

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN LA CALIDAD
NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO
SNACK A BASE DE HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays*), CAÑIHUA
(*Chenopodium canihua cook*) Y SANGRE BOVINA**

PRESENTADO POR:

BACH. MIRIAM YONI VELASQUEZ MEZA

BACH. YAQUELIN FLOREZ HUILLCA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ASESORA:

Dra. MARÍA MERCEDES CARRASCO COLQUE

CUSCO - PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO SNACK A BASE DE HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays*), CAÑIHUA (*Chenopodium canihua cook*) Y SANGRE BOVINA**”

Presentado por: VELÁSQUEZ MEZA, Miriam Yoni con DNI Nro. 76940346 presentado

por: FLOREZ HUILLCA, Yaquelin con DNI Nro.: 76152098 para optar el **título profesional/grado** académico de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad Académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 25 de marzo de 2025


.....
Firma

Post firma Dra. María Mercedes Carrasco Colque

Nro. de DNI 24715150

ORCID del Asesor 0000-0002-2286-1990

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid: 27259:442509850** ✓

TESIS EXTRUSION-YAQUELIN FLOREZ Y MIRIAM YONI VELASQUEZ.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:442509850

208 Páginas

Fecha de entrega

25 mar 2025, 12:39 p.m. GMT-5

34.233 Palabras

Fecha de descarga

25 mar 2025, 12:56 p.m. GMT-5

192.972 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS EXTRUSION-YAQUELIN FLOREZ Y MIRIAM YONI VELASQUEZ.pdf

Tamaño de archivo

4.3 MB

8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 20 words)

Exclusions

- ▶ 18 Excluded Matches

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 1%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

2 Integrity Flags for Review

-  **Replaced Characters**
112 suspect characters on 17 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.
-  **Hidden Text**
9 suspect characters on 5 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

A dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado vida y salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Angela Huillca Quispe Y Melchor Florez Huayhua por sus infinitos apoyos al brindarme sus consejos, valores y ejemplos de perseverancia, constancia y amor ante la vida.

Con mucho cariño, afecto y amor a mis queridas hermanas y hermanos, por estar conmigo y apoyarme siempre, quienes han vivido de cerca los distintos procesos de mi vida tanto en los momentos felices y tristes.

A mis queridas sobrinas Mileth y Ariana por ocupar mi corazón con sus sutilezas y felicidad, quienes me motivaron más para seguir estudiando.

Finalmente, a todos mis amigos (as) que me ayudaron durante todo el auge de mi carrera. gracias

YAQUELIN FLOREZ HUILLCA

DEDICATORIA

A dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado vida y salud para lograr mis objetivos.

A mi hija Lisbeth, Tania Champi Velasquez, como también mis padres Yoni Marta, Meza Ccoyllo y Guillermo, Velasquez Aparicio, también a mi compadre Jorge Copacandori sikcos por sus infinitos apoyos al brindarme sus consejos, valores y ejemplos de perseverancia, constancia y amor ante la vida.

Con mucho cariño, afecto y amor a mis queridas hermanas Melina y Rosa Marcelina, por estar conmigo y apoyarme siempre, quienes han vivido de cerca los distintos procesos de mi vida tanto en los momentos felices y tristes.

A mis queridas sobrinas André Amaru y Yadiel por ocupar mi corazón con sus sutilezas y felicidad, quienes me motivaron más para seguir estudiando.

Finalmente, al MVZ. Wilber Masco Aquino por su apoyo incondicional en todo el proceso del trabajo de investigación de tesis, a todos mis amigos (as) que me ayudaron durante todo el auge de mi carrera. gracias

MIRIAM YONI VELASQUEZ MEZA

AGRADECIMIENTO

A mis padres, cuya guía inquebrantable y sacrificios invaluable han sido la base de cada uno de mis logros. Su ejemplo de amor, fortaleza y dedicación me inspira a superar cada desafío.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por su sabiduría y paciencia al cultivar en mí la investigación científica y el anhelo por la excelencia. Sus enseñanzas han sido faros en mi camino académico y profesional.

A mis amigos (as) y compañeros, por su apoyo constante, su compañía en los momentos más desafiantes y por recordarme siempre el valor del trabajo colaborativo y la perseverancia.

A nuestra asesora Dra. María Mercedes Carrasco Colque por el apoyo incondicional y su contribución científico en el desarrollo de la investigación.

