nueva carga; y cuando las características del material y su manejo lo permiten, se emplean bandejas perforada que permiten la circulación del aire a través de la capa de sólidos, con lo que se consigue aumentar la superficie de sólido expuesta a la acción del aire y disminuyendo consiguientemente la duración del ciclo de secado (Maupoey *et al.* 2001).

2.7.1.3. Secadores de túnel

Los secadores de túnel son similares a los de bandejas con la diferencia de que su funcionamiento es semicontinuo, por lo qué, las bandejas conteniendo el producto a secar se cargan sobre carretillas y se traslada a lo largo del tubo de secado; y para la introducción de una nueva carretilla, la primera debe ser evacuada conteniendo el producto seco, mientras las restantes adelantan una posición en su trayectoria (Maupoey *et al.* 2001).

2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

Stone *et al.* (2004) mencionan que, la evaluación sensorial es una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos y materiales a medida que son percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. Meilgaard *et al.* (2007) indicaron que el ser humano sea el instrumento de medición se corre el riesgo de su variabilidad, lo cual se minimiza con el entrenamiento para tal fin y en parte afianzarle mediante la psicología.

La Norma ISO-8589 (2007) provee una guía para la instalación de los locales de ensayo para análisis sensorial; mencionando que, el lugar físico donde se realizan las pruebas debe diseñarse para minimizar los prejuicios del sujeto, maximizar su sensibilidad y eliminar las variables que no provengan del producto que se va a evaluar. De ser posible, el ambiente será tranquilo, agradable, de temperatura acondicionada y en algunos casos con control de humedad; no permitiendo fumar ni usar cosméticos o perfumes dentro de esta área.

Según Burgos y Sandoval (2018), mencionan que, para la mayoría de las pruebas sensoriales, los evaluadores deben emitir juicios independientes, por lo tanto, para prevenir una posible comunicación entre ellos se utilizan cabinas individuales. En éstas, la luz debe ser uniforme y no debe influir la apariencia del producto que se va a evaluar. Algunas veces se utilizan luces coloreadas para disimular diferencias de color entre las muestras (Burgos y Sandoval 2018).

Burgos y Sandoval (2018) señalan que, la hora del día en que se desarrollan las pruebas puede influir en los resultados; los mejores momentos serían al finalizar la mañana y la media tarde. La preparación de las muestras debe desarrollarse en un área anexa a la sala de degustación. Esta área debe contar con un buen sistema de extracción de aire para eliminar todos los olores.

Los autores manifiestan que los evaluadores pueden verse afectados por algunas características de las muestras que son irrelevantes. Es por ello que debe lograrse que las muestras provenientes de distintos tratamientos sean idénticas en todas sus características, salvo en la que se está evaluando, durante la sesión de trabajo los evaluadores reciben algún agente para el enjuague de la boca entre las muestras, en general se utiliza agua a temperatura ambiente (Burgos y Sandoval 2018).

2.8.1. Tipos de pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales pueden ser clasificadas en dos categorías: objetivas y subjetivas, cuya elección dependerá de lo que se pretenda alcanzar en un determinado estudio (Kemp *et al.* 2009). Las pruebas objetivas (discriminativas y descriptivas) proporcionan datos objetivos sobre las propiedades sensoriales de productos y son realizados por asesores capacitados (Kemp *et al.* 2009). Mientras las pruebas afectivas (preferencia, grado de satisfacción y aceptación) permiten evaluar la preferencia o aceptación del producto, empleando para ello un mínimo de 50 jueces no entrenados o jueces afectivos; los cuales, son seleccionados dependiendo de si son consumidores habituales o potenciales del producto a evaluar (Kemp *et al.* 2009; Espinosa 2007).

2.8.2. Escalas de pruebas sensoriales

Meilgaard *et al.* (2007) indican que, la escala es el instrumento que se utiliza para medir las respuestas sensoriales y es una parte fundamental dentro del análisis sensorial; por lo que, de una correcta elección de la escala de medida puede depender el éxito de una evaluación sensorial.

Las escalas nominales son aquellas en las que las variables objeto de estudio son cualitativas, aunque vayan asociadas a números, en cambio las escalas ordinales permiten evaluar la posición relativa de un producto en función de una o varias de sus propiedades, es decir se ordenan en función de determinada característica; y las escalas de intervalos cuentan con intervalos de magnitud constante para los distintos niveles de puntuación, permitiendo ordenar muestras de acuerdo a la magnitud de una sola característica del producto, a la aceptabilidad o preferencia (Césari 2016). Las escalas de intervalo pueden clasificarse de acuerdo a su representación (verbal y gráfica), al número de sensaciones (polar o bipolar) y a su estructura (estructurada y no estructurada) (Espinosa 2007). En la escala no estructurada lineal, sólo se definen o identifican los extremos del segmento y en ocasiones el centro, se da la plena libertad al juez para indicar dónde radica su juicio, pudiendo su extensión variar, pero por lo general se adopta una longitud de 10 cm (Césari 2016 ; Espinosa 2007).

2.8.3. Prueba de preferencia

Al evaluar la preferencia entre dos productos, muchos consumidores indican preferir un producto por sobre otro, aun cuando los productos son idénticos; es por ello que, las

empresas de alimentos frecuentemente requieren predecir si sus productos serán comprados por los consumidores pues, ello constituye una de las mediciones más relevantes para el éxito de la compañía (Angulo y O'Mahony 2009). Anzaldua (1994) indica que las pruebas de preferencia se interesan en el placer elaborado por un estímulo dado. Se utiliza mucho para medir el interés o preferencia por un producto nuevo o un producto de competencia. Catania y Avagnina (2007) mencionaron que, como jueces se utilizan consumidores y es necesario efectuar la prueba en lugares lo más parecidos a las condiciones de consumo. Como inconveniente podemos decir que no informan sobre la magnitud de las diferencias de preferencia.

Marchisano *et al.* (2003) y Alfaro *et al.* (2005) mencionan que a fin de establecer la significación estadística de los datos con respecto a la hipótesis de preferencia puede aplicarse la prueba de chi-cuadrada, la cual es una prueba multinomial sencilla aplicada en otros estudios. La prueba de chi-cuadrada compara el patrón de frecuencias esperadas (FE) bajo la suposición de no preferencia (hipótesis nula) contra el patrón de frecuencias observadas (FO) con los estímulos en estudio (Angulo y O'Mahony 2009).

2.9. DISEÑO DE MEZCLAS

Gutiérrez y De la Vara (2008) indican que, el diseño de mezclas es un caso especial de los experimentos de superficie de respuesta en el que la respuesta depende de las proporciones de los diversos componentes, pero no de las cantidades absolutas. El diseño de mezclas es definido como «una estrategia experimental y de análisis que permite resolver el problema de encontrar las condiciones de operación óptimas o deseadas para un proceso», es decir, aquellas que dan por resultado “valores óptimos o valores objetivos” de una o varias características del producto (Oehlert 2010).

Capriles *et al.* (2016) indican que, los objetivos de un experimento en el diseño de mezclas determinar las interacciones de los ingredientes que componen la mezcla, asimismo los componentes que influyen más sobre las variables respuestas, lograr la modelación de dichas respuestas en función de las proporciones de los componentes de la mezcla, y utilizarlos para determinar en qué proporción se debe utilizar en cada uno de los componentes, de esta manera obtener una fórmula óptima que posee las propiedades deseadas de acuerdo a las variables respuesta que se toma en cuenta.

Por otro lado, Cornell (2011) afirma que «en un experimento de mezclas el experimentador selecciona un número de mezclas diferentes para su estudio y varias proporciones de dos o más ingredientes en cada una de las mezclas», en donde la fracción de las proporciones de los ingredientes es medida por volumen, por pesos o por fracción molar. Así mismo, Cornell (2011) menciona que, cuando es expresada como fracciones de una mezcla, las proporciones (X_i), son no negativas y todas suman uno, así mismo los componentes del experimento de mezclas están sujeto a las restricciones:

$$0 \leq x_i < 1 \quad i = 1, 2, \dots, q \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^q x_i = 1$$

La cantidad de dimensiones de la superficie de respuesta a modelar resultan de $q-1$ componentes. Para $q=2$ es una recta $X_1 + X_2 = 1$, para $q = 3$ es un triángulo equilátero, etc. En la Figura 3 se muestra la superficie de una mezcla para $q = 2$ y $q = 3$. Dentro del diseño de mezclas existen tres tipos de diseño: Simplex Lattice, Simplex Centroide y Axial, los dos primeros son diseño de contorno, con la diferencia de que en el tipo simplex centroide aumenta un punto central de mezcla dentro de la superficie, en cambio el diseño axial es un diseño donde los puntos de mezcla se encuentran en el interior de la superficie (Cornell 2011).

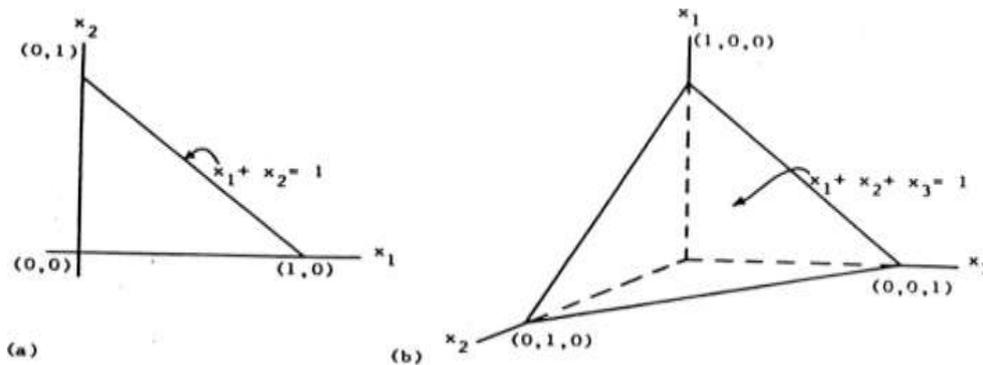


Figura 3: Representación geométrica de un diseño de experimentos con mezclas
 Fuente: Box y Draper (2007)

2.9.1. Simplex lattice

Simplex se refiere a la región geométrica en el espacio, que alberga los puntos que corresponden a las combinaciones de las proporciones de los ingredientes (q), esta región puede ser una recta (dos componentes), un triángulo (tres componentes), etc (Figura 3);

mientras *Lattice* se refiere al polinomio que va a describir el comportamiento de la respuesta observada sobre la región simplex (Cornell 2011).

Según Cornell (2011), en el diseño Simplex-lattice, para encontrar el polinomio que explique la respuesta observada se tiene que hallar los puntos de estudio de la superficie a estimar y sus combinaciones; por lo que, para hallar los puntos de estudio de la superficie a estimar se toma en cuenta las proporciones asumidas por cada componente (X_i) y la cantidad de puntos de estudio (m) de la superficie a estimar, los cuales resultan de las siguientes relaciones:

$$X_i = 0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \dots, \frac{m}{m}$$

$$\text{Cantidad de productos de estudio} = (q + m - 1)! / m! (q - 1)!$$

Por ejemplo, para un $\{q=2, m=4\}$ *Simplex-Lattice*, donde el espacio es una recta, los puntos de estudio son:

$$X_i = 0, \frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{3}{4}, 1$$

$$\text{Cantidad de combinaciones} = \frac{(2 + 4 - 1)!}{4! (2 - 1)!} = \frac{5!}{4!} = 5$$

$$\text{Puntos de estudio } (X_1, X_2) = (1,0), (0,1), \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}\right), \left(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}\right)$$

Ya con los puntos de estudio se procede a la elección del modelo de ajuste, donde se escoge el grado del polinomio, que podrá ser lineal cuadrático, cúbico, cúbico especial, etc.

Lineal

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i X_i$$

Cuadrático

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i=1}^q \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j}^q \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j$$

Para facilitar los cálculos Scheffe (1958, 1963) el creador del método de diseño de mezclas citado por Cornell (2011), Adeyeye y Oyawale (2008) y Oehlert (2010) propuso convertir estos polinomios a polinomios canónicos:

Lineal

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i$$

Cuadrático

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i<j}^q \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

Cubico especial

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i<j}^q \sum \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{i<j<k}^q \sum \beta_{ijk} X_i X_j X_k$$

Cubico completo

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i<j}^q \sum \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{i<j<k}^q \sum \beta_{ijk} X_i X_j X_k + \sum_{i<j}^q \sum \delta_{ij} X_i X_j (X_i - X_j)$$

El modelo que más se ajuste a la respuesta dependerá de la significancia ($p\text{-value} < 0,05$) y/o el coeficiente de determinación R^2 (Gutiérrez y De la Vara 2008). La estimación de los coeficientes (β_i , β_{ij} , y/o β_{ijk}) en cada modelo, se realiza resolviendo un sistema de ecuaciones mediante el método de mínimos cuadrados (least - squares) no obstante el sistema de ecuaciones surge reemplazando cada punto de estudio y su respuesta de estudio observada (y_u) (Cornell 2011). Para la estimación y caracterización de la superficie de respuesta (Gutiérrez y De la Vara 2008) recomiendan apoyarse de un *software* estadístico.

2.10. OPTIMIZACIÓN

Bowless y Montgomery (1997), citados por Núñez de Villavicencio (2002) mencionan que, para obtener el mejor producto implica encontrar el balance de ingredientes que optimice su calidad global, es decir, determinar los niveles óptimos de los componentes de la mezcla para la calidad global de producto. La calidad global del producto implica niveles óptimos de determinadas características del producto (variables respuesta).

Existen diversos métodos de optimización, Nuñez de Villavicencio (2002) y Gutiérrez y De la Vara (2008) mencionaron entre ellos a la superficie de respuesta extendida, el método de distancia generalizada, el método de regiones de confianza restringida, el método de minimización de la suma de cuadrados de las desviaciones y el método de la función de deseabilidad. En la presente investigación se usó el método de la función deseabilidad.

2.10.1. Aplicaciones del diseño de mezclas

Saltos y Batas (2013) en su aplicación de un diseño experimental de mezclas, estudiaron el desarrollo de una barra energética a base de salvado de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*). Mediante la aplicación de un diseño experimental de mezclas se emplearon diversas proporciones de material fibroso de la cáscara de palmito, que primero fue ablandado mediante un proceso fermentativo del hongo *Pleurotus ostreatus*, llevado a cabo durante 20 días a 25°C y 80 por ciento de humedad relativa. Saltos y Bayas (2010) indicaron que se ensayaron diez mezclas experimentales en las que se incluyó entre 4-6 por ciento del residuo fibroso, con dos granulometrías :180 y 250 μm ; incorporándose adicionalmente en las mezclas tres componentes: avena-maní, nueces-coco rallado y aditivos (margarina, lecitina de soya, panela y miel de maíz).

Asimismo, Saltos y Bayas (2010), indican que las barras energéticas procesadas se evaluaron el color, olor, sabor y textura, mediante catas en las que se aplicaron escalas hedónicas de cinco puntos. A través del análisis de superficie de respuesta, realizado con los resultados de la evaluación sensorial, se determinaron las mezclas óptimas, las mismas que luego fueron objeto de un estudio de vida útil. Las barras elaboradas con las mejores mezclas presentaron la siguiente composición química: proteína 8,21 por ciento; humedad 3,47 por ciento; lípidos totales 24,2 por ciento; cenizas 1,05 por ciento; fibra dietética total 9,36 por ciento; carbohidratos 53,71 por ciento y valor calórico de 465,48 (Kcal/100g). Además, el tiempo de vida útil estimado ha resultado ser de 30 días a 37°C. (Saltos y Bayas 2010).

Hernández Arcila (2011), en su investigación “Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel”, formula una barra de cereal con ingredientes funcionales empleando un diseño de mezclas *Simplex Lattice* para determinar el contenido de avena, nueces y uvas pasas, que representan el 80 por ciento del producto, y

el otro 20 por ciento representado por la miel utilizando como ingrediente aglutinante. Mediante este diseño se optimizó las variables como : contenido de polifenoles, capacidad antioxidante y aceptabilidad sensorial, obteniéndose una región optima e incorporándose el factor costo mediante la programación lineal para su formulación, la cual presentó la combinación de nueve ingredientes : 32 por ciento de avena, 24 por ciento de nueces y 24 por ciento de uvas pasas ; y cuya barra mostró un aporte calórico de 396 kcal por 100 gramos, con un contenido de proteínas y grasas de 8,2 y 15 por ciento respectivamente, así como, un tiempo de vida de anaquel entre 29 y 35 días para un rango de temperaturas entre 25 °C a 30° C.

Cárdenas *et al.* (2013) en su investigación “Optimización mediante diseño de mezclas desinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides”, investigaron el efecto de la combinación de tres proporciones de hidrocoloides (carboximetilcelulosa, gelatina y pectina), sobre la sinéresis y textura sensorial del yogurt natural batido, empleando un diseño de mezclas *Simplex* con centroide ampliado. Mediante este diseño se determinó las combinaciones óptimas para obtener un valor bajo de sinéresis (24,29 por ciento) y mayor calificación en textura sensorial de 3,7 (aproximado a 4 de calificación = “*me gusta moderadamente*”), con valores de mezcla óptima de carboximetilcelulosa, gelatina y pectina de 0,24, 0,005 y 0,004 por ciento, respectivamente. El modelo más adecuado para representar el comportamiento de cada variable respuesta fue el modelo cuadrático con valores de R^2 de 0,95 y 0,93 para sinéresis y textura sensorial respectivamente. Para validar los resultados de la investigación, los valores obtenidos mediante la optimización fueron comparados con valores reales, para lo cual se elaboró una muestra de yogurt natural con las proporciones óptimas de hidrocoloides, efectuándose nuevamente un análisis de sinéresis y textura sensorial, lo que proporcionó valores de 24,3 por ciento y 4,2 (calificación de “*me gusta moderadamente*”) respectivamente.

2.11. GESTIÓN AMBIENTAL

INEI (2014) indica que la gestión ambiental es definida como un proceso, orientado a administrar los intereses y recursos relacionados con los objetivos de la Política Nacional Ambiental cuya finalidad es el alcanzar, una mejor calidad de vida para la población, el desarrollo de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país.

En el año 2005 se aprobó la Ley General del Ambiente, estableciendo que la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales y descentralizadas, elabora y actualiza permanentemente el inventario de los recursos naturales y de los servicios ambientales, estableciendo su correspondiente valorización (INEI 2014). Conciencia ambiental (2021) menciona que gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

La Red de desarrollo sostenible de Colombia (s.f.), indica las políticas de gestión ambiental deben enfocarse en los siguientes términos:

- Introducción de prácticas de producción más limpias y aprovechamiento económico de residuales. Enfoque de trabajo dentro de la gestión ambiental, dirigido a la introducción de la dimensión ambiental en los procesos productivos, para garantizar un mejor uso de los recursos, prevenir la contaminación, minimizar y aprovechar los residuos de forma óptima.
- Gestión ambiental segura de productos químicos y desechos peligrosos. Coordinación del proceso de elaboración del Perfil Nacional de Sustancias Químicas. Identificación y establecimientos de prioridades de gestión en estos aspectos.
- Gestión ambiental en cuencas hidrográficas. Diagnóstico y gestión ambiental en cuencas hidrográficas, y otras áreas de interés nacional.
- Estrategia nacional para la diversidad biológica. Elaboración de estrategias nacionales y planes de acción para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Establecimiento de sistemas de monitoreo, de sus componentes y factores que afectan la diversidad biológica. Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, protección y restauración de ecosistemas importantes, perfeccionamiento de la base legislativa y de los programas de conservación.
- Lucha contra la desertificación. Elaboración y control de la ejecución del Programa de Acción Nacional, que establece las prioridades a la detención de los procesos de

degradación de los suelos, su recuperación y rehabilitación y la mitigación de los efectos de la sequía, a través de proyectos y planes de ejecución.

- Fondo del Medio Ambiente. Coordinación de las acciones relacionadas con el Fondo Nacional del Medio Ambiente en función a la captación de fondos, lanzamiento de la Convocatoria anual, identificación y selección de proyectos ambientales a destinar los recursos financieros, control de la ejecución de los planes concebido.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM, Planta Piloto (TAPA), Laboratorios de: Ingeniería, Microbiología, Físico Química y Análisis Sensorial.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. Materia prima

La naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia, manzana (*Malus doméstica*) variedad Israel (25 Kg para cada una) y 20 Kg de harina de trigo, fueron donados por la empresa Alicorp.

3.2.2. Insumos

- Aceite de soya (Primor[®], Alicorp, Lima, Perú)
- Sal (Lobos[®], empresa K + S, Santiago, Chile)
- Agua (San Mateo S.A, Backus, Huarochiri, Perú)

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales

- Espátula
- Mortero
- Placas Petri
- Probetas
- *Beakers* de 50, 250, 600 mL
- Tinas
- Tamices N° 20, 30, 40, 50 y 60
- Olla
- Termómetro
- Cronómetro

3.3.2. Equipos

- Balanza analítica, marca OHAUS Co, modelo Explorer, USA
- Balanza de precisión, marca OHAUS, modelo TRAVELER TA3001[®], USA.
- Balanza de humedad, marca OHAUS, modelo MB45[®]. USA.
- Colorímetro, KONICA MINOLTA, modelo CR-410. CR-410[®]. Japón.
- Texturómetro INSTRON, modelo 3365B11318, USA
- Determinador de actividad de agua AQUALAB, modelo 4TEV DUO, USA
- Equipo Mixolab, CHOPIN 584[®], Francia.
- Cocina eléctrica, Magefesa, modelo MGF811[®], España.
- Secador de bandejas fabricación nacional.
- Máquina para fideos, marca Línea pasta, Italia.
- Estufa de secado, marca MMM, modelo VENTICELL, ALEMANIA.

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1. Análisis proximal

Se analizaron las harinas de trigo, de bagazo de manzana y de naranja, el contenido de humedad, proteína, grasa (extracto etéreo), carbohidratos (extracto libre de nitrógeno), fibra cruda y cenizas, por los métodos recomendados por la AOAC (2016).

Humedad (AOAC 925.10): Mediante el método de estufa, que se basa en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta obtener un peso constante.

Proteína (AOAC 960.52): Mediante el método micro Kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno en la muestra.

Grasa (AOAC 922.06): Mediante el método de hidrólisis ácida.

Cenizas (AOAC 923.03): Por incineración del material orgánico a 550 °C en una mufla.

Fibra (AOAC 962.09): Por hidrólisis ácida y alcalina en presencia de calor.

Carbohidratos obtenidos por diferencia.

3.4.2. Determinación granulométrica

Para las harinas de bagazo de naranja y manzana como la harina de trigo se empleó el método 965-22 de AOAC (1997).

3.4.3. Color de las harinas y fideos

La determinación del color se realizó empleando un espectrofotómetro (MinoltaCR-410, Alemania), cuyo fundamento se sustenta en registrar la intensidad de la luz absorbida por el color negro y la reflejada por el color blanco (L^*), así como la descomposición de la luz en los colores rojo-verde (a^*), amarillo-azul (b^*) y verde (Kónica-minolta, 2022).

3.4.4. Determinación de polifenoles totales en fideo óptimo

Se determinó mediante el método recomendado por (Singleton y Rossi 1965). El método se basa en la reacción cromófora del extracto de la muestra con el reactivo *Folin ciocalteu* en medio básico (Na_2CO_3), que fue determinada espectrofotométricamente a una absorbancia de 755 nm. El contenido de compuestos fenólicos totales se estimó a partir de una curva estándar elaborada con una solución de ácido gálico. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente (AGE) por gramo de muestra o mililitro de solución.

3.4.5. Propiedades reológicas de las harinas

El análisis reológico de las mezclas de harinas se realizó mediante el equipo Mixolab, siguiendo la metodología AACC 54-60-01(1999), se establecieron siete formulaciones con variaciones de harina de trigo (HT), harina de residuo de naranja (HRN) y harina de residuo de manzana (HRM), las cuales se pesaron de acuerdo a su contenido de humedad previamente medidas, donde el equipo hidrató dichas muestras hasta alcanzar un torque de 1,1 Nm. El equipo Mixolab mide el tiempo real el par de torsión producido por la masa entre dos brazos. Proporciona información sobre la harina durante las cinco fases en las que se producen cambios en su consistencia debidos a los cambios de temperatura que experimenta la masa tal y como aparece en la Figura 4.

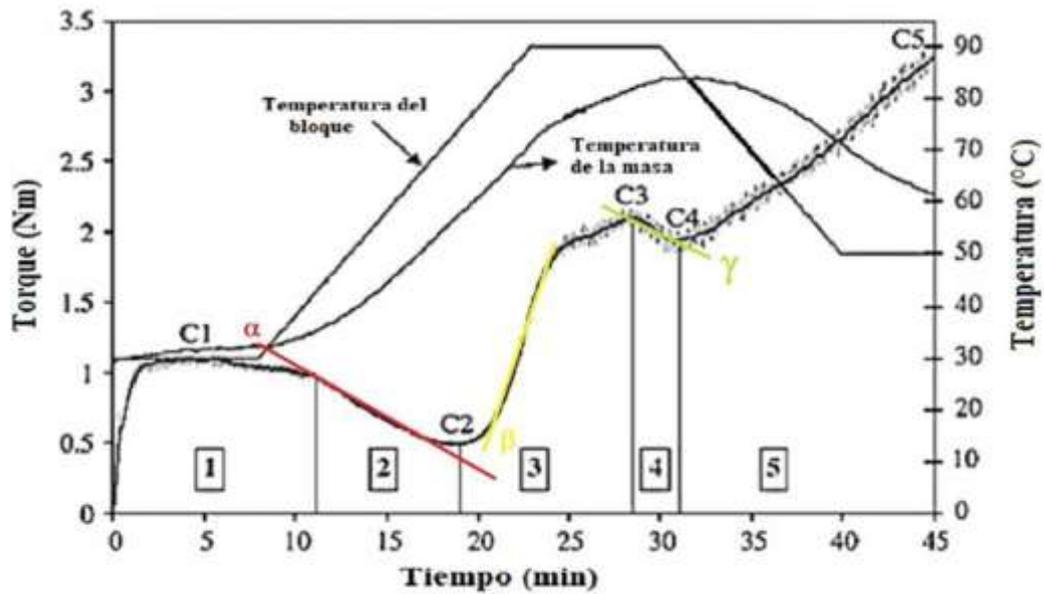


Figura 4: Curva registrada de Mixolab. C1: Desarrollo de la masa durante el amasado (absorción de agua y estabilidad), C2: Desnaturalización de proteínas durante el calentamiento, C3: Gelatinización de almidón durante el calentamiento, C4: Actividad amilasa, C5: Retrogradación del almidón durante enfriamiento

Fuente: Dubat *et al.* (2013)

Dubat *et al.* (2013) mencionan que el equipo *Mixolab Estandart* mide, en tiempo real, el par (expresado en Nm o mNm) producido por el paso de la masa entre dos varillas amasadoras, permitiendo así estudiar: las características reológicas de la masa (capacidad de hidratación, tiempo de desarrollo, etc.), el debilitamiento de las proteínas, la actividad enzimática, la gelatinización y retrogradación del almidón.

1. Desarrollo de la masa

A temperatura constante, el inicio de la prueba permite determinar el poder de absorción de agua de las harinas y medir las características de las masas en el amasado (estabilidad, tiempo de desarrollo, potencia absorbida).

2. Debilitamiento de las proteínas (A)

Cuando la temperatura de la masa aumenta, la consistencia disminuye. La intensidad de este debilitamiento depende de la calidad de las proteínas.

3. Gelatinización del almidón (B)

A partir de cierta temperatura, los fenómenos vinculados a la gelatinización del almidón resultan preponderantes, observándose un aumento de la consistencia. La intensidad de este aumento depende de la calidad del almidón y, eventualmente, de los aditivos añadidos.

4. Actividad amilasa (Γ)

El valor de la consistencia al final del proceso depende, en gran parte, de la actividad amilásica endógena o añadida. Cuanto más importante es la disminución de la consistencia, mayor es la actividad amilásica.

5. Retrogradación del almidón

Al enfriarse, el almidón disminuye y la consistencia del producto aumenta. Algunos aditivos tienen una acción sobre este fenómeno y limitan su importancia, permitiendo así retardar el envejecimiento y conservar una mayor elasticidad del producto acabado.

La cantidad requerida de harina para el análisis fue calculada por el *software Mixolab* de acuerdo con los valores de entrada de humedad y absorción de agua de la muestra. Todas las mediciones se realizaron por duplicado utilizando el protocolo *Mixolab Chopin*, los parámetros se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Protocolo Chopin+ o ChopinWheat+ utilizado en la caracterización

Configuración	Protocolo Chopin
Velocidad de amasado	80 rpm
Par objetivo para C1	1,10 ± 0,05 Nm
Peso de la masa	75 g
Temperatura de la cubeta	30 °C
Temperatura en el primer paso	30 °C
Duración del primer paso	8 min
Temperatura del segundo paso	90 °C
Primer gradiente de temperatura	15 min -4 °C/min
Duración del segundo paso	7 min
Segundo gradiente de temperatura	10 min. - -4°C
Temperatura en el tercer paso	50 °C
Duración del tercer paso	5 min
Tiempo total del análisis	45 min.

Fuente: Chopin Technologies (2020)

3.4.6. Determinación de fibra dietética total

Se determinó mediante los métodos 32-05 Fibra dietaría Total (TDF) y 32-21 Fibra dietaría soluble/insoluble de AACC (1999).

3.5. Características de los fideos y valoración de su calidad

3.5.1. Características de cocción

El tiempo de cocción (min), pérdida de cocción, se determinaron, de acuerdo a lo descrito por Granito *et al.* (2014).

3.5.2. Determinación de actividad de agua

La actividad del agua (a_w) se realizó utilizando el equipo medidor de actividad de agua AQUALAB, Modelo 3 TE. La muestra utilizada en cada unidad experimental por duplicado fue de $5,5 \pm 0,5$ g. A temperatura promedio de 24 °C con un tiempo promedio de lectura por muestra de 3 min.

3.5.3. Análisis de textura

Se realizó mediante el método propuesto por Vernaza *et al.* (2012) y Wang *et al.* (2016).

3.5.4. Análisis microbiológico

A los fideos se les realizó análisis de recuento de mohos-levaduras, *Staphylococcus aureus*, detección de *Salmonellas sp.*, fueron determinados según ICMSF (2000).

3.5.5. Análisis sensorial

Para la evaluación se utilizaron fideos de trigo y óptimo (aproximadamente 25 g), se sirvieron en platos de plástico rotulados con un código de tres dígitos tomados al azar de una tabla de números aleatorios de acuerdo a Anzaldúa-M. (1994). La evaluación sensorial se llevó a cabo con la participación de 25 personas (consumidores frecuentes de fideos) de la Universidad Agraria La Molina, los consumidores tenían edades comprendidas entre 23 y 56 años, de los cuales, el 63 por ciento fueron mujeres y el complemento varones. El instrumento que se utilizó fue la ficha que se muestra en la Figura 5. A cada consumidor se le pidió que marcará con una “X” en el lugar que considere que representa su grado de preferencia del producto.

Por favor, marca lo que corresponda: Hombre () Mujer () Edad:
TEST DE PREFERENCIA
Instrucciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Enjuágate la boca con agua y luego degusta el fideo. Marca con una “x” según tu preferencia.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; width: 40px;">159</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; width: 40px;">325</div> </div>
MUCHAS GRACIAS

Figura 5: Ficha de evaluación sensorial

Fuente: Anzaldúa (1994)

3.6. Metodología experimental

3.6.1. Elaboración de harina de bagazo de naranja y manzana

El bagazo de manzana y naranja fue obtenido como resultado de elaboración de jugo, proveído de la Planta Piloto de Alimentos, de la Facultad de Industrias Alimentarias. Las harinas de bagazo de naranja y de manzana se elaboraron de acuerdo a las siguientes operaciones:

- **Recepción y pesado:** los residuos de naranja y manzana fueron recepcionados, y pesados.
- **Lavado:** los residuos fueron lavados con agua potable para la eliminación de materiales extraños.
- **Selección:** se realizó la selección de los residuos en forma manual donde se descartaron los residuos maltratados y los que no son parte del residuo.
- **Tratamiento térmico:** los residuos se sometieron a un tratamiento térmico a 90 °C por un periodo de tiempo de 10 min.
- **Secado:** los residuos fueron secados para ello se les coloco en fuentes y se utilizó un secador de bandeja a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 22 horas, con el fin de reducir la humedad y facilitar el proceso de molienda.
- **Molienda:** luego del secado las muestras se sometieron a molienda usando el molino de martillo, con el objetivo de reducir el tamaño de partículas.

- Tamizado: las muestras fueron tamizadas con la ayuda de tamices de abertura de 0,05 mm, para homogenizar el tamaño de partícula, obteniendo así la harina de residuo de naranja y harina de residuo de manzana.
- Almacenamiento: las muestras fueron almacenadas en bolsas de polietileno de alta densidad en un ambiente oscuro y seco para los posteriores análisis.

En la Figura 6, se muestra el diagrama de flujo para obtener harina de bagazo de naranja, y harina de bagazo de manzana.

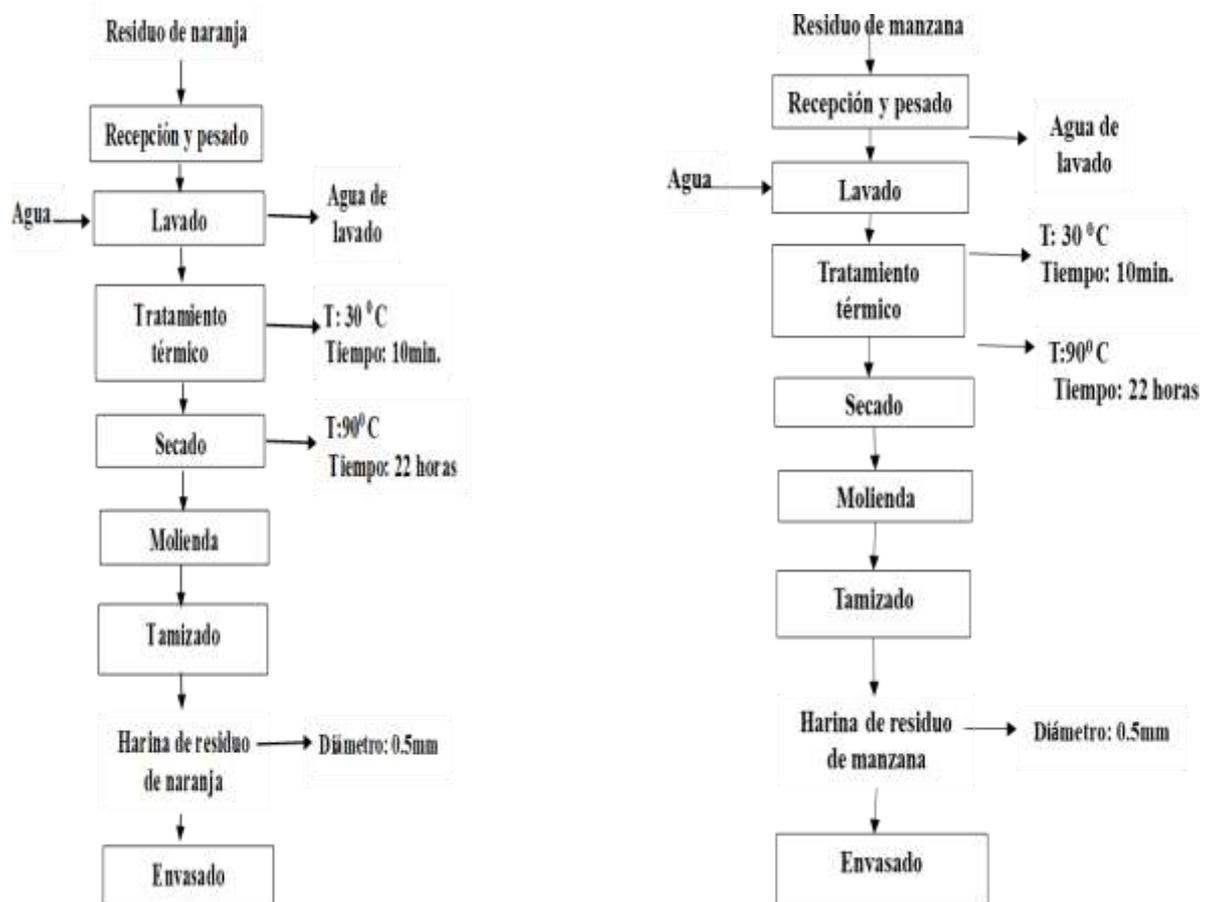


Figura 6: Diagrama de flujo para obtener harina de residuo de naranja y de manzana

3.6.2. Elaboración de fideos con 100% harina de trigo (A) y harina de trigo más harina de residuo naranja, y lo mismo para elaboración de fideos de trigo más harina de residuo de manzana (B).

Los fideos fueron elaborados utilizando el método de laminado descrito por Sandoval (2011). A continuación, se detallan las distintas operaciones presentadas en la Figura 7.

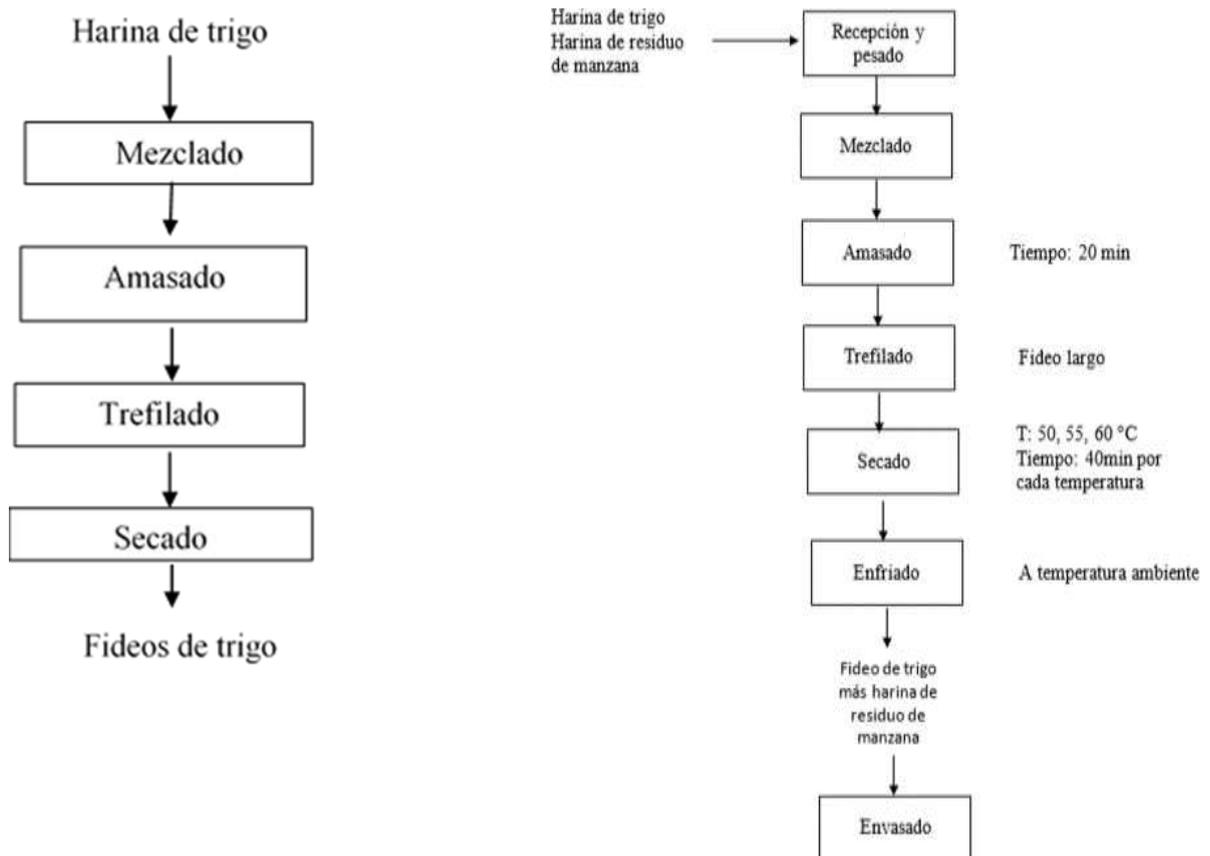


Figura 7: Flujograma para obtener fideos con 100% de harina de trigo (izquierda) y flujo de procesos para la obtención de Fideos con harina de trigo más harina de residuo de naranja y mismo flujo para obtener fideos de trigo más residuo de manzana (derecha)

- Recepción y pesado: Se realizó la recepción y pesado con precisión cada una de las materias primas, tanto sólidos en la que se encuentra la harina de trigo, manzana y naranja, sal, líquidos en la que se encuentra el agua potable, aceite, se empleó para ello una balanza de precisión (Ohaus, Traveler Ta 3001. USA).
- Mezclado: Se mezcló la harina de trigo más la harina de bagazo de naranja, con el agua, la sal y aceite, lo mismo se realizó para obtener los fideos de harina de trigo más harina de bagazo de manzana más agua, sal y aceite, para ello se utilizó la máquina de fideos Modelo PF40E (Italia).
- Amasado: Se procedió al amasado durante un tiempo de 20 min, en esta etapa se buscó gradualmente que la humedad sea uniforme en todos los gránulos de harina que componen la masa para evitar defectos en las pastas secas, como son las manchas blancas.
- Trefilado: Mediante el trefilador y accesorio de corte, se obtuvieron los fideos frescos 31 por ciento de humedad, que adoptaron una determinada forma (tipo *fetuchini*). Después de un descanso de 5 minutos se procedió al secado.
- Secado: Los fideos fueron secados empleando un secador de bandeja marca a temperatura de 50, 55, 60 °C cada temperatura durante un tiempo de 40 min hasta una humedad aproximada de 12 por ciento.
- Enfriado: Los fideos fueron enfriados a temperatura ambiente.
- Envasado: Los fideos una vez enfriados a temperatura ambiente fueron embolsados en polietileno de alta densidad para después realizar los análisis fisicoquímicos y de calidad de los fideos.

En la Tabla 6, se muestran los tratamientos realizados para la elaboración de fideos con harina de trigo, más harina de residuo de manzana y naranja.

Tabla 6: Tratamientos realizados para la elaboración de fideos con harina de trigo, más harina de residuo de manzana y naranja

Tratamientos	Harina de trigo	Harina de residuo de manzana	Harina de residuo de naranja
T1	100	0	0
T2	75	0	25
T3	75	25	0
T4	87,5	0	12,5
T5	70	15	15
T6	87,5	12,5	0
T7	83,3	8,3	8,3

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se realizó en cuatro etapas:

En la primera etapa se analizó el factor harina con tres tratamientos (harina de trigo, harina de residuo de naranja y harina de residuo de manzana). Las variables respuestas fueron la composición proximal, fibra dietaría soluble e insoluble, color, análisis de granulometría y microbiológico.