Y a todos aquellos que creen en el poder transformador de la ingeniería y la investigación, dedico este esfuerzo con la esperanza de contribuir, a desarrollo de la investigación en ingeniería, para el avance del conocimiento y el bienestar social.

Yaquelin Florez Huillca
Yoni Miriam Velásquez Meza

PRESENTACION

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería de Procesos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Señores jurados, conforme a lo exigido por el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial ponemos a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulada: “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO SNACK A BASE DE HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays*), CAÑIHUA (*Chenopodium canihua* Cook) Y SANGRE BOVINA”

Considerando el alto valor nutricional de las materias primas: harina de maíz, cañihua y sangre bovina, para el diseño de alimentos tipo snack por el proceso de extrusión, resultan alimentos con alto valor nutricional, así como también es importante el contenido de hierro hemínico, debido a los altos índices de desnutrición y déficit de consumo de hierro en nuestro país, la presente investigación coadyuvará en parte a la solución del problema de desnutrición.

Las tesis.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACION.....	II
INTRODUCCIÓN	XVIII
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	XX
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	XX
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	XXI
A. Problema general.....	XXI
B. Problemas específicos.....	XXI
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	XXII
A. Objetivo General.....	XXII
B. Objetivos específicos	XXII
HIPOTESIS.....	XXIII
A. Hipótesis general	XXIII
B. Hipótesis específicas	XXIII
JUSTIFICACIÓN	XXIV
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	XXVI
CAPITULO I.....	1
1.MARCO TEORICO.....	1
1.1. MAÍZ.....	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.2. Estructura del grano de maíz.....	1
1.1.3. Maíz amarillo duro (Zea mays).....	2
1.1.4. Composición nutricional.....	2
1.2. CAÑIHUA (Chenopodium canihua Cook).....	3
1.2.1. Clasificación taxonómica	3
1.2.2. Valor nutricional de la harina de cañihua	4

1.3.	HARINA DE SANGRE VACUNO	5
1.3.1.	Definición	5
1.3.2.	Características	5
1.3.3.	Propiedades químicas.....	5
1.3.4.	Valor nutritivo	6
1.3.5.	Aplicaciones en la Industria	6
1.4.	COCCION DE ALIMENTOS POR PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	7
1.4.1.	Clasificación de los extrusores por el tornillo	7
1.4.1.1.	Extrusores de un solo tornillo.....	7
1.4.1.2.	Extrusores de doble tornillo	8
1.4.2.	Cocción por extrusión	9
1.4.3.	Ventajas de la cocción-extrusión de alimentos	11
1.4.4.	Efectos de la cocción y extrusión en los nutrientes del alimento.....	12
1.4.5.	Efecto de la extrusión sobre las proteínas.....	12
1.4.6.	Reacción de Maillard	13
1.4.7.	Efecto del proceso de extrusión sobre los carbohidratos.....	14
1.4.8.	Efecto del proceso de extrusión sobre los lípidos.....	15
1.4.9.	Propiedades de los productos extruidos.....	15
1.4.10.	Pruebas Físicas.	15
1.5.	MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.....	16
1.5.1.	Mezclas Alimenticias.....	16
1.5.2.	Principios de formulación de una mezcla alimenticia Los métodos para formular las mezclas.....	18
1.6.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	18
1.6.1.	Sabor	18
1.6.2.	Color.....	19
1.6.3.	Olor.....	19

1.7.	DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE PROTEÍNAS	19
1.8.	CALIDAD PROTEICA	20
1.9.	DIGESTIBILIDAD PROTEICA Y METODOLOGÍAS INVITRO.....	20
1.9.1.	Simulación del Tracto Digestivo	20
1.9.2.	La Digestibilidad Proteica In Vitro (IVPD).....	21
1.9.3.	Digestibilidad de Aminoácidos In Vitro	21
1.9.4.	Métodos de Respuesta Enzimática.....	21
2.	MATERIALES Y METODOS.....	22
2.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	22
2.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	22
2.2.1.	Investigación aplicada.....	22
2.2.2.	Según el objeto de estudio.....	22
2.2.3.	Según el tipo de datos empleados.....	22
2.2.4.	Según la manipulación de variables.....	23
2.2.5.	Tamaño de muestra.....	23
2.3.	EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVO.....	23
2.3.1.	Elaboración de snack	23
2.4.	EVALUACIÓN DE SNACK.....	24
2.5.	MATERIAS PRIMAS.....	25
2.5.1.	Harina de maíz	25
2.5.2.	Harina de cañihua	25
2.5.3.	Harina de sangre bovina.....	26
2.6.	ELABORACIÓN DE SNACK.....	26
2.6.1.	Pesado/ dosimetría:	26
2.6.2.	Mezclado	27
2.6.3.	Extruido.....	28
2.6.4.	Enfriado.....	28

2.6.5.	Envasado.....	28
2.6.6.	Almacenado	28
2.7.	MÉTODO DE SELECCIÓN DE FORMULACIONES	28
2.8.	VARIABLES DE ESTUDIO.....	29
2.9.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
2.9.1.	Variables independientes o de entrada	29
2.9.2.	Variables dependientes o de salida	30
2.10.	METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	30
2.10.1.	Análisis nutricional y químico.....	30
2.11.	Evaluación sensorial.....	32
2.12.	Análisis estadístico.....	32
CAPITULO III.....		34
RESULTADOS Y DISCUSIONES		34
2.13.	ANALISIS PROXIMAL.....	34
3.1.... RESULTADOS Y DISCUSIONES PARA EL CONTENIDO NUTRICIONAL Y QUÍMICO		34
3.1.1.	HUMEDAD.....	34
3.1.1.1.	Análisis de varianza para el contenido de humedad.....	35
3.1.1.2.	Discusiones	39
3.1.2.	CENIZAS	40
3.1.2.1.	Análisis de varianza para el contenido de cenizas.....	41
3.1.2.2.	Discusiones	46
3.1.3.	PROTEINA.....	46
3.1.3.1.	Análisis de varianza para resultados por el contenido de proteína.....	47
3.1.3.2.	Discusiones.	52
3.1.4.	GRASA.....	53

3.1.4.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de grasa.....	54
3.1.4.2. Discusiones	59
3.1.5. CARBOHIDRATOS	59
3.1.5.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de carbohidrato.....	61
3.1.5.2. Discusiones	66
3.1.6. HIERRO	66
3.1.6.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de hierro.....	67
3.1.6.2. Discusión	72
3.1.7. ENERGIA	72
3.1.7.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de energía.....	73
3.1.7.2. Discusión	78
3.1.8. PH.....	78
3.1.8.1. Análisis de varianza para resultados por pH	79
3.1.9. ACIDEZ.....	85
3.1.9.1. Análisis de varianza para resultados por el valor de acidez.....	86
3.1.9.2. Discusiones	90
3.1.10. INDICE DE GELATINIZACION	91
3.1.10.1. Análisis de varianza para resultados por el valor de índice de gelatinización	92
3.1.10.2. Discusiones	97
3.1.11. INDICE DE EXPANSIÓN.....	97
3.1.11.1. Análisis de varianza para resultados por el valor de índice de expansión	99
3.1.11.2. Discusiones	103
4.1. DIGESTIBILIDAD	103
4.1.1. Análisis de varianza para resultados por el valor de digestibilidad proteica	105
4.1.2. Discusiones	109