En la segunda etapa se evaluó la influencia del factor formulación con siete tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7). Las variables respuestas fueron sus propiedades termo mecánicas de las masas: C1 (está relacionado con la absorción de agua); C2 (Fuerza de la proteína), tiempo de desarrollo, absorción de agua, estabilidad, amplitud; C3 (Gelatinización del almidón), C4 (Estabilidad del almidón), C5 (retrogradación), asimismo, se evaluó el tiempo de desarrollo (min), % absorción de agua, estabilidad (min) y amplitud (N.m) usando el Equipo Mixolab.

La tercera etapa, evaluó la influencia del factor formulación con siete tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7). Las variables respuestas fueron: humedad (%), color (L*, a*, b*), tiempo de cocción, pérdida de cocción, actividad de agua, y dureza (lb/f).

La cuarta etapa consistió en la validación de la formulación óptima y la posterior caracterización de ésta, mediante un análisis proximal, fibra dietaria soluble e insoluble, microbiológico, polifenoles totales, y calidad de los fideos (humedad, tiempo de cocción, pérdida de cocción, actividad de agua y dureza), así como el análisis sensorial.

La Figura 9, muestra el diseño experimental del trabajo de investigación sobre la elaboración de fideos usando harina de trigo, más harina de residuo de naranja y harina de trigo más harina de residuo de manzana.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar el efecto de los factores bagazo de naranja y manzana en la elaboración de fideos sobre las variables respuestas: tiempo de cocción, pérdida de cocción, color, actividad de agua y dureza, se utilizó un arreglo factorial con un Diseño Completamente al Azar (DCA estadística paramétrica), y mediante el análisis de variancia (ANOVA) se determinó si existen diferencias significativas entre los tratamientos, a un nivel de significancia del 5 por ciento ($\alpha=0.05$), utilizando el software estadístico Statgraphics Centurión 18[®]. Adicionalmente, el análisis estadístico para la evaluación sensorial se realizó a través de una prueba de Friedman (estadística no paramétrica), para analizar la preferencia de los tratamientos. Por otro lado, utilizando el software *Desing expert 9.0.6.2*, se evaluó un diseño de mezclas D-optimal, para determinar el contenido de harina de trigo, harina de residuo de naranja y harina de residuo de manzana, y se optimizaron las variables tiempo de cocción, pérdida de cocción, firmeza, humedad, actividad de agua y parámetros de color L*, a* y b*; conforme lo sugerido por Radfar *et al.* (2020).

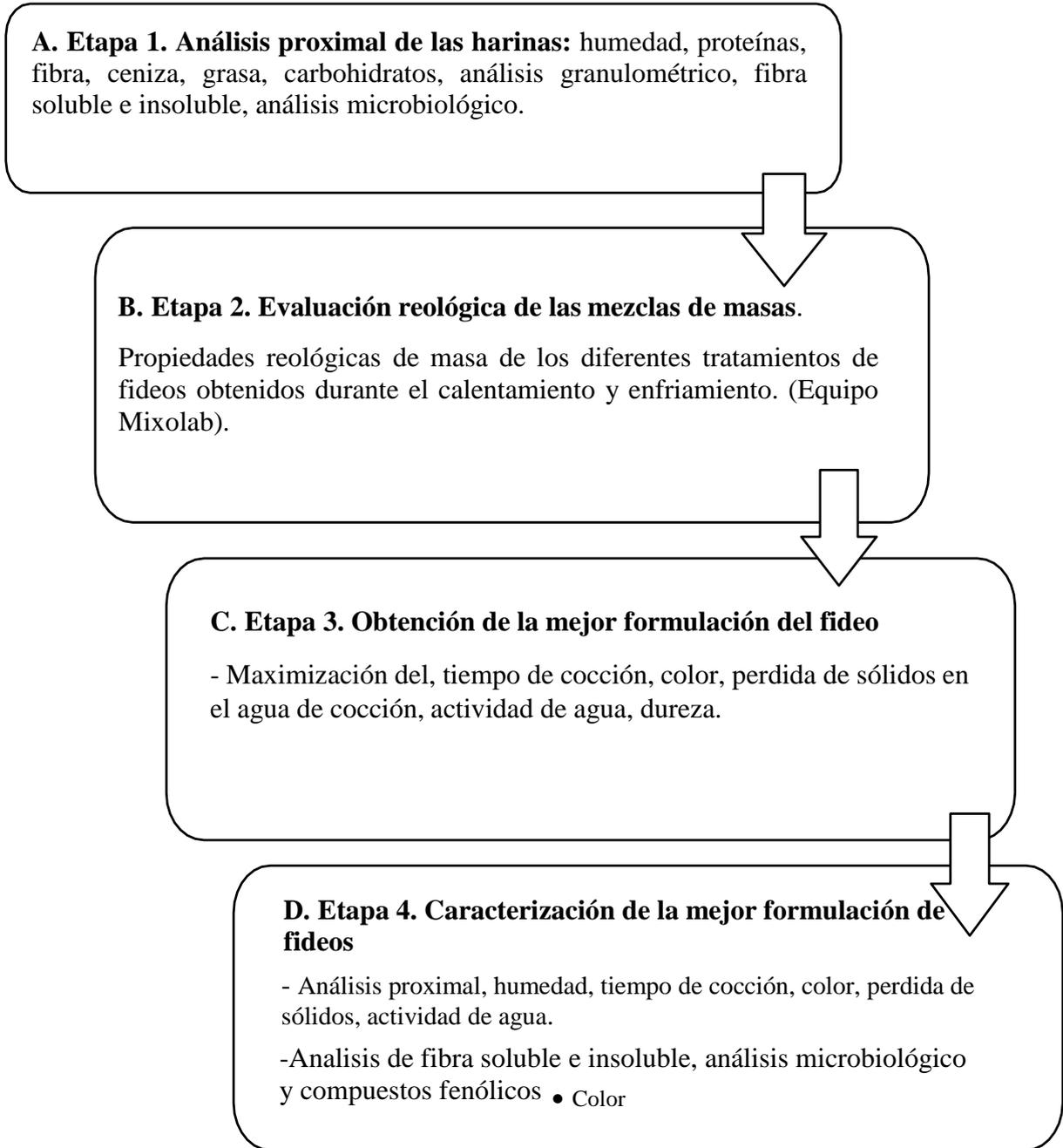


Figura 8: Etapas de la investigación de fideos con harina de bagazo de naranja y manzana

DISEÑO EXPERIMENTAL: Operaciones							
	Recepción	Formulación (Tratamientos)	Mezclado	Amasado	Trefilado	Secado	Producto final
Tratamiento	-Harina de trigo (HT) (Testigo)	- Harina de trigo + agua +sal+ aceite (Control) →	→	→	→	→	FIDEO CONTROL Fideo Optimo
		-HT + HBM+ HBN+Agua +Sal +Aceite 75% + 25%+ 0% +31% +0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
	- Harina de bagazo de manzana (HBM)	-HT + HBN+HBM +Agua +Sal +Aceite 75%+25%+0%+31%+0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
		-HT + HBN+HBM+Agua +Sal +Aceite 87,5%+12,5%+0%+31%+0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
		-HT + HBN+HBM+Agua +Sal +Aceite 70% + 15%+15%+31% +0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
	- Harina de bagazo de naranja (HBN)	-HT + HBN+HBM+Agua +Sal +Aceite 87,5%+0%+12,5%+31%+0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
		-HT + HBN+HBM+Agua +Sal +Aceite 87,5%+8,33%+8,33+31%+0,8%+1,5% →	→	→	→	→	
Parámetros		-Peso de ingredientes		-Porcentaje de humedad -Análisis reológico		-T =50, 55, 60 °C -tiempo=40 min. para cada temperatura	
Análisis	-Análisis proximal - Análisis de fibra soluble -Análisis de fibra insoluble -Color -Microbiológico				-Porcentaje de humedad (31%)	- Porcentaje de humedad (12%). tiempo de cocción. pérdida de cocción color, polifenoles totales, fibra dietética total, Aw.	Análisis: Proximal, fibra dietaría soluble e insoluble, color, actividad de agua, tiempo de cocción, pérdida de cocción, microbiológico, sensorial

Figura 9: Diseño experimental para la obtención de fideos con harina de bagazo de naranja y harina de bagazo de manzana

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Los resultados de la composición nutricional de las HT, HRN y HRM se muestran en la Tabla 7. El tipo de harina influyo significativamente ($p < 0,05$) en el contenido de proteína a favor de la HT respecto a las HRN y HRM, esta diferencia en la HT es debida a que los componentes del cereal que lo deriva contienen mayor concentración de proteínas, a diferencia de las frutas (Aschemacher 2014). El valor de la proteína en la HT es mayor a lo reportado por Cardoso *et al.* (2019) quienes consignan un valor de 13,4 por ciento. Asimismo, es superior a lo reportado por Lin *et al.* (2019) quienes encontraron un valor de 14,30 por ciento y a 12,04 por ciento reportado por Nasir *et al.*(2020) en harina de trigo, respectivamente.

Las diferencias en la concentración de proteína en las harinas de trigo pueden estar influenciadas por los factores como: refinación, variedad, enmiendas y tipo de suelo. Por otro lado, el contenido de proteína de la HRM fue de 3,55 por ciento, valor cercano a lo observado por Gutiérrez (2014) quien indica valor de 3,47 por ciento para cáscara de manzana y mandarina.

En tanto que la HRN tuvo 4,88 por ciento de proteína, siendo ligeramente superior a lo reportado por Bussolo de Souza *et al.* (2018) quienes obtuvieron valores de 4,7 por ciento para cáscara de naranja. Sin embargo, los valores encontrados para proteína en la HRN y HRM son mayores a los reportados por Marçal y Pintado (2021) para la cáscara de mango cuyo valor 2,1 por ciento. Por otro lado, los valores de HRM y HRN son menores a lo consignados por Martínez *et al.* (2017) quienes obtuvieron 6,18 por ciento para harina a partir de cascara de chontaduro (*Bactris gasipaes*). La variabilidad en el contenido de proteína en las cáscaras se puede deberse al tipo de fruta, estado de madurez, variedad y espesor de la cáscara analizada.

Tabla 7: Composición nutricional de las harinas en base seca

Componente (Porcentaje)	Harina de trigo	Harina de residuo de naranja	Harina de residuo de manzana
Humedad	13,60 ± 0,07 ^a	5,70 ± 0,03 ^c	7,83 ± 0,01 ^b
Proteína*	16,09 ± 0,00 ^a	4,88 ± 0,10 ^b	3,55 ± 0,12 ^c
Grasa	1,04 ± 0,03 ^c	2,65 ± 0,01 ^a	2,29 ± 0,01 ^b
Ceniza	0,69 ± 0,02 ^c	3,71 ± 0,07 ^a	1,89 ± 0,19 ^b
Carbohidratos	82,18 ± 0,12 ^c	88,76 ± 0,18 ^b	92,28 ± 0,32 ^a
Energía total, Kcal	402,43 ± 0,25 ^c	434,84 ± 0,49 ^a	430,78 ± 0,76 ^b

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (p<0.05). *Factor 6,25

Con respecto a la humedad, se encontró diferencias significativas (p<0.05) en las muestras en estudio a favor de la HT. Estos valores son similares a los reportados por Ponce *et al.* (2016) quienes obtuvieron un valor de 13,04 por ciento para HT. La HT se encuentran dentro de los parámetros de la 205.064 (NTP 2015) consignando 15 por ciento de humedad como máximo. Los resultados de humedad permiten indicar que las muestras tienen un bajo riesgo de contaminación microbológica, coincidiendo con Hødørugø *et al.* (2016) quienes indican que la humedad es un factor crítico para el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas. Por lo tanto, los niveles bajos son beneficiosos para una mayor vida útil del producto.

Respecto a la grasa se encontró diferencias significativas (p<0,05) entre las harinas a favor de la HRN respecto a la HRM y HT. El valor de la HRN fue superior a lo publicado por Martínez *et al.* (2015) quienes obtuvieron valores de 1,84 por ciento y 1,73 por ciento respectivamente para harina de residuos de mango y naranja. Asimismo, son superiores a los reportados por Marçal y Pintado (2021) autores que obtuvieron 1,6 por ciento de grasa en cáscara de mango. Por otro lado, el contenido de grasa en la HRM es menor a lo reportado por Gutiérrez (2014) que indica valor de 3,18 por ciento. La diferencia en macronutrientes en parte puede deberse a varios factores, como la variación genética, clima, temperatura, condiciones de cultivo, operaciones de secado y procesamiento. Respecto a la grasa en la HT fue superior a lo registrado por Cardoso *et al.* (2019) quienes reportaron valores de 0,61 por ciento. Sin embargo, es inferior a lo consignado por Nasir *et al.* (2020) quienes encontraron un valor de 1,9 por ciento. La diferencia en el contenido de grasa puede estar influenciado

por la molienda, operación en la cual se elimina el salvado y germen, reduciendo así el contenido de grasa de la harina.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido de cenizas a favor de la HRN respecto a la HRM y HT. La HRN fue superior a lo reportado por Umbreen *et al.* (2020) quienes encontraron un valor de 3,43 por ciento en cáscara de mango. También, fue superior a lo reportado por Almeida *et al.* (2020) quienes obtuvieron 2,12 por ciento de ceniza en harinas de residuo de Feijoo (*Acca sellowiana*). En cuanto al contenido de cenizas, la HT presentó valores similares, a lo reportado por Frakolaki *et al.* (2018) cuyo valor fue de 0,69 por ciento. Asimismo, superior a lo reportado por Cardoso *et al.* (2019) quienes obtuvieron un valor 0,61 por ciento. El valor de ceniza en la HT se encuentra dentro de las especificaciones de la 205.064 (NTP 2015), que consigna un valor de 0,75 por ciento máximo. En tanto que los carbohidratos mostraron la misma tendencia que el resto de nutriente y su valor depende de la concentración del resto de nutrientes.

La energía total obtenida por las muestras en estudio presentó un rango de 402,43 a 434,84 kcal; estos resultados evidenciaron que no existía diferencia significativa en la energía total obtenida por parte de la HRN, HRM y de HT. La mayor parte de esta energía total obtenida por parte de las harinas fueron proveniente de los carbohidratos. Sin embargo, el aporte de las proteínas y grasa en la energía total varió en función de la muestra de estudio; ya que en la HRN y HRM se obtuvo un mayor aporte de energía por parte de las grasas. Mientras que, en la HT, el segundo lugar fue de la proteína como mayor aportante de la energía total.

4.2. FIBRA DIETARIA

En la Tabla 8, se presenta la composición de la fibra dietaria de acuerdo a sus características en los diferentes tipos de harinas. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la FDT a favor de la HRM respecto a la HRN y HT. El valor de FDT en la HRM es superior a lo reportado por Gorjanović *et al.* (2020) quienes encontraron un valor de 45 por ciento. Sin embargo, es ligeramente inferior a lo reportado por Do Espírito Santo *et al.* (2012) quienes obtuvieron un valor de 63,27 por ciento. Respecto a la HRN es inferior a lo observado por Martínez *et al.* (2017) quienes obtuvieron un valor de 49,80 por ciento de FDT en harinas de residuos de mango y naranja. Igualmente, es inferior al 48,4 por ciento reportado por Ferreira *et al.* (2015) en harinas de residuos de frutas y verduras. La superioridad mostrada

por los diferentes autores en el HRN se debería en gran parte a la variedad, estado de madurez y espesor de la cáscara naranja utilizada. Por otro lado, la FDT de la HT fue superior a lo consignado por Sanchez (2016) quien determinó un valor de 4,6 por ciento.

En cuanto a la FDS se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) a favor de la HRM respecto a la HRN y HT. El contenido de FDS en la HRM es superior a lo reportado por Figuerola *et al.* (2005), quienes encontraron un valor de 14,3 por ciento para manzana. Asimismo, es superior a lo reportado por Wang *et al.* (2016) quienes obtuvieron un valor de 5,72 por ciento en cáscaras de tomate. Con respecto a la HRN es inferior al valor que obtuvo Romero (2011) quienes encontraron 18,6 por ciento FDS en cáscara de naranja y a lo reportado por Figuerola *et al.* (2005) quienes obtuvieron un valor de 10,28 por ciento en harina de naranja. Los valores de FDS en las HRM y HRN fueron superiores a los valores reportados por Ferreira *et al.* (2015) quienes consigán 9,6 por ciento en harina de subproductos hortofrutícolas.

Respecto a la FDI tuvo la misma tendencia que la FDS y FDT, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) a favor de la HRM respecto a la HRN y HT. El contenido de FDI en la HRM fue superior a lo reportado por Dhingra *et al.* (2012) quienes consigán un valor de 1,8 por ciento. Mientras que es inferior a lo reportado por Kırbaş *et al.* (2019) cuyo valor es de 44,57 por ciento en harina de residuos de manzana. En lo que se refiere al contenido de FDI en la HRN es superior a lo reportado por Garcia *et al.* (2018) quienes encontraron un valor de 19,16 por ciento. Sin embargo, es inferior a lo reportado por Figuerola *et al.* (2005) quienes indican un valor de 54 por ciento en harina de naranja. Los valores de FDI en HRM y HRN fueron superiores a 33,73 y 20,0 por ciento reportados en harinas de frutas exóticas de Baru (*Brazilian almon*) y Jabuicaba (*Plinia cauliflora*) por Resende y Franca (2019).

Actualmente, la industria alimentaria utiliza el salvado de los cereales para aumentar el contenido de fibra en los alimentos procesados y como sustituto de grasa en diversos productos. Sin embargo, los subproductos de las frutas son una fuente alternativa de fibra dietaría, con varias ventajas nutricionales y funcionales, por ejemplo, un menor contenido de ácido fítico y valor energético, mayor proporción de fibra soluble/insoluble y mejor capacidad de adsorción de aceite y retención de agua (Garcia - Amezcuita *et al.* 2018). En tal sentido, la fibra insoluble se caracteriza principalmente por incrementar el tránsito intestinal y el volumen fecal, mientras que la fibra soluble incrementa la densidad de la digesta, reduciendo la absorción de nutrientes y por ende disminuye el nivel de azúcar en

sangre. Asimismo, favorece el crecimiento de la microbiota benéfica, la cual produce ácidos grasos de cadena corta teniendo función a nivel local del tracto digestivo y sistémico (Yin et al. 2018). Además, el consumo de fibra en cantidades adecuadas mejora la inmunidad, previene enfermedades cardiovasculares, diabetes y de cáncer colorrectal (Bolanho *et al.* 2015).

Tabla 8: Fibra dietaría en las harinas obtenidas en base seca

Componente (%)	Harina de trigo	Harina de residuo de naranja	Harina de residuo de manzana
Fibra dietaría total (FDT)	6,60 ± 0,02 ^c	37,96 ± 2,06 ^b	61,24 ± 0,04 ^a
Fibra dietaría soluble (FDS)	2,31 ± 0,03 ^c	14,74 ± 0,07 ^b	21,71 ± 0,02 ^a
Fibra dietaría insoluble (FDI)	4,28 ± 0,01 ^c	24,81 ± 0,01 ^b	39,55 ± 0,02 ^a
FDI/FDS	1,85:1	1,68:1	1,82:1
FDI/FDT	64,91	65,36	64,58
FDS/FDT	35,09	38,83	35,44

*Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (p<0,05)

Por otro lado, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) sugiere una ingesta diaria de fibra de 25 a 30 g/día (Escudero y Gonzáles 2006). Además, Escudero y Gonzáles (2006) y Ramírez y Pacheco (2009) sugieren que la relación FDI/FDS en los alimentos debe ser cercana 3:1, a fin de generar impactos favorables en la salud del consumidor. Mientras, que relaciones mayores podrían provocar problemas de flatulencia, entre otros. La relación FDI/FDS en las harinas elaboradas es menor a lo recomendado, sin embargo, la relación FDI/FDS determinada en la HRN es superior a 0,95 y 1,38, reportado por Guerra (2020) en harina de naranja.

4.3. ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA

En la Tabla 9, se muestran la granulometría de las harinas. Se observó, que en los dos primeros tamices (#20 y #30) hubo baja retención de harinas debido al mayor diámetro del tamiz comparado con las partículas. Se encontró un valor máximo de 72 por ciento de retención en el tamiz #40 con un tamaño de partícula de 425 µm tanto para la HRN y HRM.

Valor que es mayor a lo determinado por Brito *et al.* (2019) quienes encontraron un 23 por ciento de retención en tamiz de 425 a 500 μm , para harina de residuos de frutas y verduras. La granulometría tiene un marcado efecto en la industria alimentaria la cual influye en la textura, sabor y apariencia del producto final (Bezerra *et al.* 2018). Tal es así que Rosentrater y Evers (2018) sugiere una granulometría de 450 μm en la elaboración de pastas alimenticias. Por otro lado, el *Codex Alimentarius* (1985) señala que el 98 por ciento de harina o más debe pasar a través de un tamiz (#70) de 212 μm . Mientras que en la práctica general el tamaño de partícula media se mantiene en un rango de 350 a 2000 μm para obtener buenos resultados.

Tabla 9: Porcentaje de retención en harinas de residuos de naranja y manzana

Nº tamiz	Apertura (um)	HRN	HRM
20	850	4	4
30	600	---	---
40	425	72	72
60	250	16	12
100	150	8	12
Fondo	0	0	0
Total		100	100

HRN: harina de residuo de naranja; HRM: harina de residuo de manzana

4.4. CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA

En la Tabla 10, se muestran los resultados de la caracterización microbiológica en HT, HRN y HRM, los mismos cumplen con lo establecido en la RM 591-2008 MINSA. Las cargas microbiológicas presentes en las harinas del estudio son similares a los resultados obtenidos por Cardoso *et al.* (2019) quienes reportaron un valor de 2,46 UFC/g para mohos, 2,24 UFC/g en levaduras y ausencia de *Salmonella* en 25 g de muestra. También, Berghofer, y Jansson (2003) reportaron ausencia de *Salmonella spp* (25 g de muestra) en harina de trigo de Australia. Los microorganismos son contaminantes constantes de las harinas, ya que se originan en el periodo de vegetación de los cereales y forman parte integral de la masa del grano. En condiciones desfavorables son inactivos y no representan un peligro potencial para la salud (Plavsic *et al.* 2017).

Tabla 10: Análisis microbiológicos en harina de trigo y harina de residuo de naranja y manzana

N°	Harina	Análisis	Microorganismos (UFC/g)
1	Trigo	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		Salmonella	Ausencia/25 g
2	Naranja	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		Salmonella	Ausencia/25 g
3	Manzana	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		Salmonella	Ausencia/25 g

4.5. COLOR DE LAS HARINAS

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los parámetros de color L^* , a^* y b^* de las harinas (Tabla 10). Respecto a la coordenada L^* presento mayor valor en la HT, este valor fue similar a lo reportado por Nasir *et al.* (2020) quienes obtuvieron valores de L^*87 , $a^*0,59$ y $b^*9,34$ en HT. Respecto a la HRM, tuvo el mayor valor para la coordenada a^* , sin embargo, este valor es menor a lo reportado por Mello *et al.* (2021) quienes encontraron un valor de $a^*25,93$ en cáscara seca de *Citrus sinensis*. Por otro lado, tanto la HRN y HRM el valor b^* fue superior a lo reportado por Brito *et al.* (2019) quienes consignaron un valor b^* : 10,1 en harinas de residuos de frutas y verduras. Los valores positivos para a^* se correlacionan con el color rojo, b^* con el color amarillo, y los que pueden atribuirse a los carotenoides presentes en las harinas. El color es un parámetro importante al considerarse su posible aplicación en el desarrollo de productos (Resende y Franca 2019). En la Tabla 11, se muestran los parámetros de color de las harinas.

Tabla 11: Parámetros de color de las harinas

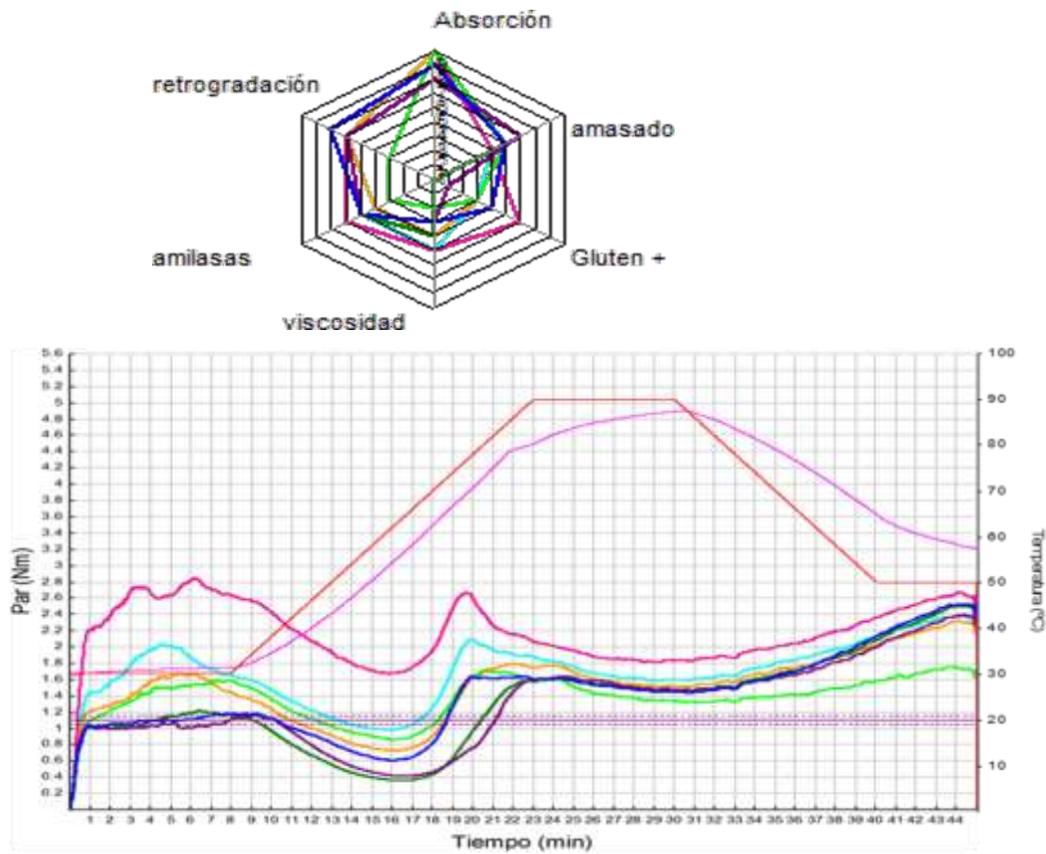
	L*	a*	b*
Harina de trigo	91,45 ± 0,003 ^a	0,93 ± 0,003 ^b	10,84 ± 0,004 ^c
Harina de naranja	82,75 ± 0,002 ^b	-1,72 ± 0,004 ^c	22,66 ± 0,016 ^a
Harina de manzana	76,36 ± 0,004 ^c	6,51 ± 0,008 ^a	22,15 ± 0,003 ^b

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.6. CUALIDADES REOLÓGICAS DE LA MASA

El *Mixolab* es un equipo que mide la consistencia de una masa sometida a una doble presión de amasado y a un aumento de temperatura, analiza la calidad de las proteínas y del almidón a partir de una muestra dada (Chopin Technologies–*Mixolab*. 2020). Los parámetros obtenidos del *Mixolab* se pueden dividir en cinco diferentes fases: desarrollo de la masa durante el amasado (absorción de agua y estabilidad) (C_1), desnaturalización de proteínas durante el calentamiento (C_2), gelatinización de almidón durante el calentamiento (C_3), la actividad amilasa (C_4) y la retrogradación del almidón durante enfriamiento (C_5). En la Tabla 12, se muestran los valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de masas de fideos obtenidos durante el calentamiento.

En la Figura 10, se muestran los valores obtenidos para la masa de los diferentes tratamientos. Anexo 5.



Serie Ensayos	Hid. (%)	Base de trabajo	Par alisado	Temp. Masa	Temp. Bloque
T 1 1	62,6	b14			
T 3 1	61,1	b14		✕	
T5 1	83,9	b14		✕	
T6 1	62,4	b14		✕	
T 7 1	71,4	b14		✕	
T 2 1	79,8	b14		✕	
T4 1	75,5	b14		✕	

Figura 10: Valores obtenidos de las curvas del Mixolab para los diferentes tratamientos de harinas investigadas

Tabla 12: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de masas de fideos obtenidos durante el calentamiento

	TRATAMIENTOS			PARÁMETROS REOLÓGICOS DURANTE EL CALENTAMIENTO			
	C1 (N. m)	C2 (N. m)	C3 (N. m)	Tiempo de desarrollo (min)	Porcentaje Absorción de agua	Estabilidad (min)	Amplitud (n. m)
T1	1,20 ^a ± 0,01	0,61 ^b ± 0,01	1,65 ^a ± 0,01	8,08 ^f ± 0,08	62,60 ^c ± 0,00	9,50 ^e ± 0,00	0,07 ^{ab} ± 0,05
T2	2,75 ^d ± 0,05	2,59 ^f ± 0,04	2,85 ^c ± 0,02	3,22 ^a ± 0,21	79,80 ^f ± 0,00	8,15 ^d ± 0,21	0,22 ^c ± 0,01
T3	1,16 ^a ± 0,00	0,41 ^a ± 0,00	1,63 ^a ± 0,01	9,16 ^g ± 0,10	61,10 ^a ± 0,00	9,95 ^e ± 0,07	0,07 ^a ± 0,02
T4	2,04 ^c ± 0,00	0,98 ^c ± 0,00	2,08 ^b ± 0,02	4,65 ^b ± 0,11	75,50 ^e ± 0,00	3,65 ^a ± 0,07	0,12 ^b ± 0,00
T5	1,58 ^b ± 0,02	0,86 ^d ± 0,01	1,68 ^{ab} ± 0,04	7,27 ^c ± 0,05	83,90 ^g ± 0,00	6,60 ^c ± 0,14	0,07 ^{ab} ± 0,00
T6	1,20 ^a ± 0,02	3,55 ^a ± 0,00	1,62 ^a ± 0,02	6,43 ^d ± 0,00	62,40 ^b ± 0,00	7,85 ^d ± 0,35	0,10 ^{ab} ± 0,02
T7	1,66 ^b ± 0,01	0,73 ^c ± 0,00	1,80 ^{ab} ± 0,01	5,78 ^c ± 0,32	71,40 ^d ± 0,00	4,70 ^b ± 0,42	0,12 ^{ab} ± 0,00

*C₁ (está relacionado con la absorción de agua); C₂ (Fuerza de la proteína), tiempo de desarrollo, absorción de agua, estabilidad, amplitud;

C₃ (Gelatinización del almidón)

Según el protocolo Chopin +, la capacidad de absorción de agua es la hidratación requerida para alcanzar una consistencia máxima sobre la masa aproximada de 1,1 N.m; esta capacidad de las harinas depende de la cantidad y tipo de proteínas, almidón, humedad y fibra contenida en ellas (Dubat *et al.* 2013). En ese sentido, mientras más seca se encuentre la harina, mayor será la cantidad de agua que se debe adicionar; por otro lado, las proteínas presentes pueden absorber un poco más de agua que su propio peso. Asimismo, un almidón dañado conduce a un aumento de la capacidad de absorción de agua al igual que la fibra, específicamente los compuestos pentosanos y arabinosilanos; este último factor influyente, se puede apreciar en los tratamientos T₂, T₄ y T₅, cuyos valores ascienden a 79,8 por ciento, 75,5 por ciento, 83,9 por ciento, respectivamente; los cuales sustituyeron trigo por naranja en el rango de 25-12,5 y 15 por ciento, conteniendo principalmente fibra. Por otro lado, el tiempo requerido para obtener la consistencia deseada (C₁), como se evidencia en la Tabla 12 denominado tiempo de desarrollo (min), relacionado directamente con la fuerza de la harina, mostró una tendencia contraria, los tratamientos T₂, T₄, T₅, T₇ mostraron un menor tiempo que T₁ (control) para hidratar todos los compuestos presentes durante la etapa de mezclado y a la vez, una elevada capacidad de retención de agua y valores altos de C₁; ello corresponde con estudios de Dubat *et al.* (2013), quienes mencionan que un aumento de C₁ en muestras de diferentes variedades de sémola, reduce el tiempo de hidratación entre sus componentes, relacionado principalmente con la formación de red de proteínas. Del mismo modo, Hadnađev *et al.* (2011) corroboraron en muestras de harinas que poseen alta capacidad de absorción de agua (por inclusión de proteínas), desarrollaron un menor tiempo de hidratación. Además, el tiempo de estabilidad disminuyó significativamente en sustituciones de naranja al 12,5 y 8,33 por ciento (T₄ y T₇), por consiguiente, el uso de este subproducto afectó negativamente en la estabilidad de la masa durante la mezcla continua. En relación con la consistencia expresada en C₂, el tratamiento T₂ evidenció un valor claramente superior a los demás tratamientos, mientras que T₃ y T₆, las cuales tienen en su composición manzana al 25 por ciento y 12,5 por ciento, respectivamente, no presentaron diferencias significativas con T₁ (tratamiento control). En otras palabras, valores altos de C₂ se relaciona con una mayor desnaturalización de las proteínas durante el calentamiento a 90 °C, es decir, las proteínas de T₂, expresaron el menor debilitamiento debido a la mecánica y restricciones térmicas, mientras que T₃ y T₆ se caracterizaron con una mayor reducción de proteínas, y, por lo tanto, una menor calidad proteica.

A medida que aumenta el calentamiento, los cambios en las proteínas ya no influyen en el aumento del valor de torque (N m) presentado, por lo tanto, la consistencia C₃, es el factor predominante de los gránulos de almidón, estos se hinchan debido a la absorción de agua y las cadenas de amilosa se lixivian en la fase acuosa. En la Tabla 12, se puede observar, que el tratamiento T₂ y T₄, son los tratamientos significativamente superiores en valores de C₃ que los demás tratamientos y el control (T₁); atribuyendo que valores altos se relacionan a un mejor rendimiento de almidón de las muestras (mayor cantidad de almidón). Por otro lado, los tratamientos T₃, T₅, T₆ y T₇ mantienen una calidad de almidón igual al tratamiento control, ello indicaría que poseen similares características en la funcionalidad de almidón.

En la Tabla 13, se presentan los valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos durante el enfriamiento.

Tabla 13: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos durante el enfriamiento

Tratamientos	C ₄ (N.m)	C ₅ (N.m)
T1	1,49 ^b \pm 0,045	2,67 ^c \pm 0,120
T2	1,67 ^d \pm 0,031	2,62 ^c \pm 0,013
T3	1,45 ^b \pm 0,018	2,37 ^b \pm 0,029
T4	1,59 ^c \pm 0,018	2,35 ^b \pm 0,021
T5	1,32 ^a \pm 0,001	1,71 ^a \pm 0,014
T6	1,46 ^b \pm 0,004	2,52 ^{bc} \pm 0,014
T7	1,52 ^{bc} \pm 0,015	2,32 ^b \pm 0,050

C₄ (Estabilidad del almidón), C₅ (retrogradación)

Durante el enfriamiento, la reducción de la consistencia (valor C₄) es el resultado de la descomposición física de los gránulos debido al esfuerzo cortante mecánico y la restricción de temperatura. Duvan *et al.* (2021) mencionan que la caída de esta consistencia es responsable de la actividad de alfa-amilasa, por lo que valores menores implica un mayor

contenido de esta enzima. El tratamiento T₅ presentó menor valor de C₄ en relación a los demás tratamientos incluso, al control, por lo que presentó un aumento de la actividad alfa-amilasa. C₅ más alto significa una elevada retrogradación de almidón causado por el enfriamiento; mientras que, la disminución de este valor, representa un tiempo más largo en la estabilidad, siendo beneficioso para ralentizar el envejecimiento de producto final durante su almacenamiento (Duvan *et al.* 2021). Se observa que el tratamiento T₅, aumentó a 1,71 N.m de consistencia, el cual expresaría una menor susceptibilidad a la retrogradación de almidón en relación a los demás tratamientos; cuyos valores estuvieron entre 2,32 y 2,67 N.m. Según Duvan *et al.* (2021), valores inferiores de C₅ se relacionan a una mayor ruptura de almidón por acción de la alfa amilasa, esta relación también se puede apreciar y corroborar a lo mencionado anteriormente. En la Tabla 14, se presenta los valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos de *Mixolab*.

Tabla 14: Valores medios y desviaciones estándar (\pm) de las propiedades reológicas de masa de las diferentes formulaciones de fideos obtenidos de *Mixolab*

Tratamientos	Pendiente α	Pendiente β	Pendiente ν
T ₁	-0,069 ^d \pm 0,004	0, 451 ^a \pm 0,016	0,047 ^{ab} \pm 0,035
T ₂	0 ^e	0, 264 ^a \pm 0,034	-0, 136 ^a \pm 0,008
T ₃	-0, 156 ^a \pm 0,006	0, 351 ^a \pm 0,016	-0,025 ^b \pm 0,024
T ₄	-0,085 ^c \pm 0,001	0, 248 ^a \pm 0,017	-0,096 ^{ab} \pm 0,006
T ₅	-0,081 ^{cd} \pm 0,007	0, 281 ^a \pm 0,004	-0,042 ^{ab} \pm 0,048
T ₆	-0,114 ^b \pm 0,00	0, 311 ^a \pm 0,004	-0,038 ^{ab} \pm 0,006

*Pendiente α (Velocidad de debilitamiento de proteínas bajo el efecto del calor), pendiente β (velocidad de gelatinización de almidón), pendiente ν (velocidad de degradación enzimática)

En relación a la pendiente “ α ”, el T₂ posee una tasa menor de debilitamiento de las proteínas bajo el efecto de la temperatura. Por otro lado, la pendiente “ β ”, relacionada con la tasa de gelatinización, se observa que el tratamiento control (T₁) no difiere significativamente con los demás tratamientos, ello expresaría un buen contenido de almidón a pesar de las sustituciones, es decir los componentes agregados no influyeron durante la gelatinización del mismo.

4.7. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS FIDEOS CRUDOS

A continuación, se realiza una evaluación detallada de la variable respuesta color (luminosidad, a^* , b^*), tiempo de cocción, pérdida de cocción, actividad de agua, dureza, humedad en la elaboración de fideos crudos (Tabla 15).

En la Tabla 15, se muestra los valores de las medias para humedad (porcentaje) color (L^* , b^*), tiempo de cocción, pérdida de sólidos por cocción, actividad de agua, dureza (lb/f) y la prueba de significación Tukey ($\alpha=0,05$), se observa que no hay diferencias significativas para humedad. Para luminosidad (L^*), el tratamiento control (T_1 : 70, 49^a), presento mayor luminosidad.

El tiempo de cocción para obtener una pasta al dente fue de 9 min. Las pérdidas de sólidos el T_3 (21,20 por ciento) la mayor pérdida de sólidos en el agua de cocción, este tratamiento tuvo el más alto contenido de fibras totales. Martí *et al.* (2010) reportaron que el alto contenido de fibra en harina de arroz integral fue responsable del debilitamiento de la red de almidón y en consecuencia del aumento de la pérdida de sólidos durante la cocción, probablemente es lo que sucedió en esta investigación.

Respecto a la actividad de agua, el tratamiento T_1 es la que presento el menor valor de $0,30b \pm 0,02$. La norma FSAI (2011) establece que un producto como la pasta, para que aparezca al mercado debe tener una actividad de agua entre un rango de 0,3–0,6, y todos los tratamientos lo cumplen.

Respecto a la dureza, se puede observar que el tratamiento (T_2) es el que se acerca más al tratamiento control por lo que parece ser más fácilmente manipulable a la hora de realizar la laminación.

Tabla 15: Análisis de calidad de los distintos tratamientos en la elaboración de fideos crudos

Característica	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Humedad (Porcentaje)	31,56 ^a ± 1,12	30,91 ^a ± 0,76	30,33 ^a ± 0,45	30,02 ^a ± 0,03	31,04 ^a ± 0,48	30,22 ^a ± 0,29	31,59 ^a ± 0,83
L*	70,49 ^a ± 0,28	68,80 ^{ab} ± 0,74	62,24 ^b ± 1,15	69,21 ^a ± 2,96	65,09 ^{ab} ± 1,65	67,20 ^{ab} ± 1,63	66,94 ^{ab} ± 1,96
a*	1,21 ^c ± 0,05	-1,22 ^d ± 0,01	5,49 ^a ± 0,01	-0,38 ^d ± 0,06	1,39 ^c ± 0,03	3,05 ^b ± 0,09	1,62 ^c ± 0,04
b*	16,59 ^c ± 0,02	22,23 ^a ± 0,69	23,47 ^a ± 0,34	21,28 ^{ab} ± 1,34	23,17 ^a ± 0,82	18,85 ^{bc} ± 0,58	21,35 ^{ab} ± 0,14
Tiempo de cocción	14,00 ^a ± 0,00	10,00 ^b ± 1,41	9,00 ^b ± 0,00	9,00 ^b ± 0,00	9,50 ^b ± 0,71	8,00 ^b ± 0,00	9,20 ^b ± 0,28
Perdida de cocción	7,50 ^b ± 0,71	13,20 ^{ab} ± 0,57	21,20 ^a ± 1,41	11,60 ^{ab} ± 2,26	15,9 ^{ab} ± 5,23	17,00 ^{ab} ± 1,41	16,80 ^{ab} ± 3,11
Actividad de agua	0,30 ^b ± 0,02	0,44 ^{ab} ± 0,05	0,50 ^a ± 0,01	0,53 ^a ± 0,01	0,44 ^{ab} ± 0,01	0,50 ^a ± 0,02	0,41 ^{ab} ± 0,09
Dureza (lb/f)	10,69 ^c ± 0,22	10,52 ^c ± 2,01	25,28 ^a ± 0,29	16,48 ^b ± 0,78	17,76 ^b ± 0,64	17,60 ^b ± 1,40	8,98 ^c ± 0,57

Promedio de 3 repeticiones ± DE. Las letras diferentes indican si existen diferencias significativas (p<0,05) entre las características analizadas para los diferentes tratamientos

4.8. EFECTO DE CADA COMPONENTE DE LA MEZCLA Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y DE TEXTURA (DUREZA) DE LA PASTA

En la Tabla 16, se presentan el resumen estadístico del análisis de varianza (ANOVA) que muestra la prueba F y el valor p (entre paréntesis, Prob > F) del modelo completo, términos de mezcla lineal, términos de interacción y falta de ajuste de modelos polinomiales ajustados sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de la pasta. Medidas de bondad de ajuste que incluyen, el coeficiente de variación (CV), suma de cuadrados del error residual predicho (PRESS), coeficiente de determinación (R^2), R^2 ajustado (R_2 adj), R^2 predicho (R^2 pred) y adecuado.

Al analizar los resultados se tiene que las variables respuestas analizadas (tiempo de cocción, pérdida de cocción, a_w , L^* , a^* , b^* y dureza) los efectos lineales y de interacción fueron significativos ($p < 0,05$). Por otro lado, los coeficientes de determinación (R^2) tienen un buen ajuste de los datos al modelo utilizado, las variables mejor explicadas por los modelos ($R^2 > 0,8$ y $p < 0,05$) fue la coordenada a^* con un R^2 de 97 por ciento, se tiene un buen ajuste, que se interpretaría que el 97 por ciento de la variabilidad dependería del modelo y el 3 por ciento es debido al error, por lo tanto, el modelo describe adecuadamente a la variable en estudio.