4.2.	RESULDATADOS Y DISCUSIONES PARA LA ACEPTABILIDAD...	110
4.2.1.	Analisis de variable de varios factores de calor para resultados por el valor de aceptabilidad	110
4.2.2.	Evaluación del atributo olor.....	114
4.2.3.	Evaluación del atributo sabor.....	118
4.2.4.	Discusiones	121
	CONCLUSIONES.....	123
	RECOMENDACIONES	124
	ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Minerales y vitaminas en la harina de sangre.....	6
Tabla 2 Características funcionales de los extrusores	10
Tabla 3 Contenido de enzimas y aminoácidos	19
Tabla 4 Matriz experimental.....	30
Tabla 5 Resultados del contenido de humedad	34
Tabla 6 Análisis de varianza para humedad - Suma de Cuadrados Tipo III	35
Tabla 7 Pruebas de Múltiple Rangos para humedad por formulación.....	36
Tabla 8 Pruebas de múltiples rangos para humedad por temperatura.....	37
Tabla 9 Resultados del contenido de cenizas.....	40
Tabla 10 Análisis de varianza para cenizas - suma de cuadrados tipo III	41
Tabla 11 Pruebas de Múltiples Rangos para cenizas por formulación	42
Tabla 12 Pruebas de Múltiple Rangos para cenizas por temperatura	44
Tabla 13 Resultados del contenido de proteína	46
Tabla 14 Análisis de varianza para proteína.....	48
Tabla 15 Pruebas de múltiples rangos para proteína por formulación.....	48
Tabla 16 Pruebas de múltiples rangos para proteína por temperatura.....	50
Tabla 17 Resultados del contenido de grasa	53
Tabla 18 Análisis de varianza para grasa.....	54
Tabla 19 Pruebas de múltiples rangos para grasa por formulación	55
Tabla 20 Pruebas de múltiples rangos para grasa por temperatura.....	57
Tabla 21 Resultados del contenido de carbohidratos.....	60
Tabla 22 Análisis de varianza para carbohidratos	61
Tabla 23 Pruebas de múltiples rangos para carbohidratos por formulación	62
Tabla 24 Pruebas de múltiples rangos para carbohidratos por temperatura	64
Tabla 25 Resultados del contenido de hierro.	66
Tabla 26 Análisis de varianza para hierro.....	67
Tabla 27 Pruebas de múltiples rangos para hierro por formulación.....	68
Tabla 28 Pruebas de múltiples rangos para hierro por temperatura	70
Tabla 29 Resultados del contenido de energía.....	72
Tabla 30 Análisis de varianza para energía	74
Tabla 31 Pruebas de múltiples rangos para energía por formulación	75
Tabla 32 Múltiple Rangos para energía por temperatura	76

Tabla 33	Resultados del contenido de PH.....	79
Tabla 34	Análisis de varianza para ph.....	80
Tabla 35	Pruebas de múltiples rangos para pH por formulación.....	81
Tabla 36	Pruebas de múltiples rangos para pH por temperatura.....	82
Tabla 37	Resultados del contenido de acidez.....	85
Tabla 38	Análisis de varianza para acidez.....	86
Tabla 39	Pruebas de múltiples rangos para acidez por formulación.....	87
Tabla 40	Pruebas de múltiples rangos para acidez por temperatura.....	88
Tabla 41	Resultados del contenido de índice de gelatinización.....	91
Tabla 42	Análisis de varianza para índice de gelatinización.....	93
Tabla 43	Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por formulación.....	93
Tabla 44	Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por temperatura.....	95
Tabla 45	Resultados del contenido de índice de expansión.....	98
Tabla 46	Análisis de varianza para índice de expansión.....	99
Tabla 47	Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de expansión por Formulación.....	100
Tabla 48	Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por temperatura....	101
Tabla 49	Resultados del contenido de digestibilidad proteica.....	104
Tabla 50	Análisis de varianza para digestibilidad proteica.....	105
Tabla 51	Pruebas de múltiples rangos para digestibilidad proteica por formulación.....	106
Tabla 52	Pruebas de múltiples rangos para digestibilidad proteica por temperatura.....	108
Tabla 53	Resultados de la prueba de aceptabilidad.....	110
Tabla 54	Análisis de varianza para color.....	111
Tabla 55	Pruebas de múltiples rangos para color por formulación.....	111
Tabla 56	Pruebas de múltiples rangos para color por temperatura.....	113
Tabla 57	Análisis de varianza para olor.....	115
Tabla 58	Pruebas de múltiples rangos para olor por formulación.....	115
Tabla 59	Pruebas de múltiples rangos para olor por temperatura.....	117
Tabla 60	Análisis de varianza para sabor.....	118
Tabla 61	Pruebas de múltiples rangos para sabor por formulación.....	119
Tabla 62	Pruebas de múltiples rangos para sabor por temperatura.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del grano de maíz.....	1
Figura 2 Digestión y absorción gastrointestinal	19
Figura 3 Flujo de operaciones para la elaboración de snack.....	27
Figura 4 Variables independientes y dependientes.....	29
Figura 5 Contenido de humedad en el alimento snack	34
Figura 6 Medias y 95% de Tukey HSD	37
Figura 7 Medias y 95% de Tukey HSD	38
Figura 8 Interacción y 95% de Tukey HSD	39
Figura 9 Contenido de cenizas en el alimento snack.....	41
Figura 10 Medias y 95% de Tukey HSD	43
Figura 11 Medias y 95% de Tukey HSD	44
Figura 12 Medias y 95% de Tukey HSD	45
Figura 13 Contenido de proteína en el alimento snack	47
Figura 14 Medias y 95% de Tukey HSD	49
Figura 15 Medias y 95% de Tukey HSD	50
Figura 16 Interacción al 95% y Tukey HSD.....	51
Figura 17 Contenido de humedad en el alimento snack	53
Figura 18 Medias y 95% de Tukey HSD para grasa.....	56
Figura 19 Medias y 95% Tukey HSD de grasa por temperatura.....	57
Figura 20 Interacciones de efectos para grasa.....	58
Figura 21 Contenido de carbohidratos en el alimento snack.....	60
Figura 22 Medias y 95% de Tukey HSD para carbohidratos.....	63
Figura 23 Medias y 95% de Tukey HSD para carbohidratos por temperatura.....	65
Figura 24 Interacciones entre los factores temperatura y formulación sobre carbohidratos	65
Figura 25 Contenido de hierro en el alimento snack.....	67
Figura 26 Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre hierro	69
Figura 27 Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre hierro.....	70
Figura 28 Interacción de formulación y temperatura sobre hierro	71
Figura 29 Contenido de energía en el alimento snack.....	73
Figura 30 Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre energía.....	76
Figura 31 Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre energía	77

Figura 32	Interacción de formulación y temperatura sobre energía.....	78
Figura 33	Contenido de ph en el alimento snack	79
Figura 34	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre pH.....	81
Figura 35	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre pH.....	83
Figura 36	Interacción de factores formulación y temperatura sobre pH.....	84
Figura 37	Contenido de acidez en el alimento snack	85
Figura 38	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre acidez	88
Figura 39	Medias y 95% de Tukey HSD de Temperatura sobre acidez	89
Figura 40	Interacción y 95% de Tukey HSD, formulación y temperatura sobre la acidez	90
Figura 41	Contenido de índice de gelatinización en el alimento snack.....	92
Figura 42	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre índice de gelatinización.	94
Figura 43	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre índice de gelatinización .	96
Figura 44	Interacción de efectos formulación y temperatura sobre índice de gelatinización	97
Figura 45	Índice de expansión del alimento snack.....	98
Figura 46	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre índice de gelatinización	100
Figura 47	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre índice de gelatinización	102
Figura 48	Interacción de efectos formulación y temperatura sobre índice de gelatinización	103
Figura 49	Contenido de digestibilidad proteica en el alimento snack.....	104
Figura 50	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre digestibilidad proteica..	107
Figura 51	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre digestibilidad proteica..	108
Figura 52	Interacción de efectos: formulación y temperatura sobre la digestibilidad proteica	109
Figura 53	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre color	112
Figura 54	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre color.....	113
Figura 55	Interacciones y 95% de Tukey HSD de formulación y temperatura sobre color	114
Figura 56	Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre olor	116
Figura 57	Medias y 95% de Tukey HSD, temperatura sobre olor	117
Figura 58	Medias y 95% de Tukey HSD sobre sabor	119
Figura 59	Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre el sabor	120

Figura 60 Interacciones y 95% de Tukey HSD de formulación y temperatura sobre el sabor.....	121
--	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de aceptabilidad sensorial	137
Anexo 2 Certificado de analisis.....	138
Anexo 3 Ficha técnica harina de maíz.....	139
Anexo 4 Ficha técnica harina de cañihua	140
Anexo 5 Ficha técnica de harina de sangre bovina.....	141
Anexo 6 Hoja de seguridad harina de sangre.....	145
Anexo 7 Registro sanitario de harina de sangre	149
Anexo 8 Informe de ensayo de harina de maíz	150
Anexo 9 Informe de ensayo harina de cañihua	152
Anexo 10 Fotografías de la obtención de muestras.....	154
Anexo 11 Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA	165
Anexo 12 Especificación técnica Qali Warma	169
Anexo 13 Computo químico para formulaciones	173

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en el estudio del proceso de extrusión en la calidad nutricional y la aceptabilidad sensorial de un snack elaborado con harinas de maíz, cañihua y sangre bovina. La investigación se llevó a cabo en la empresa Inversiones Qosqo S.A.C., ubicada en Marangani, utilizando un diseño factorial 3x2, lo que resultó en seis formulaciones diferentes evaluadas a temperaturas de extrusión de 150 °C y 160 °C. La fórmula 1, que tiene un 13% de harina de cañihua y 9% harina de sangre bovina, presentó el contenido más alto de proteína (16.01%) y hierro (32.63 mg/100g), así como una digestibilidad proteica in vitro del 91.24%. Sin embargo, la fórmula 2, con 16% de harina de cañihua y 6% de harina de sangre bovina, obtuvo la mejor aceptación sensorial, con calificaciones de 6.25 para el sabor y 6.12 para el olor, en una escala hedónica de 7 puntos. Los resultados indican que, si bien la fórmula 1 ofrece una composición nutricional superior, la aceptación del producto por parte de los consumidores depende más de la formulación específica que de la temperatura de extrusión. Así, el estudio resalta la importancia de equilibrar la calidad nutricional y la aceptabilidad sensorial en el desarrollo de productos alimenticios.