El porcentaje de coeficiente de variación (%CV) es una medida de dispersión de los datos. La coordenada L^* fue el que tuvo menor %CV con un valor de 2,2 por ciento. Al respecto, Encina *et al.* (2019) mencionan que, los resultados inferiores al 10 por ciento pueden considerarse precisos, mientras que los valores de hasta el 20 por ciento se consideran aceptables; aunque, para aplicaciones en agricultura, procesos biotecnológicos, microbiología y protocolos clínicos, los coeficientes de variación son naturalmente altos debido a una amplia dispersión de datos.

Tabla 16: Resumen estadístico del análisis de varianza (ANOVA) que muestra la prueba F y el valor p (entre paréntesis, Prob> F) del modelo completo, términos de mezcla lineal, términos de interacción y falta de ajuste de modelos polinomiales ajustados sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de la pasta. Medidas de bondad de ajuste que incluyen, el coeficiente de variación (CV), suma de cuadrados del error residual predicho (PRESS), coeficiente de determinación (R²), R² ajustado (R² adj), R² predicho (R² pred) y adecuado. También se muestran precisión (Adprec)

Variables dependientes	Modelo	Términos de mezcla lineal	ANOVA					lack-of-fit	CV (%)	Bondad de ajuste				
			AxB	AxC	BxC	AxBxC	PRESS			R ²	R ² adj	R ² pred	AdPrec	
Tiempo de cocción(min)	13,13 (0,0008)	10,78 (0,0041)	15,26 (0,0036)	9,79 (0,0121)	-	-	6,12 (0,0291)	9,06	17,04	0,8537	0,7887	0,6502	9,9657	
L*	23,00 (0,0001)	23,00 (0,0001)	-	-	-	-	0,1719 (0,9459)	2,10	31,22	0,8070	0,7719	0,7240	11,9494	
b*	23,29 (0,0001)	23,29 (0,0001)	-	-	-	-	1,99 (0,2007)	5,34	22,67	0,8090	0,7742	0,6827	12,4224	
Dureza	42,50 (<0,0001)	20,12 (0,0008)	8,32 (0,0204)	29,57 (0,0006)	48,13 (0,0001)	-	NR	8,93	12,15	0,9637	0,9410	0,9158	18,2216	

Harina de trigo: A, harina de manzana, harina de naranja.

“-” indica términos no significativos (p>0.05).

NR: no reportado por el diseño.

4.9. GRAFICAS DE CONTORNOS DE LAS FORMULACIONES

4.9.1. Coordenada L*

El color es la característica primordial en la aceptación para los consumidores de pasta. La coordenada L* de los tratamientos evaluados se encontró en el intervalo de 61,42 a 71,3. Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) a favor del T1 (100 por ciento HT) con respecto a los diferentes tratamientos con sustitución de HRM y HRN, como se puede observar en la Tabla 15 y en el Anexo 5 (Análisis estadístico). Se observó que existía una correlación indirecta de la coordenada L* conforme se incrementaba la sustitución con HRN y HRM, resultados similares fueron observados por Bagdi *et al.* (2016), el reemplazo de harina de trigo por otros tipos de harina en productos induce a una apariencia más oscura. Asimismo, los diferentes componentes en la harina, la reacción de oxidación y la reacción de Maillard, también contribuyen a los cambios de color de los fideos (Karunaratne y Zhu 2016).

En la presente investigación sustituyendo harina de trigo por harina de residuo de naranja (75:25 por ciento) se obtuvo un valor de la coordenada L* de 68,80. Resultados similares fueron hallados por Xu *et al.* (2020) quienes reportaron un valor de 67,95 para la coordenada L*, con una sustitución de 75:25 por ciento (harina de trigo rojo primavera: harina aleurona). Asimismo, Nothando *et al.* (2021) encontraron que a medida que se sustituye harina de trigo por harina de hoja de amaranto (HHA) el valor de la coordenada L* disminuye de 71,77 (control: 100 por ciento HT) a 45,39 (3 por ciento de HHA).

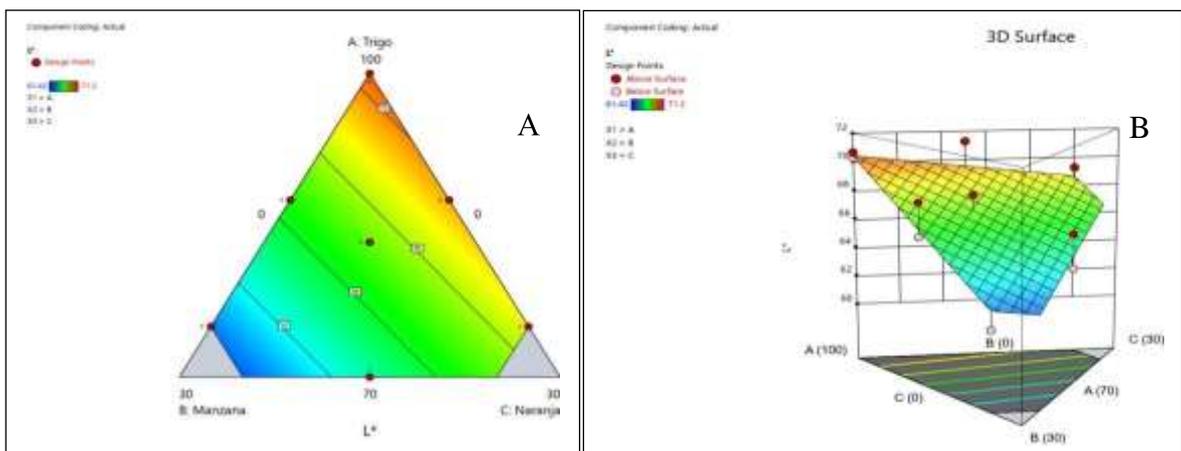


Figura 11: Gráfica de la coordenada L*. A: Contorno: B: Contorno tridimensional

Según la Figura 11 A, se observa zonas de color naranja que expresan valores máximos en la variable luminosidad y las zonas de color azul; valores mínimos de luminosidad. Es decir, a medida que aumenta el contenido de trigo (Letra A) produjo un efecto positivo en dicho valor, el cual llegó a un valor máximo de 71,3, mientras que, a sustituciones con mayores porcentajes de manzana (Letra B) ocasionaron un descenso progresivo de dichos valores hasta 61,42. Asimismo, la tendencia en la Figura 11 B de contorno tridimensional, se observan zonas de color, donde existe un aumento progresivo de la variable luminosidad a medida que se utiliza mayores porcentajes de trigo (Letra A), en comparación a sustituciones con naranja (Letra C), la cual no se observa un efecto significativo sobre dicha variable. Por el contrario, sustituciones con manzana (Letra B) presentaron un efecto negativo sobre la luminosidad ocasionando una disminución sobre la luminosidad.

4.9.2. Coordenada b*

Al observar la coordenada b* obtenida en la presente investigación para los diferentes tratamientos, se evidencia diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 7) y la variación (Tabla 15) de la coordenada estuvo entre 16,59 (T1: 100 por ciento HT) a 23,47 (T3: 75:25 por ciento; HT: HRM). Se observó una relación a incrementar el valor de la coordenada b* conforme se sustituía por HRN y HRM. Marengo *et al.* (2018) también observaron efecto similar en pastas enriquecidas con papa y pulpa naranja. Morreale *et al.* (2018), en pastas elaboradas con harina de arroz y maíz reportaron valores de la coordenada b* entre 29,11 a 30,29.

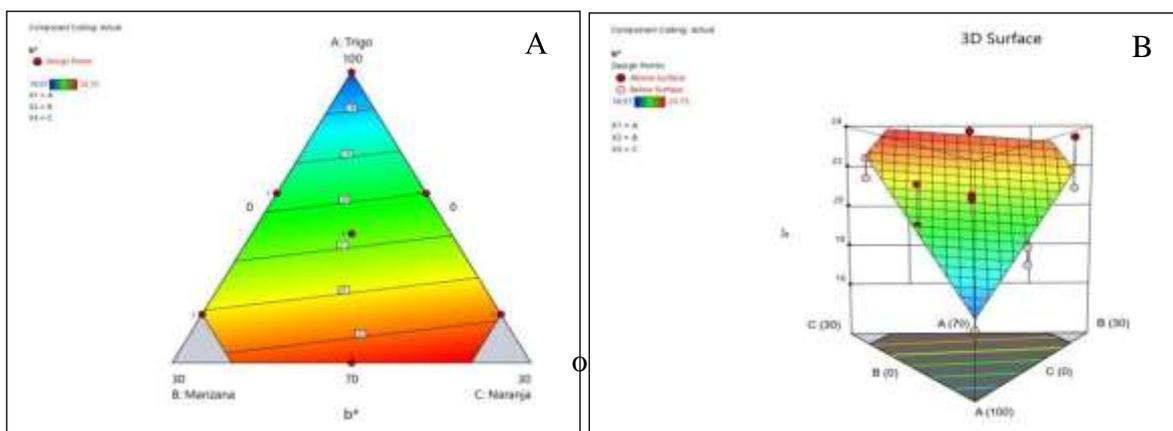


Figura 12: Gráfica de la coordenada b*. A: Contorno: B: Contorno tridimensional

En la Figura 12A, se observan zonas de color amarillo /azul que expresan valores máximos en la variable b^* y las zonas de color verde; valores mínimos de variable b^* . Es decir, a medida que aumenta el contenido de trigo (Letra A) produjo un efecto positivo en dicho valor, el cual llegó a un valor máximo de 23,75, mientras que, a sustituciones con mayores porcentajes de manzana (Letra B) ocasionaron un descenso progresivo de dichos valores hasta 16,57. También, la tendencia en el gráfico de contorno tridimensional, se observan zonas de color, donde existe un aumento progresivo de la variable b^* amarillo /azul a medida que se utiliza mayores porcentajes de naranja (Letra C), en comparación a sustituciones con trigo (Letra A), la cual no se observa un efecto significativo sobre dicha variable. Por el contrario, sustituciones con manzana (Letra B) presentaron un efecto negativo sobre el color amarillo /azul ocasionando una disminución sobre la variable b^* .

4.9. 3. Tiempo de cocción

Las formulaciones de los tallarines (*fetuccini*) elaborados en este estudio utilizando combinaciones de harina de trigo (HT), harina de residuos de manzana (HRM) y naranja (HRN), tuvieron diferentes tiempos de cocción. El tratamiento 1 (T1; 100 por ciento HT) fue el que tuvo mayor tiempo de cocción (14 min), en tanto que el tratamiento 6 (T6: 87,5:12,5 por ciento; HT: HRM) tuvo el menor tiempo de cocción (8 min).

Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) a favor del T1, como se puede observar en la Tabla 15 y en el Anexo 7 (Análisis estadístico). El tiempo de cocción de los fideos tiene correlación con el contenido de proteína. Yao *et al.* (2020) encontraron que fideos con bajo contenido proteico se cocinaron más rápido (2 min 10 s) que los fideos con alto contenido proteico (3 min 5 s), que, a su vez, coincide con Park y Baik (2004a, 2004b). Asimismo, los diferentes tiempos de cocción de la pasta tradicional pueden ser explicado por las variaciones en el contenido y la composición de la proteína de trigo y su material farináceo (Ponce *et al.* 2016).

López *et al.* (2020) reportaron 4 min el tiempo de cocción al aumentar la proporción de pulpa de zapallo deshidratada (PZD) desde 0 g/100 g hasta 10 g/100 g de harina. Velasco *et al.* (2018) utilizando combinaciones de harinas de calabacita, maíz y amaranto, reportaron un tiempo de cocción de 5 min. Por otro lado, se reportaron tiempos de cocción de 10 a 15 min en pastas de sémola; asimismo, en el caso de una pasta comercial libre de gluten (harina

de arroz) tuvo un tiempo de 8 min; y, Chauhan *et al.* (2017) reportaron un rango de 3.3 - 4.1 min, para pasta de harina de amaranto adicionada con gomas.

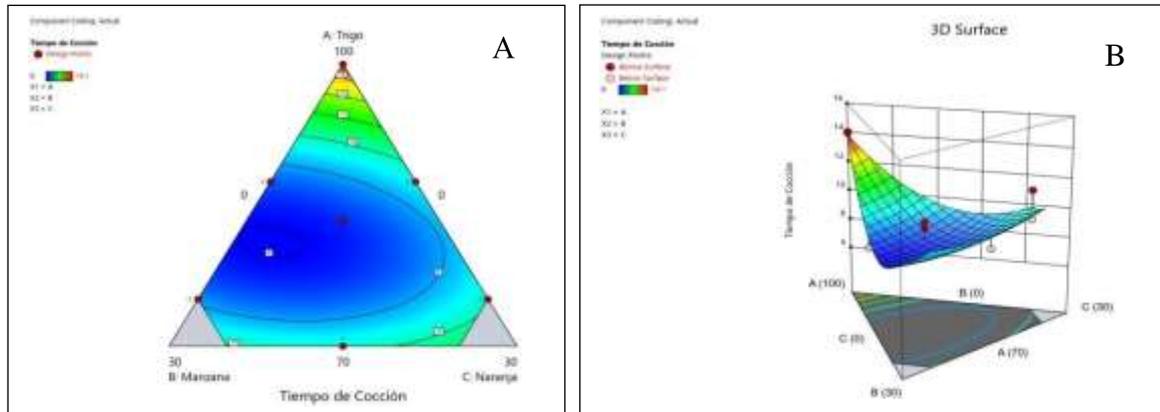


Figura 13: Gráfica del tiempo de cocción. A: Contorno: B: Contorno tridimensional

En la Figura 13A, se observa zonas de color amarillo /rojo que expresan valores máximos en el tiempo de cocción y las zonas de color azul; valores mínimos del parámetro tiempo de cocción. Es decir, a medida que aumenta el contenido de trigo (Letra A) produjo un incremento de dicho valor, el cual llegó a un valor máximo de 14.10, mientras que, a sustituciones con mayores porcentajes de manzana (Letra B) ocasionaron un descenso progresivo de dichos valores hasta 8,0. También, la tendencia en la Figura 8B de contorno tridimensional, se observan zonas de color, donde existe una disminución progresiva del tiempo de cocción amarillo /azul a medida que se utiliza mayores porcentajes de naranja (Letra C), en comparación a sustituciones con trigo (Letra A), la cual no se observa un efecto significativo sobre dicha variable. Por el contrario, sustituciones con manzana (Letra B) presentaron un efecto negativo sobre el tiempo de cocción azul/amarillo cuando se incrementan sus concentraciones, ocasionando un incremento en el tiempo de cocción.

4.9.4. Textura (dureza)

La textura es la característica primordial para los consumidores de pasta. El tratamiento T3 (75:25 por ciento HT: HRM) fue el que tuvo mayor dureza (25.28 lbf), en tanto, que el T1 (83.33: 8.3:8.3; HT: HRM: HRN) tuvo el menor valor (8.98 lbf). Asimismo, se encontraron

diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) a favor de los diferentes tratamientos con sustitución de HRM y HRN, como se puede observar en la Tabla 14 y en el Anexo 8 (Análisis estadístico). El T3 contiene 25 por ciento de HRM que en su composición presenta 21.71 por ciento de FDS y 39,55 por ciento FDI, lo que concuerda con Bigne *et al.* (2018) quienes proponen que a un nivel alto de FDI en la harina sustituida aumenta la dureza. La dureza puede deberse a los grupos aniónicos de la superficie de la FDI, que reducen la interacción proteína-proteína, dañando así la red de gluten (Liu *et al.* 2013).

Por otro lado, Xu *et al.* (2020) quienes mencionan que valores altos de dureza en fideos son ocasionadas por los mayores contenidos de fibra. Los componentes de la fibra tienen la capacidad de mejorar la resistencia de la masa mediante la interacción con el sistema de gluten a través de monómeros de ácidos ferúlico, dando lugar a el aumento de la dureza de los fideos (Mitra *et al.* 2016).

Asimismo, la variación de la cantidad y composición del gluten en las pastas, afecta directamente la textura, la absorción de agua, el tiempo de cocción, el aumento de peso y de volumen (Ramírez 2015).

El rango de dureza (lbf) en los fideos evaluados se encontró en el rango de 8,98 a 25,28 lbf, los mismos que fueron superiores a los reportados por Larrosa *et al.* (2016) quienes encontraron valores de 6,51 lbf en fideos elaborados a partir de sémola de trigo, asimismo, superior a 5,2 lbf para fideos fettuccini elaborados con sémola comercial (Velasco *et al.* 2018).

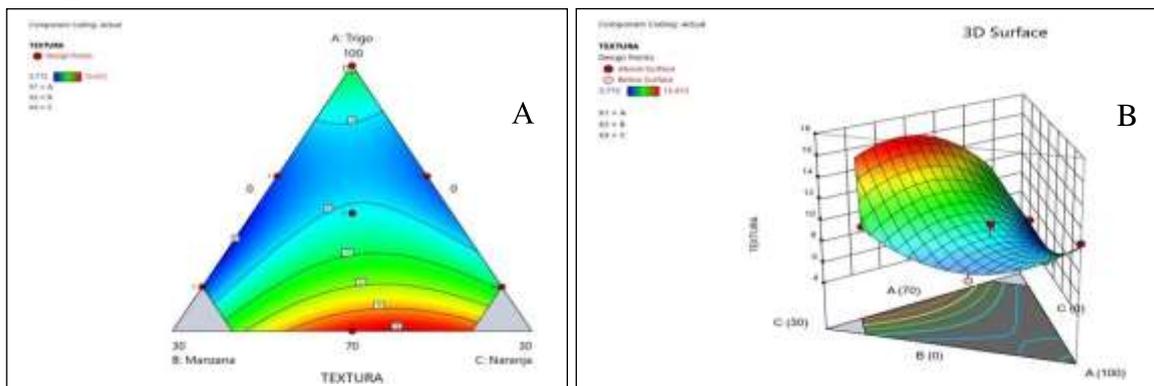


Figura 14: Gráfica de textura. A: Contorno: B: Contorno tridimensional

En la Figura 14A, se observa zonas de color amarillo/rojo que expresan valores máximos en la textura (dureza) y las zonas de color azul; valores mínimos del parámetro. Es decir, a medida que aumenta el contenido de naranja (Letra A) produjo un incremento de dicho valor, el cual llegó a un valor máximo de 15,47, mientras que, a sustituciones con mayores porcentajes de manzana (Letra B) ocasionaron un descenso progresivo de dichos valores hasta 5,77. También, la tendencia en la Figura 10B de contorno tridimensional, se observan zonas de color, donde existe un aumento progresivo de firmeza amarillo/rojo a medida que se utiliza mayores porcentajes de trigo (Letra A), en comparación a sustituciones con manzana (Letra B), la cual se observa un efecto significativo sobre dicha variable.

4.10 COEFICIENTES DE REGRESIÓN DE LOS MODELOS PREDICHOS PARA CADA PARÁMETRO

En la Tabla 17, se muestran los coeficientes de cada modelo obtenido, además, de la significancia de las variables independientes (HT, Hm y HN) y sus interacciones. En ella se evidencia que las variables de forma independiente no tienen un efecto significativo sobre las variables de respuesta; sin embargo, las interacciones entre ellas sí. Resultados similares fueron obtenidos por Codina y Mironeasa (2016) para panes libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratada. Estos evidenciaron que las harinas evaluadas (pulpa de zapallo, semilla de zapallo y harina de trigo), de forma independiente no influyen significativamente en la porosidad del pan, mientras que sus interacciones sí.

Tabla 17: Coeficientes de regresión de los modelos predichos para cada variable

Parámetros	Ecuaciones de modelo predichas
Tiempo de cocción (min)	$Y_6 = 13,78A + 113,3B + 93,28C - 160,9AB - 128,9AC$
L*	$Y_{10} = 70,45A + 39,28B + 63,50C$
b*	$Y_{12} = 17,14A + 36,93B + 40,05C$
Dureza	$Y_{13} = 10,35A + 80,01B + 170,4C - 115,1AB - 217AC + 262BC$

A: Harina de trigo; B: Harina de manzana; C: Harina de naranja

4.11 OBTENCIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA Y CARACTERIZACIÓN EN CUANTO A SUS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y TECNOLÓGICAS

La obtención de la fórmula óptima se muestra en la Tabla 18, se obtuvo a partir de un diseño de mezclas *D-optimal*, el mismo que garantiza los modelos matemáticos lineal, cuadrático, cúbico especial y cúbico completo, obteniendo como respuesta al modelo lineal hallado en todas las variables dependientes evaluadas. La metodología empleada nos ha determinado la influencia que tienen los factores o variables independientes sobre las respuestas (variables dependientes) dándonos una ecuación matemática que nos proporciona la formación de una superficie de respuesta (Chacin 2000). Por otro lado, la formulación óptima se determinó asignando valores (restricciones) que deseamos obtener de las variables respuesta: color, tiempo de cocción, y dureza.

Tabla 18: Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la formulación óptima el formato esta diferente a las demás tablas

Variable	Objetivo de la optimización	Importancia	Formulación óptima	Límite superior	Límite inferior
Independiente					
A: H, trigo	En el rango	3	80,499	100	70
B: H, manzana	En el rango	3	0,000	25	0
C: H, naranja	En el rango	3	19,501	25	0
Dependiente					
Color					
L	Maximización	3	69,096	71,3	61,42
b*	Maximización	3	21,604	23,75	16,57
Tiempo de cocción	Minimización	3	9,047	14,1	8
Dureza (N)	Minimización	3	7,500	15,472	5,772

Teniendo en cuenta que a cada una se le asignó un peso de 1 y una importancia de 3, 2 y 1, respectivamente; se obtuvo como formulación óptima aquella con proporciones de HT = 80,5; HM = 0,0 y HN = 19,5 g/g harina. De las formulaciones desarrolladas la que más se asemejó a dicho resultado fue la correspondiente al tratamiento 2 (75:25 por ciento; HT: HRN).

4.12 VALIDACIÓN DE LA FÓRMULA ÓPTIMA

Para la validación se determinó previamente los valores de L*, b*, tiempo de cocción y dureza (N) a la formulación óptima; los cuales se detallan en la Tabla 19:

Tabla 19: Valores experimentales analizados a la fórmula óptima

Respuesta	Valor experimental*
L*	70,53 ± 3,94
b*	18.25 ± 1,87
Tiempo de cocción	9,00 ± 0,00
Dureza (N)	6,00 ± 0,96

* Promedio de 2 repeticiones ± DE

Luego de obtener los valores experimentales de L*, b*, tiempo de cocción y dureza (N) respectivos, se evalúa con los valores predictivos en el programa Design Expert ®. En la Tabla 20, se contrasta los valores predictivos y experimentales promedio admitidos por el modelo:

Tabla 20: Rangos de la validación de las variables respuesta analizados para la formulación óptima

Respuesta	Valor predictivo mínimo	Valor experimental promedio	Valor predictivo máximo
L*	61,42	70,53	71,30
b*	16,57	18,25	23,75
Tiempo de cocción	8,00	9,00	14,10
Dureza (N)	5,77	6,00	15,47

Se puede observar que los valores obtenidos de las variables respuesta para la validación de la formulación óptima: L*, b*, tiempo de cocción y dureza (N), se encuentran dentro del rango establecido por el programa Design Expert ®, por lo que evidencia la validación del proceso en relación al análisis estadístico desarrollado (prueba t-student), no encontrándose diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los valores experimentales y los predictivos.

En los estudios de Encina-Zelada *et al.* (2019) acerca de optimización según el diseño de mezclas bajo el desarrollo de panes de molde sin gluten, recomiendan realizar la validación

de la formulación óptima desarrollada, siendo necesaria para corroborar su idoneidad en las propiedades evaluadas más importantes.

4.13 COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL PRODUCTO FINAL OPTIMO

En la Tabla 21 y Anexo 1, muestran la composición proximal y de fibra dietaría soluble e insoluble de los fideos de trigo y de naranja (optimo). Los contenidos de ceniza, grasa y fibra en el fideo óptimo (80,50:19,50; HT: HRN) fueron superiores al fideo control (100 por ciento HT); en tanto que el contenido de proteína es ligeramente menor. El valor de proteína del fideo óptimo de la presente investigación es superior a lo reportado por Nothando *et al.* (2021) quienes encontraron un valor de 12,15 (control: 100 por ciento HT) y 12,38 (3 por ciento de HHA). Asimismo, se encuentra sobre del porcentaje recomendado (8 por ciento) por Ginting y Yulifianti (2015) para fideos estándar. El contenido de fibra (4,94 por ciento) y ceniza (1,65 por ciento) del fideo óptimo fueron significativamente más altos que los de del control. El contenido de grasa en las muestras de fideos óptimos aumentó del 1,78 por ciento al 3,21 por ciento, lo que condujo a un mayor valor energético.

Tabla 21: Composición proximal de los fideos (fettuccini) g. agua/100 m.s

Componente	Fideo de trigo	Fideo óptimo
ELN (%)	79,05 ^a ± 0,26	75,62 ^b ± 0,15
Proteína (%)	16,80 ^b ± 0,16	14,60 ^a ± 0,15
Ceniza (%)	1,26 ^b ± 0,09	1,65 ^a ± 0,01
Grasa (%)	1,78 ^b ± 0,03	3,21 ^a ± 0,03
Fibra cruda (%)	1,11 ^b ± 0,01	4,94 ^a ± 0,01
FDS (g/100 g.m.s)	0,30 ^b ± 0,03	0,89 ^a ± 0,02
FDI (g/100 g.m.s)	1,12 ^b ± 0,02	3,94 ^a ± 0,11
FDT (g/100 g.m.s)	1,42 ^b ± 0,03	4,83 ^a ± 0,13
Polifenoles totales (mg.EAG/g muestra)	1,15 ^b ± 0,17	1,49 ^a ± 0,04

FDS: Fibra Dietaría Soluble; FDI: Fibra Dietaría Insoluble; FDT: Fibra Dietaría Total

La adición de HRN disminuyó ligeramente el contenido de proteínas en términos de cambio porcentual, y fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$). Este cambio puede estar relacionado con las proporciones de sustitución de harina de residuo de naranja. Aschemacher (2014) la harina de trigo presenta mayor concentración de proteínas, a

diferencia de las frutas. Asimismo, el valor (14.60 por ciento) de proteína del fideo óptimo es superior a lo establecido por Castro *et al.*(2021) quienes reportaron un valor de 9,68 por ciento de proteína en fideos con un 10 por ciento de sustitución de harina trigo por harina de residuo de cáscara de palta.

Por otro lado, los resultados indican un efecto positivo en el contenido de fibra del fideo óptimo, lo que sugiere que las proporciones de HRN (19,5 por ciento) utilizadas en este estudio fueron adecuadas para mejorar las características funcionales. El valor de fibra 4,94 por ciento en la presente investigación fue superior al reportado por Menegassi *et al.* (2006) quienes reportaron 3,76 por ciento de fibra para pastas realizadas con yuca. Actualmente, la industria alimentaria utiliza el salvado de los cereales para aumentar el contenido de fibra en los alimentos procesados y como sustituto de grasa en diversos productos. Sin embargo, los subproductos de las frutas son una fuente alternativa de fibra dietaria, con varias ventajas nutricionales y funcionales, por ejemplo, un menor contenido de ácido fítico y valor energético, una mayor proporción de fibra soluble/insoluble y una mejor capacidad de adsorción de aceite y retención de agua (García *et al.* 2018). En tal sentido, la fibra insoluble se caracteriza principalmente por incrementar el tránsito intestinal y el volumen fecal, mientras que la fibra soluble incrementa la densidad de la digesta, reduciendo la absorción de nutrientes y por ende disminuye el nivel de azúcar en sangre. Asimismo, favorece el crecimiento de la microbiota benéfica, la cual produce ácidos grasos de cadena corta teniendo función a nivel local del tracto digestivo y sistémico (Yin *et al.*2018). Además, el consumo de fibra en cantidades adecuadas mejora la inmunidad, previene enfermedades cardiovasculares, diabetes y de cáncer colorrectal (Bolanho *et al.* 2015). Por lo tanto, se requieren mayores concentraciones de HRN para mejorar este efecto.

El contenido de Polifenoles totales (g.EAG/g muestra) de la formula óptima fue mayor que el control y cercano a los reportados por Garza Sánchez (2018) quien obtuvo un valor de 4,92 mg EAG/g de polifenoles totales utilizando sustituciones de 5 mg/ ml de extracto de *G. lucidum*. Sin embargo, el fideo óptimo tuvo un mayor valor de PFT al reportado por Ocaña (2019) quien encontró un menor contenido de polifenoles bajo (10 µg Ácido gálico/ g) utilizando la harina de zanahoria blanca. Los polifenoles totales se encargan de evitar el estrés oxidativo mediante la captación de radicales libres, evitando así enfermedades cardiovasculares, circulatorias cancerígenas y se encargan de otorgar el color, la astringencia y el sabor (Seczyk *et al.* 2016).

4.14 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la Tabla 22 y Anexo 3, se muestran los valores para el recuento microbiológico de la formulación óptima de fideos. La N.T.P. 206.010:1981 (1981) establece que el fideo para consumo humano debe estar libre de microorganismos patógenos. Los valores determinados en la presente investigación se encuentran dentro de los requisitos establecidos en ambos casos (Fideo de trigo y óptimo), que precisan los siguientes valores: de mohos y levaduras 1000 UFC/g, *Staphylococcus aureus* 1000 UFC/g y Salmonella ausencia/25g.

Tabla 22: Análisis microbiológico de los fideos de trigo y del fideo óptimo

	Fideo de trigo	Fideo óptimo
Mohos y levadura (UFC/g)	<50	<100
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<10	<10
<i>Salmonella</i> (Ausencia/25g)	-	-

Los alimentos son una matriz químicamente compleja que contienen suficientes nutrientes para apoyar el crecimiento microbiano. Asimismo, varios factores ayudan o limitan el crecimiento de microorganismos en los alimentos; el más importante son la disponibilidad de agua, el pH y la temperatura (Smith y Fratamico 1995).

4.15 EVALUACIÓN SENSORIAL DE FIDEOS

Se realizó una prueba de preferencia entre el fideo convencional (100 por ciento HT) y el fideo óptimo (80,5:19,5 por ciento; HT: HRN). Los valores obtenidos demostraron que existió diferencias estadísticas significativas ($\chi^2_{cal} (128,00) > \chi^2_{tab} (2,71)$) entre los fideos evaluados. El análisis estadístico se muestra en el Anexo 6. Asimismo, en el Anexo 7, Memoria Fotográfica, se presenta los fideos que fueron evaluados. El uso o la inclusión de materias primas diferentes a las convencionales afecta las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, texturales y reológicas de los productos (Shittu *et al.* 2007; Mohammed *et al.* 2012; Haros *et al.* 2013). Por otro lado, Hough y Fiszman (2005) indican que la evaluación sensorial es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre. En la misma influyen, las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas de la persona o grupos de personas que lo evalúa.

V. CONCLUSIONES

- La presente investigación muestra resultados de alternativas de reutilización de subproductos agroindustriales donde se indica, reciclar, esto con la finalidad de obtener una “producción más limpia” a fin de establecer procesos sostenibles que favorezcan el aprovechamiento de la producción, agroindustrial.
- Se realizó la caracterización proximal de la harina de trigo (HT), harina de residuo de naranja (HRN), y harina de residuo de manzana (HRM). La HT tuvo un mayor contenido de humedad (13,60 por ciento) y proteína (16,09 por ciento). Asimismo, la HRN tuvo mayor contenido de grasa (2,6 por ciento), y ceniza (3,71 por ciento). En tanto que la HRM tuvo mayor contenido de carbohidratos (92,28 por ciento).
- Se realizó la evaluación reológica de las mezclas de las masas durante el calentamiento y enfriamiento (Equipo Mixolab), donde se observó que el T2 (75 por ciento HT; 0 por ciento HRM; 0 por ciento HRN), tenía mayores valores para la hidratación (C1), la gelatinización del almidón (C3), la actividad amilásica (C4); cuyos valores fueron 2,75; 2,85 y 1,67 respectivamente. El T6 (87,5 por ciento HT; 12,5 por ciento HRM; HRN: 0 por ciento) tuvo una mayor desnaturalización de proteínas durante el calentamiento (C₂) cuyo valor fue 3,55. Finalmente, la retrogradación del almidón durante enfriamiento (C5) fue menor en el T5 (70 por ciento HRN; 15 por ciento HRM; 15 por ciento HRN) cuyo valor fue 1,71.
- La fórmula óptima tuvo las siguientes proporciones: harina de trigo: 80,5 por ciento, harina de residuo de manzana: 0,0 por ciento y harina de residuo de naranja: 19,5 por ciento. Se descubrió que contenía importantes cantidades de Polifenoles Totales (1,49 mg.EAG/g muestra), fibra dietaria total (4,83 g/100 g.m.s) y cenizas (1,65 por ciento).
- Se realizó la evaluación sensorial de la fórmula óptima. El análisis demostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a un control, (100 por ciento HT), esta diferencia en la aceptación se debe a que los consumidores indicaron una sensación ligeramente amarga en el producto, el mismo que es inherente a la materia prima utilizada. Sin embargo, la presente investigación pondera la inclusión de harinas de residuo de naranja en la formulación de fideos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar el contenido total de polifenoles (CTP) y la capacidad antioxidante (ORAC, ABTS, DPPH) en el fideo óptimo.
- Se recomienda realizar más investigaciones en productos de panificación y pasta utilizando harina de residuos de naranja y manzana.
- Se recomienda realizar estudios de valor biológico en cuanto a sus parámetros: coeficiente de utilización neta de la proteína (NPU), coeficiente de eficiencia proteica (PER), la digestibilidad verdadera (DV).
- Se recomienda realizar estudios de vida útil, con el fin de poder realizar su elaboración y comercialización a gran escala.
- Se recomienda hacer un diseño de optimización sensorial, con el objetivo de maximizar la preferencia de fideos con sustitución de harina de residuo de naranja. Asimismo, se podría realizar un análisis sensorial descriptivo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (International. approved methods of American association of cereal chemists). 1999. Methods 32-05.01 and 32-21.01.11 the ed. St. Paul, MN.
- Adeyeye, A. Oyawale, F. 2008. Mixture experiments and their applications in welding flux design. Journal of the Brazilsociety of mechanical Science and Engineering. 30 (4): 319-326
- Agencia Agraria de Noticias. 2021. Producción nacional de cítricos. Consultado 22jul. 2022. Disponible en <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-citricos>.
- Aguilar N. S.; Enríquez E. M;Uvidia C. H. 2022. Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento (en línea). AXIOMA- Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social 27:05-10. Consultado: 24 dic.2022. Disponible en <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/803/728>
- Aguilera C., S. L., Arellano Chapa, F., Hernández Hernández, I., Juárez Balderas, D., Templos Vargas, A. 2015. Elaboración de un producto alimenticio a partir de harina suplementada con bagazo seco de naranja. Padi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI 2015, 3 (5).
- Aguirre-Castillo, G.A.; Castillo, J.; Trejo-Márquez, M.A.; Pascual-Bustamante, S.; Lira Vargas, A.A. 2018. Elaboración de harina de manzana (*Malus domestica*) a partir de residuos provenientes del proceso de elaboración de jugo aplicada en una botana horneada. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos 3:234-240.
- Alfaro, H.; O'Mahony, M.; Angulo, O. 2005. Paired preference tests: d' values from Mexican consumers with various response options. Journal of Sensory Studies 20 (3): 275-281.

- Almeida, J. dos S.O.; Días, C.O.; Arriola, N.D.A.; de Freitas, B. S.M.; de Francisco, A.; Petkowicz, C. L.O.; Araujo, L.; Guerra, M.P.; Nodari, R.O.; Amboni, R.D.M.C. 2020. Feijoa (*Acca sellowiana*) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds. *Food Bioscience* (38): 100789.
- Alongui, M.; Melchior, S.; Anese, M. 2019. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *Food Science and Technology* 100: 300-305.
- Altieri y Nicholls, C. 2002. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Costa Rica. (64):17-24.
- Anguera, A. 2007. Efectos de la fibra soluble cascara de plátano ovata sobre factores lipídicos de riesgo cardiovascular. Tesis Doc. Ciudad de Tarragona, España, Universitat Rovira I Virgili. 205p.
- Angulo, O.; O'Mahony, M. 2009. Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado. *Interciencia* 34 (3): 177-181.
- Anzaldúa M, A. 1994. La evaluación sensorial de alimentos en la teoría y en la práctica. Zaragoza, España. 220p.
- AOAC. 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 16 Ed. Washington: (2).
- AOAC. (Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist). 2016. Análisis proximal. Rockville. Maryland, Estados Unidos.3000.
- Araujo, R.G.; Rodríguez, R.M.; Ruíz, H.; Govea, M.; Pintado, M.; Aguilar, C.N. 2021. Recovery of bioactive components from avocado peels using microwave-assisted extraction. *Food and Bioproducts Processing* 127: 152–161.
- Aschemacher, N. 2014. Determinación del contenido de nutrientes en frutas, hortalizas y productos derivados (conservas, congelados), y desarrollo de una tabla de información nutricional para este grupo de alimentos. XXI Encuentro de Jóvenes

Investigadores de La Universidad Nacional Del Litoral. Ciencias de La Salud. Nutrición. Grupo X., 1–4.

- Bagdi, A.; Tóth, B.; Lőrincz, R.; Szendi, Sz.; Gere, A.; Kókai, Z.; Sipos, L.; Tömösközi, S. 2016. Effect of aleurone-rich flour on composition, baking, textural, and sensory properties of bread. *LWT - Food Science and Technology* 65:762–769.
- Berghofer, L.K.; Hocking, A.D.; Miskelly, D.; Jansson, E. 2003. Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *International Journal of Food Microbiology* 85(1-2):137-149.
- Bevilacqua, M.; Storti, M. 2011. Complejo Frutícola: Manzana y Pera. Consultado 22 jul.2022. Disponible en <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/fc1212.pdf>
- Bezerra Leal Ríos, M.L.; Damasceno-Silva, K.J.; Dos Reis Moreira-Araújo, R.S.; Teixeira De Figueiredo, E.A.; De Moura Rocha, M.; Minoru Hashimoto. J. 2018. Caracterização química, granulométrica y tecnológica de farinhas integrais de cultivares comerciais de feijão-caupi. *Rev. Caatinga* 31 (01):2017-224.
- Bhushan S; Kalia K; Sharma M; Singh B; Ahuja P.S. 2008. Processing of Apple pomace for bioactive molecules. *Biotechnology* 28(4):285-96.
- Bigne, F.; Puppo, M. C.; Ferrero, C. 2018. Mesquite (*Prosopis alba*) flour as a novel ingredient for obtaining a “panettone-like” bread. Applicability of part-baking technology. *LWT - Food Science and Technology* 89: 666–673.
- Bocken, N; M, P.; Rana P.; Corto, S, W. 2015. Value mapping for sustainable business thinking. *Journal of Industrial and Production* 67-68.
- Bolanho, B.C.; Danesi, ED.; Beléia, AP. 2015. Carbohydrate composition of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products flours. *Carbohydrate Polymers* 124: 196–200.
- Box, G.; Draper, N. 2007. Response surface, mixtures, and ridge analyses. Second Edition. Editorial Wiley series in Probability and Statistics. USA. 857p.
- Brito, T.B.; Carrajola, J.F.; Gonçalves, E.C.B.A.; Martelli-Tosi, M.; Ferreira, MSL. 2019. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material

for pectin-enriched biodegradable film preparation. *Food Research International* 121: 412–421.

Burgos, L.Y. Sandoval, M.R (2018). Determinación de la vida útil del espárrago verde fresco (*Aasparagus officinalis* l.) por métodos fisicoquímicos. Tesis Ing. Ciudad de Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 114p.

Bussolo de Souza, C.; Jonathan, M.; Isay Saad, S.M.; Schols, H.A.; Venema, K. 2018. Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 16: 90–99.

Calvo de Mora, R.R.; Conde P.O.L. 2010. Avance de resultados sobre consumo de fibra en España y beneficios asociados a la ingesta de fibra insoluble. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 19 (3): 147-153.

Capriles, V.; Santos, F.; Areas, J. 2016. Gluten-free bread bioactive making: improving nutritional and compounds. *Journal of Cereal Science* 67(1): 83-91.

Caradonna, J. L. (2014). *Sustainability: A history*. Oxford University Press. England.

Cárdenas, A., Alvites; H., Valladares, G.; Obregón, J.; Vásquez, V. 2013. Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides *Agroind Sci* 3 (1): 40.

Cardoso, R. V.C.; Fernández, Â.; Heleno, SA.; Rodríguez, P.; González-Paramás, AM.; Barros, L.; Ferreira, I. C.F.R. 2019. Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry* 280:123–129.

Castro M, A.Z.; Reyes S, N.R. 2021. Evaluación de la composición nutricional de fideos elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de *Persea americana* (palta). Tesis Lic. Nu. Ciudad de Lima, Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 70p.

Catania. C.; Avagnina. S. 2007. El análisis sensorial. Curso Superior de Degustación de Vinos. 2007. EEA. Mendoza. INTA.