Palabra clave: Extrusión, calidad nutricional, aceptabilidad sensorial, snack.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la creciente preocupación por la salud y el bienestar ha impulsado una mayor demanda de productos alimenticios que sean tanto nutritivos como saludables. Esta tendencia ha llevado a la agroindustria a explorar nuevas formulaciones y tecnologías de procesamiento que puedan mejorar el valor nutricional de los alimentos sin comprometer su aceptabilidad sensorial (Olivares Francisco, 2019). Entre las innovaciones que han surgido, los snacks elaborados a base de harinas de maíz (*Zea mays*), cañihua (*Chenopodium canihua* Cook) y sangre bovina destacan como una opción prometedora debido a su composición rica en nutrientes.

El maíz es ampliamente reconocido como una fuente esencial de carbohidratos, mientras que la cañihua, un pseudocereal andino, es valorada por su alto contenido de proteínas, fibra y micronutrientes. La sangre bovina, por otro lado, es una fuente concentrada de proteínas de alta calidad y hierro, elementos cruciales para la nutrición humana. Sin embargo, la inclusión de ingredientes no convencionales como la sangre bovina en la formulación de snacks presenta desafíos significativos, especialmente en términos de procesamiento y aceptación del producto por parte de los consumidores.

La extrusión es una tecnología de procesamiento versátil que ha ganado popularidad en la agroindustria por su capacidad para mezclar, amasar y cocinar ingredientes simultáneamente bajo condiciones controladas de temperatura y presión. Este proceso puede afectar de manera significativa tanto las propiedades nutricionales como las características sensoriales del producto final. A pesar de su potencial, los efectos específicos de la extrusión sobre la calidad nutricional y la aceptabilidad sensorial de snacks compuestos por harinas de maíz, cañihua y sangre bovina no han sido investigados a fondo.

Es fundamental llevar a cabo estudios que evalúen cómo diferentes parámetros del proceso de extrusión, tales como la temperatura y la formulación, influyen en la composición nutricional y las propiedades organolépticas de estos snacks. También es fundamental realizar una evaluación detallada de la aceptabilidad sensorial del producto desde la perspectiva de los consumidores para asegurar su competitividad en el mercado frente a otros productos similares.

En este contexto, la presente investigación se propone evaluar detalladamente el proceso de extrusión y su impacto en la calidad nutricional y sensorial de snacks a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bovina. Los resultados de este estudio proporcionarán información valiosa para optimizar el proceso de producción y desarrollar un producto que no solo cumpla con los requisitos nutricionales, sino que también sea atractivo para los consumidores, contribuyendo así a la diversificación y mejora de la oferta alimentaria disponible en el mercado.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La creciente demanda por productos alimenticios nutritivos y saludables ha llevado a la industria alimentaria a buscar nuevas formulaciones y tecnologías de procesamiento que mejoren la calidad nutricional de los alimentos y al mismo tiempo mantengan o aumenten su aceptabilidad sensorial (Olivares Francisco, 2019). Entre estas innovaciones, los snacks a base de harinas de maíz (*Zea mays*), cañihua (*Chenopodium canihua* Cook) y sangre bovina se presentan como una alternativa prometedora debido a su alto valor nutricional. El maíz es una fuente importante de carbohidratos, la cañihua es rica en proteínas, fibra y micronutrientes, mientras que la sangre bovina aporta hierro y proteínas de alta calidad.

No obstante, la incorporación de ingredientes no convencionales, como la sangre bovina, en la producción de snacks puede presentar desafíos significativos en términos de procesamiento y aceptabilidad del producto final. La extrusión es una técnica de procesamiento versátil que permite el mezclado amasado y cocción simultánea de los ingredientes bajo condiciones controladas de temperatura y presión, lo cual puede influir significativamente en las propiedades nutricionales y sensoriales del producto final. Sin embargo, los efectos específicos de este proceso en la calidad nutricional y la aceptabilidad sensorial de los snacks elaborados con esta mezcla de harinas y sangre bovina no han sido estudiados.