- Cervantes Delfín; Cruz López.; Campos Mondragón, M. 2016. Subproductos obtenidos a partir de distintas cáscaras de fruta. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa* 3(5).
- Césari, M.I. 2016. Metodología de análisis sensorial con lógica borrosa e ingeniería de modelos borrosos para evaluar calidad sensorial en alimentos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, Universidad Tecnológica Nacional. 412 p.
- Chacín, L.F. 2000. Diseño y análisis de experimentos. Ciudad Caracas, Venezuela, Universidad Central de Venezuela 387p.
- Chamorro, F.; Carpena, M.; Fraga M., Echave, J.; Shaid, R.R.; Barba, F.J.; Cao, H.; Xiao, J.; Prieto, M.A.; Simal-Gandara, J. 2022. Valorization of kiwi agricultural waste and industry by-products by recovering bioactive compounds and applications as food additives. *Food Chemistry* 15:370.
- Chauhan A.; Saxena D.C. y Singh S. 2017. Effect of hydrocolloids on microstructure, texture and quality characteristics of gluten-free pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization* (11): 1188–1195.
- Chopin Technologies. 2020. Mixolab 2. Manual técnico: métodos y equipos para el control calidad de los cereales y sus derivados. Francia.
- Codex Alimentarius 1985. Norma del Codex alimentarius para la Harina de Trigo. Codex-Stan. 152-1985 (Rev. 1-1995). Roma, Italia.
- Codex Alimentarius. 1991. Norma del Codex para para la Sémola y Trigo Duro. Codex Stan. 178-1991 (Rev. 1-1995). Roma. Italia.
- Codina, G.G.; Mironeasa, S. 2016. Application of D-optimal mixture design to optimize the wheat T-pumpkin composite flour for bread production. *Journal of Faculty of Food Engineering* 15 (1): 10-20.
- Conciencia ambiental 2021. En que consiste la gestión ambiental. (en línea). Consultado 22 jul.2022. Disponible en www.conambiental.com.
- Cornell, JA. 2011. A primer on experiments with mixtures. USA. 384p

- Crawshaw R. 2001. Productos alimenticios: alimentos para animales de las industrias de alimentos y bebidas. Nottingham, Inglaterra. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83(4):362-362.
- Dhingra, D.; Michael, M.; Rajput, H.; Patil, R. T. 2012. Dietary fibre in foods: A review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3):255–266.
- Do Espírito Santo, A.P.; Cartolano, N.S.; Silva, T.F.; Soares, F.A.S.M.; Gioielli, L.A.; Perego, P.; Converti, A.; Oliveira, M.N. 2012. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology* 154(3): 135–144.
- Dubat, A.; Molina-Rosell, C.; Gallagher, E. 2013. Mixolab a new approach to rheology. *AACC International* (1). AACC International.
- Duvan Peñaranda. J.; Bueno. M.; Álvarez, F.; Patricio David.; Pérez, PD.; Perezabad, L. 2021. Sprouted grains in product development. Case studies of sprouted wheat for baking flours and fermented beverages. *International journal of gastronomy and food science* (25).
- Encina Zelada, C.R.; Cadavez, V.; Teixeira, J.A.; Gonzales Barron, U. 2019. Optimization of Quality Properties of Gluten-Free Bread by a Mixture Design of Xanthan, Guar, and Hydroxypropyl Methyl Cellulose Gums. *Foods* 8(5):156.
- Eroski. 2005. Propiedades de la naranja (en línea). Consultado 21 mar. 2023. Disponible en: <https://frutas.oconsumer.es/naranja/propiedades>
- Escudero, ÁE.; González, P.S. 2006. La fibra dietética. *Nutr. Hosp.* 21 (2): 61-72.
- Espinoza, C.R., Quispe, M.A. 2011. Manual de Tecnología de Cereales y Leguminosas. Huancayo, Perú, Universidad del Centro. 95.
- Espinoza, J. 2007. Evaluación Sensorial de los Alimentos. La Habana, Cuba. 129 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).1997. La agroindustria y el desarrollo económico. Roma.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1995. La agroindustria y el desarrollo económico Desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenibles Principios rectores. 106p.
- Ferreira, M.S.L.; Santos, M.C.P.; Moro, TMA.; Basto, GJ.; Andrade, RMS.; Gonçalves, ÉCBA. 2015. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology* 52(2): 822–830.
- Figuerola, F.; Hurtado, M.L.; Estévez, A.M.; Ítalo Chiffelle, I.; Asenjo, A. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* 91: 395–401
- Frakolaki, G.; Giannou, V.; Topakas, E.; Tzia, C. 2018. Chemical characterization and breadmaking potential of spelt versus wheat flour. *Journal of Cereal Science* 79:50–56.
- FSAI (Food Safety Authority of Ireland). 2011. Validation of Product Shelf Life. 1- 904465-33(1):45-52.
- García Amezquita, L.E., Tejada Ortigoza, V., Campanella, O.H., Welti Chanes, J. 2018. Influence of Drying Method on the Composition, Physicochemical Properties, and Prebiotic Potential of Dietary Fibre Concentrates from Fruit Peels. *Journal of Food Quality*,
- Garza Sánchez, P.F. 2018. Propiedades funcionales de *Ganoderma lucidum* agregadas a las pastas (fideo, lasaña y macarrón) de amplio consumo en las comunidades de México. Tesis M.C. Ciudad de Puebla, México. 116p.
- Gastrolab. 2021. Aprende a identificar las diferencias que existen entre tallarines, espaguetis y fettuccine (en línea). Consultado 24 oct. 2022. Disponible en : <https://www.gastrolabweb.com/tendencias/2021/9/17/aprende-identificar-las-diferencias-que-existen-entre-tallarines-espaguetis-fettuccine-15172.html>.
- Gimeno Creus., E. 2004. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Journal Offarm* 23 (6): 80 – 84.

- Ginting, E.; Yulifianti, R. 2015. Characteristics of noodle prepared from orange-fleshed sweet potato and domestic wheat flour. *Procedia Food Science* (3): 289–302.
- Gobierno – Argentino.2020. Ley rótulos frontales de alerta en producción con presencia de jarabe de maíz de alta fructuosa (en línea). Consultado 10 de mar. 2022. Disponible en:
<https://www4.hcdn.gob.ar/dependencia/dsecretaria/Periodo/PDF2020/TP2020/4145-d-2020.pdf>
- González D. 2013. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal. Tesis Ing. de Alimentos. Ciudad de Caldas-Antioquía, Colombia, Corporación Universitaria Lasallista. 28p.
- Gorjanović, S., Micić, D., Pastor, F., Tosti, T., Kalušević, A., Ristić, S., Zlatanovic, S. 2020. Evaluation of apple pomace flour obtained industrially by dehydration as a source of biomolecules with antioxidant, antidiabetic and antiobesity effects. *Antioxidants* 9(5):1–19.
- Granito M; Pérez S; Valero, Y. 2014. Calidad de cocción, aceptabilidad e índice glicémico de pasta larga enriquecida con leguminosas. *Revista chilena de nutrición* 41(4):425.
- Guerra Baños, E.C. 2020. Caracterización de Harina de Naranja (*Citrus x sinensis*) para Uso Alimentario. *European Scientific Journal* 16(6): 1857
- Guerrero R; Valenzuela L. 2011. Agroindustria y medio ambiente. Trilogía: Ciencia Tecnología Sociedad 23(23):63-83.
- Gutiérrez La Torre, E.O. 2014. Elaboración de panes con fibra dietaría por adición de bagazo de manzana (*Malus domestica*) y mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo. Tesis Ing, Ciudad de Lima, Perú, UNALM. 129 p.
- Gutiérrez, H., De La Vara, R. 2008. Análisis y diseño de experimentos. México. 545p.
- Hadnađev, T.D.; Torbica, A.; Hadnađev, M.2011. Rheological properties of wheatflour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Science* 1: 328–334.

- Haros, M; Wronkowska, M; Soral-Smietana, M; Sanz-Penella, J.M. 2013. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *Food Science and Technology* 50(2):679-685.
- Hødørugø, D.I.; Costescu, C.I.; Corpaş, L.; Hødørugø, N.G.; Isengard, H.D. 2016. Differentiation of rye and wheat flour as well as mixtures by using the kinetics of Karl Fischer water titration. *Food Chemistry* 195: 49–55.
- Hernández A., Real N. Delgado M., Bautista L., Velasco J. 2016. Residuos agroindustriales con potencial de compostaje. *Agroproductividad* 9(8):10-17.
- Hernández Arcila, G.M. 2011. Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel. Tesis Mg. Ciudad de Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar. 106p.
- Herrero Güino, P. 2017. Pasta y panificación en el mercado peruano. Lima. 90 p.
- Hough, G. y Fiszman, S. 2005. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid, España. 111 p.
- ICMSF. (2000). *The International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (E. Acibia (ed.): I.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2014. Perú: Anuario de estadísticas ambientales 2014. Lima, Perú.
- Infoalimentación. s.f. Propiedades nutricionales de la pasta (en línea). Consultado 12 ene. 2023. Disponible en https://www.infoalimentacion.com/cereales/propiedades_nutricionales_pasta.htm
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1999. Chacra Experimental Integral Barrow –Trigo Candeal: Criterios para la evaluación de la calidad. Argentina.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2019. Características nutricionales del bagazo de cítricos para alimentar vacas. Argentina.

ISO-8589. (International Organization for Standardization). 2007. Organization for Standardization: Sensory analysis – General Guidance for the Design of Test Rooms, Ginebra, Suiza.

ISOTools Excellence (2019). Calidad y Excelencia (en línea). Consultado 13 abr. 2022. Disponible en: https://www.isotools.us/?utm_term=isotools&utm_campaign=01%20Marca%20Of.%20Peru&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3933585427&hsa_cam=255837302&hsa_grp=13079840822&hsa_ad=412763704995&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-4570745944&hsa_kw=isotools&hsa_mt=p&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjwrpOiBhBVEiwA_473dKR6_yk5fF4a2oJdrQyVoQirnYliVPELrArC84dRUOT2snkpuEiR0BoCjSMQAvD_BwE

Arreglar esta parte de acuerdo al ejemplo: ISSG (Invasive Species Specialist Group, Suiza). 2004-2015. Global Invasive Species Database (en línea). Gland, Suiza, IUCN. Consultado 10 nov. 2015. Disponible en <http://www.issg.org/database/welcome>.

Karunaratne, R., Zhu, F. 2016. Physicochemical interactions of maize starch with ferulic acid. Food Chemistry 199: 372–379.

Kemp, S.E; Hollowood, T; Hort, J. 2009. Sensory Evaluation: A practical handbook. Iowa, Estados Unidos. 211.

Kırbaş, Z.; Kumcuoglu, S.; Tavman, S. 2019. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. Journal of Food Science and Technology 56(2): 914–926.

Kónica-minolta. 2022. Consultado el 25 may.2022. Disponible en: <https://www.atríos.cl/colorimetro-cr-400-de-konica-minolta>

Kritchevsky D. 1988. Dietary fiber. Annu Rev. Nutr. USA 8:301-328.

Larrosa, V; Lorenzo, G; Zaritzky, N; Califano, A. 2016. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. Food Science and Technology 70: 96–103.

- Liu, H. H.; Chien, J. T.; Kuo, M. I. 2013. Ultra high pressure homogenized soy flour for tofu making. *Food Hydrocolloids* 32: 278 -285.
- López Mejía N.; Morales Posada, NB. 2020. Optimización de la formulación de tallarines libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratada empleando el método de diseño de mezclas. *Brazilian Journal of Food Technology* 23:1-14.
- Marçal, S.; Pintado, M. 2021. Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. *Trends in Food Science and Technology* 114: 472–489.
- Marchisano C, Lim J, Cho H.S, Suh D.S, Jeon SY, Kim K.O, O’Mahony M.2003. Consumers report preference when they should not: A cross-cultural study. *J. Sens. Stud.* 18: 487-516.
- Marengo, M.; Amoah, I.; Carpen, A.; Benedetti, S., Zanoletti, M., Buratti, S., Lutterodt, H. E., Johnson, P.-N. T., Manful, J., Marti, A., Bonomi, F., Iametti, S. 2018. Enriching gluten-free rice pasta with soybean and sweet potato flours. *Journal of Food Science and Technology* 55(7): 2641-2648.
- Marti, A.; Seetharaman, K., Pagani, M. A. 2010. Rice-based pasta: a comparison between conventional pasta making and extrusion cooking. *Journal of Cereal Science* 52: 404-409.
- Martínez E; Silverio C; Criollo J; Díaz R. 2017. Pruebas de cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo – almidón de banano. *Revista Cumbres* 3(2):1 -11.
- Martínez, G.; Díaz, C.; Martínez, L. 2015. Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaría a partir de harina de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y mango (*Mangifera indica* L). *Ingenium* 9(26): 11-19.
- Maupoey P.F; Andrés Grau A.M; Barat Baviera J.M; Albors Soralla A.M. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 218.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Car, T. 2007. *Sensory evaluation techniques* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

- Menegassi, B.; Leonel, M. 2006. Análises de qualidade de uma massa alimentícia de mandioca-salsa. *Revista Raízes e Amidos Tropicais* 2:27-36.
- Mello, R.E.; Fontana, A.; Mulet, A.; Corrêa, J.L.G.; Cárcel, J.A. (2021). PEF as pretreatment to ultrasound-assisted convective drying: Influence on quality parameters of orange peel. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 72.
- Miller J. 2014. CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the “fiber gap”. *Nutr J.* 13(1):1-10.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú. 2017. Boletín. Análisis Económico de Principales Frutas y Verduras. Lima, Perú.
- Minna, S.; Mina, N.; Juhani, U.; Tero, R. 2019. Smart technologies and corporate sustainability: The mediation effect of corporate sustainability strategy. *Computers in Industry* 108: 178-185
- Mirhosseini, H; Rashid, A; Farhana, N; Amid, T.B; Cheong, K.W; Kazemi, M; Zulkurnain, M. 2015. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. *Food Science and Technology* 63(1): 184–190.
- Mitra, S; James, A.P; Fenton, H.K; Cato, L; Solah, V.A. 2016. The Impact of Oat Quality on White Salted Noodles Containing Oat Flour. *Cereal Chemistry Journal* 93(3): 282–292.
- Mohammed, I; Ahmed, A.R; Senge, B. 2012. Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products* 36(1):196-202.
- Molina-Rosell, C. 2013. Alimentos sin gluten derivados de cereales. Enfermedad celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca. *OmniaScience* 447-461.
- Morán Fagúndez, L.J. 2021. Qué hidratos de carbono debemos consumir y cuáles no (en línea). Consultado 22 ago. 2022. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-57306457>

- Morreale, F.; Boukid, F.; Carini, E.; Federici, E.; Vittadini, E.; Pellegrini, N. 2018. An overview of the Italian market for 2015: Cooking quality and nutritional value of gluten-free pasta. *International Journal of Food Science y Technology* 54(3): 780-786.
- Nasir, S.; Allai, F. M.; Gani, M.; Ganaie, S.; Gul, K.; Jabeen, A.; Majeed, D. 2020. Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread. *International Journal of Food Science* 1-9.
- Nothando Delight Qumbisa; Nomali Ziphorah Ngobese; Unathi Kolanisi; Muthulisi Siwela; Gebashe Fikisiwe Cynthia. 2021. Effect of Amaranthus leaf powder addition on the nutritional composition, physical quality and consumer acceptability of instant noodles. *South African Journal of Botany* 145:258 – 264.
- NTP (Norma Técnica Peruana).1984. Pastas o fideos para el consumo humano. Norma: 206.019:1984. Requisitos. Lima, Perú.
- Núñez de Villavicencio F, M. 2002. Optimización de múltiples respuestas por el método de la función de conveniencia para un diseño de mezclas. *Revista Investigación Operacional* 23(1):8.
- O´ Shea N; Arendt E; Gallagher E. 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative food science and emerging technologies* 16:1-10.
- Ocaña, I. 2019. Caracterización Fisicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrutilizados. Tesis Ing. Ciudad de Ambato, Colombia, Universidad Técnica de Ambato.58 p.
- Oehlert, G. 2010. A first course in design and analysis of experiments. Minnesota, USA. 659p.
- Olascoaga O.R.M. 2017. Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos en una empresa procesadora de pulpas de frutas. Tesis Ing., Ciudad de Lima, Perú. UNALM. 91p.
- Oreopoulous V; Russ W. 2007. Utilization of plants by-products for the recovery of proteins. Athens, Greece 364.

- Orrego, E.; Salgado, N.; Díaz, M. 2020. Productividad y Competitividad Frutícola Andina. 178-185.
- Park, C. S; Baik, B. K. 2004. Cooking time of white salted noodles and its relationship with protein and amylose contents of wheat. *Cereal Chemistry* 81(2): 165–171.
- Plavsic, D.; Skrinjar, M.; Psodorov, D.; Saric, L.; Psodorov, D.; Varga, A.; Mandic, A. 2017. Mycopopulations of grain and flour of wheat, corn and buckwheat. *Food and Feed Research* 44(1): 39–45.
- Ponce Ramírez, JC; Málaga Juárez, J.A.; Huamani Huamani, A.L.; Chuqui Diestra, S.R. 2016. Optimización de la concentración de la α -amilasa y lactosuero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. *Revista Agroind Sc.* 6 (10).
- Rabetafika, H.N.; Bchir, B.; Blecker, C; Richel, A. 2014. Fractionation of apple by-products as source of new ingredients: current situation and perspectives. *Trends in Food Science and Technology* 40(1): 99-114.
- Radfar, R; Hosseini, H; Farhoodi, M; Ghasemi, I; Åšrednicka, T.D; Shaloo, E; Mousavi, K.A 2020. Optimization of antibacterial and mechanical properties of an active LDPE/starch/nanoclay nanocomposite film incorporated with date palm seed extract using D-optimal mixture design approach. *International Journal of Biological Macromolecules* 158: 790–799.
- Rafiq, Shafiya.; Kaul Rajkumari, SA Sofía.; Bashir, Nadia.; Nazir, Fiza.; Ahmad Nayik, Gulzar. 2018. Cáscara de cítricos como fuente de ingrediente funcional: una revisión. *Revista de la Sociedad Saudita de Ciencias Agrícolas* 17 (4):351- 358.
- Ramírez, A.; Pacheco de Delahaye, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia* 34(4):293-298.
- Ramírez, A.M. 2015. Evaluación de características físicas, químicas y sensoriales de pasta fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por almidón de yuca y cáscara de huevo. Tesis Ing. Ciudad de Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.51p.

- Red de Desarrollo Sostenible de Colombia. s.f. Gestión Ambiental. Consultado el 12 de enero 2023. Disponible en https://rds.org.co › apc-aa-files › gestion_ambie
- Resende, L. M.; Franca, A. S. 2019. Flours based on exotic fruits and their processing residues-features and potential applications to health and disease prevention. *Flour, Breads, and Their Fortification in Health and Disease Prevention* 387–401.
- Restrepo M. 2006. Producción más limpia en la industria alimentaria.1(1):87-101.
- Rincón M, L.C. 2021. Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento de residuos agroindustriales de fábricas de bocadillo en Colombia. Tesis Ing. Ciudad de Tunja, Colombia. Universidad Santo Tomas. 87p.
- Rodríguez Jerez, J. 2005 Los beneficios del zumo de naranja. (en línea). Consultado 23 jul.2022. Disponible en <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/los-beneficios-del-zumo-de-naranja.html>
- Romero, L. 2012. Caracterización de una harina con alto contenido en fibra a partir de bagazo de naranja (*Citrus sinensis*.) y su aplicación en un producto de panificación. Tesis Mg; Ciudad de México, México. Instituto Politécnico Nacional.
- Rosentrater, K.A.; Evers A.D. 2018. An Introduction for Students of Food Science and Agriculture, Evers, Kent's Technology of Cereals. 5a Ed., 924p. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Saltos Arana, L.E. 2011. Comportamiento reológico de pastas con sémola y pastas con harina de trigo utilizando lipasa como mejorador enzimático. Tesis Mg., Ciudad de Guayaquil, Ecuador. 84 p.
- Saltos, H.; Batas A. 2013. Aplicación de un Diseño Experimental de Mezclas en el Desarrollo de una “Barra Energética” con base en el Salvado de Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K). Tesis Ing. Ciudad de Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato.
- Saltos, H.; A Bayas, A. 2010. Aplicación de un Diseño Experimental de Mezclas en el Desarrollo de una “Barra Energética” con base en el Salvado de Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B. K). *Revista Tecnológica ESPOL –RTE* 23(2): 1-8.

- Sánchez Gavilan, I. 2016. Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles. Tesis lic. Farmacia. Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid.
- Sandoval, G. 2011. Manual de elaboración de pastas alimenticias. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato.
- Sangadah, H.A.; Machfud, E. Anggraeni 2020. Un marco conceptual integrado para la sostenibilidad agroindustria. Serie de conferencias IOP (Instituto de Física): Ciencias ambientales y de la tierra. Indonesia.
- Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología* 16 (2).
- Sęczyk Ł, ieca M, Gawlik-Dziki U. 2016. Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chem* 194: 637–42.
- Sharma, P.; Gaur, V. K.; Ranjna, S.; Sunita, V.; Sang, HK.; Wong, WC. 2021. Sustainable processing of food waste for production of bio-based products for circular bioeconomy. *Bioresource Technology* 325:1-12.
- Shittu, TA; Raji, AO; Sanni, LO. 2007. Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. *Food Research International* 40(2):280-290.
- Shivamathi, C.S; Moorthy, I.G; Kumar, R.V; Soosai, M.R; Maran, J.P; Kumar, R.S; Varalakshmi, P. 2019. Optimization of Ultrasound Assisted Extraction of Pectin from Custard Apple Peel: Potential and New Source. *Carbohydrate Polymers* 225: 1-11.
- Singleton, V.L; Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Smith and Fratamico, 1995. Factors involved in the emergence and persistence of food borne diseases *J. Food Prot.*: 696-708
- Stone, Herbert.; Sidel, Joel. 2004. *Sensory evaluation practices*, 3a ed. Elsevier Academic Press.

- Umbreen, H.; Arshad, M.U.; Noreen, R.; Aftab, K. 2020. Ameliorative effect of apple pomace and mango peels against hyperlipidemia and lipid peroxidation induced by hyperlipidemic diet. *Sains Malaysiana* 49(6): 1273–1282.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2018. Fresh deciduous fruit: world markets and trades (apples, grapes y pears). Washington: Foreign Agricultural Service, Office of Global Analysis. Washington, USA.11.
- UTEM – Universidad Tecnológica Metropolitana. 2020. La importancia de la agroindustria. Chile.
- 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*. Departamento de Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
- Vargas Corredor, Y.A; Pérez, L.I. 2018. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14(1): 59–72.
- Velasco R, C.; Valenzuela M M.; Martínez N, Y.; Robles O, L.E.; Islas R, A.R.; Montoya B, L.C. 2018. Optimización de las mezclas de harinas de calabacita, maíz y amaranto para la elaboración de tallarines libres de gluten. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 19(2): 1-12.
- Vernaza, M.G., Biasutti, E., Schmiele, M., Jaekel, L.Z., Bannwart, A; Chang, Y.K. 2012. Effect of supplementation of wheat flour with resistant starch and monoglycerides in pasta dried at high temperatures. *International Journal of Food Science y Technology* 47 (6): 1302-1312.
- Vilcanqui Pérez, F.; Vílchez, Perales, C. 2017. Fibra dietaría: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. *Revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 67(2): 146-156.