Es crucial investigar cómo diferentes parámetros del proceso de extrusión, como la temperatura de extrusión y la formulación afectan la composición nutricional y las características organolépticas de los snacks. Además, es fundamental evaluar la

aceptabilidad sensorial del producto entre los consumidores para determinar si estos snacks pueden competir en el mercado con otros productos similares.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar las formulaciones y la temperatura de extrusión sobre la calidad nutricional y sensorial de los snacks a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bovina. Esta investigación mostrará información valiosa para el proceso de producción y desarrollar un producto que no solo sea nutritivo, sino también aceptable para los consumidores, contribuyendo así a la diversificación y mejoramiento de la oferta alimentaria.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A. *Problema general*

B.

¿Cuál es el efecto del proceso de extrusión en la calidad nutricional y su aceptabilidad sensorial del producto snack a base de harinas maíz, cañihua y sangre bobina?

C. *Problemas específicos*

1. ¿Cuál será el efecto de la formulación y la temperatura sobre el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa, carbohidratos, hierro, energía, pH, acidez, índice de gelatinización e índice de expansión de un producto snack a base de harinas de harinas maíz, cañihua y sangre bobina?
2. ¿Cuál es el efecto de la formulación y temperatura del proceso de extrusión sobre la digestibilidad de la proteína in vitro del producto snack a base de harinas de harinas maíz, cañihua y sangre bobina?
3. ¿Cuál es el nivel de aceptabilidad del producto snack extruido sobre el sabor, color y olor?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A. Objetivo General

Evaluar el efecto del proceso de extrusión en la calidad nutricional y su aceptabilidad sensorial del producto snack a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bobina.

B. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la formulación y la temperatura sobre el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa, carbohidratos, hierro, energía, pH, acidez, índice de gelatinización e índice de expansión de un producto snack a base de harinas de harinas maíz, cañihua y sangre bobina
2. Evaluar el efecto de la formulación y temperatura del proceso de extrusión sobre la digestibilidad de la proteína in vitro del producto snack a base de harinas de harinas maíz, cañihua y sangre bobina.
3. Determinar el nivel de aceptabilidad sensorial del alimento snack extruido sobre el sabor, olor y color

HIPOTESIS

A. Hipótesis general

El proceso de extrusión afectará en la calidad nutricional y su aceptabilidad sensorial del producto snack a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bobina.

B. Hipótesis específicas

1. La formulación y la temperatura influirán sobre el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa, carbohidratos, hierro, energía, pH, acidez, índice de gelatinización e índice de expansión de un producto snack a base de harinas maíz, cañihua y sangre bobina
2. La formulación y temperatura del proceso de extrusión influirá sobre la digestibilidad de la proteína in vitro del producto snack a base de harinas maíz, cañihua y sangre bobina
3. La formulación y la temperatura de extrusión contribuirán al nivel de aceptabilidad (sabor, olor y color.)

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación titulada “Evaluación del proceso de extrusión en la calidad nutricional y su aceptabilidad sensorial del producto snack a base de harinas de maíz (*zea mays*), cañihua (*chenopodium canihua cook*) y sangre bovina” se fundamenta en la necesidad de desarrollar alimentos que no solo sean nutricionalmente adecuados, sino también aceptables sensorialmente para los consumidores. La agroindustria busca constantemente innovaciones que permitan ofrecer productos con altos valores nutricionales y que cumplan con las expectativas de sabor, olor y color de los consumidores.

Relevancia Nutricional

El snack está formulado para ser una fuente concentrada de nutrientes esenciales, respondiendo a las necesidades de poblaciones vulnerables que enfrentan problemas como la desnutrición y la anemia. La combinación de ingredientes seleccionados ofrece un alimento equilibrado: aportando el maíz la base energética, la cañihua proteínas de alta calidad, fibra y compuestos antioxidantes, que contribuyen al bienestar general, la harina de sangre bovina es rica en hierro hemo, una forma de hierro de alta biodisponibilidad, y proteínas de excelente calidad.

Al integrar estos ingredientes, el snack no solo satisface requerimientos básicos, sino que actúa como un alimento funcional capaz de prevenir deficiencias nutricionales específicas, convirtiéndose en una alternativa práctica y saludable en la dieta diaria.