- Wang L; Duan W; Zhou S; Qian H; Qi X. 2016. Effects of extrusion conditions on the extrusion responses and the quality of brown rice pasta. *Food Chemistry* 204 :320-347.
- Wilkinson, J y Rocha R. 2009. Tendencias de las agroindustrias, patrones e impactos en el desarrollo. Capítulo 3. Agroindustria para el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Roma.
- Xu, M; Hou, G.G.; Ma, F; Ding, J; Deng, L; Kahraman, O; Niu, M; Trivettea, K; Lee, B; Wu, L; Baik, B.K 2020. Evaluation of aleurone flour on dough, textural, and nutritional properties of instant fried noodles. *Food Science and Technology* 26:1-7
- Yajahuanca Peña E.T.2021. Efecto del empleo de conservantes químicos para cítricos en el tiempo de conservación post cosecha de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* “Valencia”). Tesis Ing. Agro. Ciudad de Tarapoto. Lima. Perú. 142p.
- Yao, M; Li, M; Dhital, S; Tian, Y; Guo, B. 2020. Texture and digestion of noodles with varied gluten contents and cooking time: The view from protein matrix and inner structure. *Food Chemistry* 315:1-8.
- Yin, XA.; Liu, Y.; Yang, Z.; Zhao, Y.; Cai, Y.; Sun, T.; Yang, W. 2018. Eco-compensation standards for sustaining high flow events below hydropower plants. *Journal of Cleaner Production*, 182 (1): 1–7.
- Zambrano Mendoza, B. 2019. Estabilidad y aceptabilidad de un néctar mix a partir de pulpa naranja (*Citrus sinnensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) con goma xanthan y CMC. Tesis Ing. Agro. Calceta, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 65p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: composición proximal-fideos de naranja y trigo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0224/2022

CLIENTE : PASCUAL CHAGMAN
NOMBRE DEL PRODUCTO : 02 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
IDENTIFICACION : AQ22-0224/01-02

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ22-0224/01	Duplicado 1	Duplicado 2
MUESTRA	FIDEOS DE NARANJA	FIDEOS DE NARANJA	FIDEOS DE NARANJA
a.- HUMEDAD, %	10.05	10.04	10.07
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	13.14	12.97	13.31
c.- GRASA, %	2.85	2.90	2.80
d.- FIBRA CRUDA, %	4.45	4.43	4.46
e.- CENIZA, %	1.49	1.47	1.50
f.- ELN ¹ , %	68.02	68.19	67.86

CÓDIGO	AQ22-0224/01	Duplicado 1	Duplicado 2
MUESTRA	FIDEOS DE TRIGO	FIDEOS DE TRIGO	FIDEOS DE TRIGO
a.- HUMEDAD, %	11.94	12.01	11.87
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	14.80	14.61	14.98
c.- GRASA, %	1.57	1.54	1.60
d.- FIBRA CRUDA, %	0.98	0.99	0.96
e.- CENIZA, %	1.11	1.01	1.20
f.- ELN ¹ , %	69.60	69.84	69.39

ELN: Extracto libre de nitrógeno

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

La Molina, 13 de Mayo del 2022

Anexo 2: Fibra dietaria soluble e insoluble –fideos



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002628-2022

SOLICITANTE	: GLORIA PASCUAL CHAGMAN
DIRECCIÓN LEGAL	: Calle San Juan Mz F-2 - Lt 18 - Urb. Santa Patricia - La Molina RUC : 10093958999 Teléfono : 348-1755
PRODUCTO	: FIDEOS 100% TRIGO
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 118,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresó en empaque polietileno cerrado.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S/S N°EN- 001618 -2022
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 02/06/2022
ENSAYOS SOLICITADOS	: FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica
RESULTADOS:	

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1- Fibra Dietaria Soluble (g/100 g. de muestra en gmo)	0,3	0,32	0,24
2- Fibra Dietaria Insoluble (g/100 g. de muestra original)	1,1	1,12	1,10

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1- AOAC 2011.18 Cap. 46, Pág. 100-101, 21st Edition 2019
- 2- AOAC 885.28 Cap. 45, Pág. 98-100, 21st Edition 2018

Observaciones: El presente informe reemplaza al informe de ensayo N° 001161-2022 de fecha 25 de Marzo de 2022 y se expide a solicitud del interesado.

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 07/03/2022 Al 25/03/2022.

ADVERTENCIAS:

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorio.
- 3- Valioso a pesar de cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Gestión de Calidad produce.

La Molina, 05 de Mayo de 2022

Pág. 1/1

Anexo 3: Análisis microbiológicos de fideos de naranja y trigo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
 Laboratorio de microbiología de Alimentos



INFORME DE ENSAYOS N°01 LMA-01-08-03-2022

Solicitante : Mg.S.c Gloria Pascual Chagman
Producto : Fideos de naranja y Fideos de trigo
Marca : Sin marca
Identificación de muestra : Muestra sólida
Número de muestra : 2 muestras
Cantidad de muestra : 400g por muestra
Forma de presentación : Bolsa ziploc
Fecha de recepción : 25/02/2022
Ensayo solicitado : Mohos y levaduras ,Sthapylococcus A. y Salmonella.

Resultados:

N°-	MUESTRA	ANÁLISIS	RESULTADOS
1	FIDEOS DE NARANJA	Recuento de Mohos y levadura	< 50 UFC/g
		Recuento de Sthapylococcus aureus	<10 UFC/g
		Salmonella	Ausencia/25g
2	FIDEOS DE TRIGO	Recuento de Mohos y levadura	< 100 ufc/g
		Recuento de Sthapylococcus aureus	<10 UFC/g
		Salmonella	Ausencia/25g

Observaciones:
 -El muestreo, las condiciones de muestreo hasta su ingreso al laboratorios de Microbiología de Alimentos-FIAL-UNALM son de responsabilidad del solicitante.
 -Los resultados son validos sólo para la cantidad recibida

Método utilizado en el laboratorio:
 ICMSF2000 microorganismos de los alimentos 1. Su significado y método de enumeracion 2^{da} Ed. ACRIBA:
 - Recuento de Mohos y levaduras.pág. 166
 - Recuento de S. aureus(método 1) pág.231;
 - Detección de salmonela.pág.169.

La Molina, 08 de marzo de 2022

Anexo 4: Composición proximal de harina de naranja.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 003598-2021

SOLICITANTE : PASCUAL CHAGMAN, GLORIA JESUS
DIRECCIÓN LEGAL : AV. LA MOLINA S/N – UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA – LA MOLINA - LIMA
RUC : 09395899 Teléfono : 997495010

PRODUCTO : HARINA DE RESIDUO DE NARANJA

NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 612,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque de polietileno sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN-002110 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/07/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	3,5	3,58	3,48
2.- Proteína (g/100 g de muestra original)(Factor:6,25)	4,6	4,69	4,55
3.- Carbohidratos(g/100 g de muestra original)	83,7	83,53	83,79
4.- Grasa (g/100 g de muestra original)	2,5	2,50	2,52
5.- Humedad (g/100 g de muestra original)	5,7	5,7	5,66
6.- Energía Total(Kcal/100 g de muestra original)	375,7	---	---
7.- % Kcal proveniente de Carbohidratos	89,1	---	---
8.- % Kcal proveniente de Grasa	6,0	---	---
9.- % Kcal proveniente de Proteína	4,9	---	---
10.- Fibra Dietaria Soluble (g/100 g de muestra original)	13,9	13,91	13,81
11.- Fibra Dietaria Insoluble (g/100 g de muestra original)	23,4	23,40	23,42
12.- Fibra Dietaria Total (g/100 g de muestra original)	37,3	34,31	37,23

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- AOAC 920.05 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
- 2.- AOAC 978.04 (A) Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019
- 5.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
- 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- AOAC 993.19 Cap. 45, Pág. 100-101, 21st Edition 2019

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 003598-2021 Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@iamolina.edu.pe - Página Web: www.iamolina.edu.pe/calidadtotal la molina calidad total

Anexo 5: Composición proximal de harina de manzana.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 003599-2021

SOLICITANTE
DIRECCIÓN LEGAL

 PRODUCTO
NÚMERO DE MUESTRAS
IDENTIFICACIÓN/MITRA
CANTIDAD RECIBIDA
MARCA(S)
FORMA DE PRESENTACIÓN
SOLICITUD DE SERVICIOS
REFERENCIA
FECHA DE RECEPCIÓN
ENSAYOS SOLICITADOS
PERÍODO DE CUSTODIA
RESULTADOS:

PASCUAL CHAGMAN, GLORIA JESUS
 AV. LA MOLINA S/N - UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - LA MOLINA - LIMA
 RUC : 09395899 Teléfono : 997495010
 HARINA DE RESIDUO DE MANZANA
 Uno
 S.I.
 628,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
 S.M.
 Envasado, la muestra ingresa en empaque de polietileno sellada.
 S/S N°EN-002111 -2021
 ACEPTACION TELEFONICA
 12/07/2021
 FÍSICO / QUÍMICO
 No aplica

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
 ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Cenizas (g /100 g de muestra original)	1,7	1,87	1,60
2.- Proteína (g /100 g de muestra original)(Factor:6,25)	3,3	3,35	3,18
3.- Carbohidratos(g /100 g de muestra original)	85,1	84,84	85,29
4.- Grasa (g /100 g de muestra original)	2,1	2,10	2,11
5.- Humedad (g /100 g de muestra original)	7,8	7,84	7,82
6.- Energía Total(Kcal /100 g de muestra original)	372,5	---	---
7.- % Kcal proveniente de Carbohidratos	91,4	---	---
8.- % Kcal proveniente de Grasa	5,1	---	---
9.- % Kcal proveniente de Proteína	3,5	---	---
10.- Fibra Dietaria Soluble (g /100 g de muestra original)	20,0	20,02	19,99
11.- Fibra Dietaria Insoluble (g /100 g de muestra original)	36,5	36,47	36,44
12.- Fibra Dietaria Total (g /100 g de muestra original)	56,5	56,49	56,43

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- AOAC 920.05 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
 2.- AOAC 978.04 (A) Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019
 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
 4.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019
 5.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 10.- AOAC 993.19 Cap. 45, Pág. 100-101, 21st Edition 2019

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 003599-2021

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 6: Composición proximal de harina de trigo.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005692-2021

SOLICITANTE : GLORIA PASCUAL CHAGMAN
DIRECCIÓN LEGAL : Calle San Juan Mz F-2 - Lt 18 - Urb. Santa Patricia - La Molina
RUC : 10093958999 Teléfono : 348-3755

PRODUCTO : HARINA DE TRIGO
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : FECHA: 04-11-2021
CANTIDAD RECIBIDA : 624,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque de polietileno sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 003447 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1 - Cenizas (g/100 g de muestra original)	0,6	0,58	0,61
2 - Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor: 5,7)	13,9	13,87	13,87
3 - Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	71,0	---	---
4 - Grasa (g/100 g de muestra original)	0,9	0,90	0,94
5 - Humedad (g/100 g de muestra original)	13,6	13,58	13,68
6 - Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	347,7	---	---
7 - % Kcal. proveniente de Carbohidratos	81,7	---	---
8 - % Kcal. proveniente de Grasa	2,3	---	---
9 - % Kcal. proveniente de Proteínas	16,0	---	---
10 - Fibra Dietaria Soluble (g/100 g de muestra original)	2,0	2,01	2,05
11 - Fibra Dietaria Insoluble (g/100 g de muestra original)	3,7	3,67	3,66
12 - Fibra Dietaria Total (g/100 g de muestra original)	5,7	5,68	5,71

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1 - NTP 205.041 1976 (Revisado al 2016)
- 2 - NTP 205.042 1976 (Revisado al 2016)
- 3 - Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4 - NTP 205.041 1976 (Revisado al 2016)
- 5 - NTP 205.037 1975 (Revisado al 2016)
- 6 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10 - AOAC 993.19 Cap. 45, Pág. 100-101, 21st Edition 2019
- 11 - AOAC 985.29 Cap. 45, Pág. 98-100, 21st Edition 2019
- 12 - LMCTL-006B 2001

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 005692-2021

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Tel.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 7: Análisis estadístico de la coordena L*

a. ANOVA

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
L*	6	93.24	15.540	5.47	0.021
Error	7	19.88	2.840		
Total	13	113.12			

b. Prueba de comparaciones TUKEY

L* N Media Agrupación

T1	2	70.495	A	
T4	2	69.21	A	
T2	2	68.800	A	B
T6	2	67.20	A	B
T7	2	66.94	A	B
T5	2	65.09	A	B
T3	2	62.235		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8: Análisis estadístico de la coordena b*

a. ANOVA

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
b*	6	73.270	12.2117	24.93	0.000
Error	7	3.428	0.4898		
Total	13	76.699			

b. Prueba de comparaciones TUKEY

b* N Media Agrupación

T3	2	23.470	A		
T5	2	23.170	A		
T2	2	22.230	A		
T7	2	21.3465	A	B	
T4	2	21.280	A	B	
T6	2	18.850	B	C	
T1	2	16.5850	C		

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 9: Análisis estadístico del tiempo de cocción

a. ANOVA

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de cocción	6	45.297	7.5495	20.48	0.000
Error	7	2.580	0.3686		
Total	13	47.877			

b. Prueba de comparaciones TUKEY

b* N Media Agrupación

T3	2	23.470	A		
T5	2	23.170	A		
T2	2	22.230	A		
T7	2	21.3465	A	B	
T4	2	21.280	A	B	
T6	2	18.850	B	C	
T1	2	16.5850	C		

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

a. ANOVA

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pérdida de cocción	6	234.15	39.026	5.81	0.018
Error	7	47.00	6.714		
Total	13	281.15			

b. Prueba de comparaciones TUKEY

Pérdida			
de			
cocción			
N	Media	Agrupación	
T3	2	21.20	A
T6	2	17.00	A B
T7	2	16.80	A B
T5	2	15.90	A B
T2	2	13.200	A B
T4	2	11.60	A B
T1	2	7.500	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 10: Análisis estadístico de textura (dureza)

a. ANOVA

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Dureza	6	392.770	65.462	59.49	0.000
Error	7	7.703	1.100		
Total	13	400.472			

b. Prueba de comparaciones TUKEY

Dureza N Media Agrupación

T3	2	25.285	A
T5	2	17.765	B
T6	2	17.600	B
T4	2	16.480	B
T1	2	10.695	C
T2	2	10.52	C
T7	2	8.985	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 11: Valores y análisis obtenidos de la prueba chi-cuadrado (χ^2)

Consumidor	Muestra N° 159	Muestra N° 325
1	si	no
2	si	no
3	si	no
4	no	si
5	no	si
6	no	si
7	no	si
8	no	si
9	no	si
10	no	si
11	no	si
12	no	si
13	no	si
14	no	si
15	si	no
16	no	si
17	no	si
18	no	si
19	no	si
20	no	si
21	no	si
22	no	si
23	no	si
24	no	si
25	no	si

Hipótesis

H₀: No existe diferencias significativas en la aceptación del fideo de trigo y el fideo óptimo elaborado a partir de la sustitución con Harina de residuo de naranja.

H_a: Existe diferencias significativas en la aceptación del fideo de trigo y el fideo óptimo elaborado a partir de la sustitución con Harina de residuo de naranja.

Datos

$$n = 25$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

$$p = 1/2$$

$$X_0 = 4$$

Cálculo de χ^2

$$t \text{ gl} = 2 - 1 = 1$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

$$\text{De tabla: } \chi^2_{(0.05)} = 2.706$$

$$X^2 = \frac{[|2X_o - n| - 1]^2}{n}$$
$$X^2 = \frac{[|(2 \times 4) - 25| - 1]^2}{25} = 128$$

Conclusión. Con el 95% de confianza, existe diferencias significativas en la preferencia de los fideos evaluados. $\chi^2 > \chi_{20.05}$; **rechazamos la hipótesis nula (H₀)**. Por lo tanto, existe diferencias significativas en la aceptación del fideo de trigo y el fideo óptimo elaborado a partir de la sustitución con Harina de residuo de naranja.

Anexo 12: Valores obtenidos para la masa de las diferentes formulaciones de fideo obtenido durante el calentamiento y enfriamiento. (Equipo Mixolab).

A.

Serie Ensayos	Protocolo:	C1			Amp.	Stab.	C5			Stab.	C2			C3			C4			C5			α	β	γ
		Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Par (Nm)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Nm/min	Nm/min	Nm/min
GLORIA PASCUAL T11	Chopin+	8.13	1.188	31.2	0.07	9.50	8.00	1.18	31.2		16.02	0.603	54.2	22.57	1.64	79.7	30.75	1.436	87.6	45.02	2.504	57.4	-0.066	0.462	-0.022
GLORIA PASCUAL T31	Chopin+	9.23	1.159	33.0	0.05	9.90	8.00	1.13	31.7	5.80	16.85	0.411	57.1	24.22	1.637	81.9	30.60	1.46	87.7	45.02	2.391	57.3	-0.16	0.34	-0.042
GLORIA PASCUAL T51	Chopin+	7.30	1.584	32.1	0.06	9.30	8.00	1.588	32.2		16.25	0.885	55.0	20.52	1.712	73.1	30.65	1.322	87.7	45.02	1.697	57.4	-0.076	0.284	-0.076
GLORIA PASCUAL T61	Chopin+	6.43	1.221	31.4	0.09	7.60	8.00	1.161	31.5	4.80	16.37	0.36	55.0	24.68	1.64	82.7	30.95	1.485	87.4	45.02	2.512	57.6	-0.114	0.314	-0.094
GLORIA PASCUAL T71	Chopin+	5.55	1.672	31.7	0.11	4.40	8.00	1.446	31.9		16.27	0.729	55.4	21.92	1.792	78.6	30.70	1.509	87.6	45.02	2.182	57.5	-0.072	0.408	-0.048
GLORIA PASCUAL T21	Chopin+	3.22	2.745	32.2	0.23	8.30	8.00	2.639	33.4		4.40	2.587	32.7	6.28	2.849	33.1	15.85	1.67	55.3	45.02	2.623	57.9		0.24	-0.142
GLORIA PASCUAL T41	Chopin+	4.57	2.037	31.6	0.12	3.60	8.00	1.661	32.4		15.85	0.881	53.3	19.87	2.1	70.3	29.38	1.579	86.9	45.02	2.337	57.7	-0.086	0.26	-0.082

B.

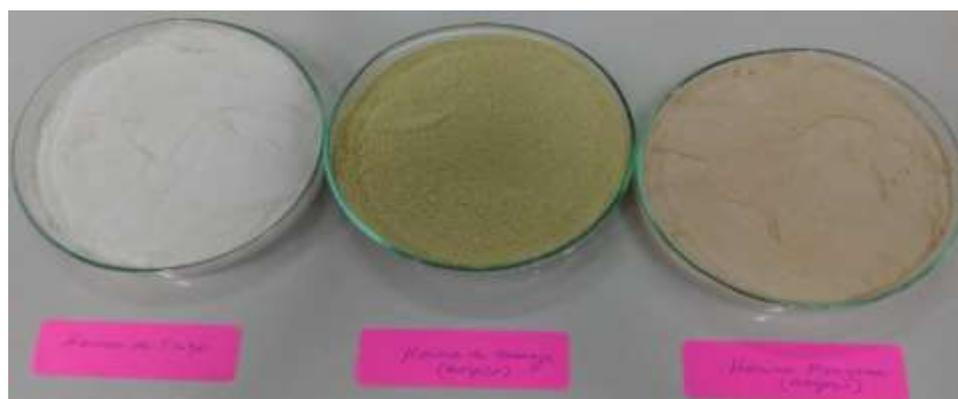
Serie Ensayos	Protocolo:	Absorption	Pétrissage	Gluten+	Viscosité	Amylolyse	Rétrogradation
GLORIA PASCUAL T11	Chopin+	8	5	4	3	5	7
GLORIA PASCUAL T31	Chopin+	7	6	1	3	5	6
GLORIA PASCUAL T51	Chopin+	9	5	3	2	3	3
GLORIA PASCUAL T61	Chopin+	8	5	0	4	5	7
GLORIA PASCUAL T71	Chopin+	9	5	3	4	4	6
GLORIA PASCUAL T21	Chopin+	9	4	6	5	6	6
GLORIA PASCUAL T41	Chopin+	9	4	3	5	5	6

Anexo 13: Memoria fotográfica

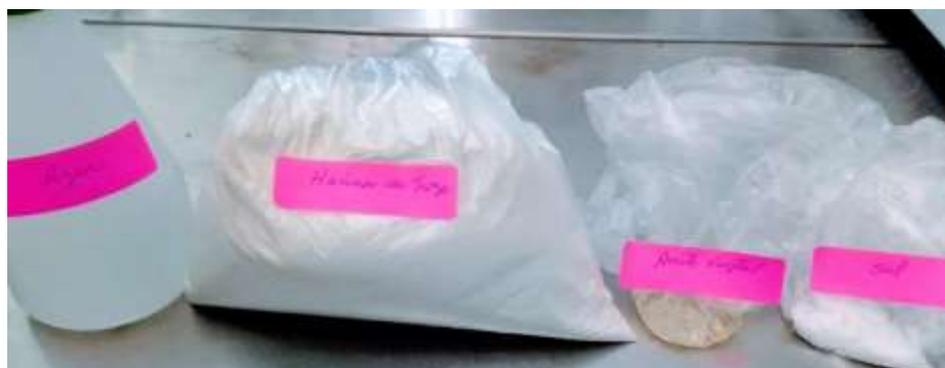
Deshidratado de residuos de naranja y manzana



Harinas de residuos obtenidas



Pesado de ingredientes



Amasado



Extruido de fideos



Secado



Envasado



Análisis sensorial