Innovación Tecnológica

El snack se desarrolló utilizando la tecnología de extrusión transformando los ingredientes en un producto con características deseadas:

- Textura crujiente y homogénea que mejora la experiencia de consumo.
- Estabilidad y seguridad alimentaria, al eliminar factores antinutricionales y extender la vida útil del producto.

- Mejora en la biodisponibilidad de nutrientes, asegurando que el hierro y las proteínas sean más fácilmente absorbidos por el organismo.

El proceso de extrusión no solo optimiza las propiedades físicas y químicas del snack, sino que también asegura un método de producción eficiente, escalable y sostenible, lo que lo posiciona como un producto innovador en el mercado.

Aceptabilidad Sensorial

La aceptación sensorial del snack es un factor crítico en el desarrollo de alimentos funcionales, especialmente cuando se incorporan ingredientes no convencionales como la sangre bovina. Este snack se formula para satisfacer las expectativas del consumidor en términos de:

- Sabor: Una combinación equilibrada de ingredientes que enmascara posibles sabores fuertes, mejorando su atractivo.
- Aroma y apariencia: Aspectos cuidadosamente trabajados para garantizar un producto visualmente apetecible y olfativamente aceptable.
- Textura: Una sensación crujiente y ligera, característica de los snacks modernos.

Mediante pruebas sensoriales, se evalúa y ajusta el producto para alcanzar altos niveles de preferencia.

En resumen, este snack representa una solución alimentaria innovadora, funcional y aceptada, capaz de generar un impacto positivo tanto en la salud de los consumidores como en la sostenibilidad de los recursos locales. Su diseño responde a las tendencias del mercado, combinando tecnología avanzada y un enfoque en las necesidades reales de la población.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Espinoza, Roldan y Martínez (2021), tuvo como objetivo elaborar un alimento snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteína de pota y la determinación de su vida útil, los cereales utilizados en su investigación fueron maíz, arroz y kiwicha, para niños de 5 a 12 años de edad cumpliendo con sus requerimientos nutricionales, el proceso utilizado para la obtención del producto extruido fue: recepción de la materia prima, molido, pesado y mezclado, acondicionado de la mezcla, extruido, enfriado, envasado. La fórmula utilizada en su investigación fue: 60,0% de maíz, 18,5% de arroz, 15,0% de kiwicha y 4,0% de CPCG. Su composición química del alimento tipo snack extruido fue: proteína 16,8%, humedad 5,35%, grasa 1,89%, fibra 1,05%, ceniza 2,01% y carbohidratos 72.91%.

Espinoza Solís (2023), realizó investigación sobre el valor nutricional y evaluación de la aceptabilidad de un snack de maíz amarillo (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), mijo (*Panicum miliaceum*) y harina de pota (*Dosidicus gigas*), caracterizaron las materias primas por medio del análisis proximal. Y realizaron cuatro formulaciones experimentales y un testigo. En la etapa de extrusión se utilizó 165 °C de temperatura, 12.0 rpm como velocidad de alimentación y 50 cc/min de flujo de agua. La formulación más aceptable sensorialmente se realizó por medio de una encuesta con escala hedónica de 5 puntos en un panel de 30 panelistas semientrenados; los resultados obtenidos se sometieron a una prueba Anova y Tukey, donde la Formulación 2 (50% MA, 35% HB, 15% MJ y 8% HP) fue la más aceptable por los panelistas, presentando un contenido nutricional para carbohidratos 62.05%, proteína 17.39%, grasa 11.74%, fibra 1.68%, ceniza 2.71%, así como 413 kcal, 0.0645 de acidez, 6.18 de pH y una humedad de 4.43%.

Santacruz (2022). En su investigación planteo formular un cereal extruido a base de arroz, trigo y cañihua, a su vez el alimento fue fortificado con hierro hemínico, teniendo como fuente de hierro hemínico la harina de sangre de vacuno. Para su investigación primero

caracterizo las materias primas en cuanto a sus componentes fisicoquímicos y para la obtención del producto final se utilizó un extrusor bi tornillo de tecnología avanzada. En su investigación utilizo 4 formulaciones, y la variación de harina de sangre fue de 2 a 4%. Para la evaluación sensorial utilizo 30 panelistas semi entrenados. El producto final de mayor aceptación tiene la siguiente formula (50% de arroz partido, 35% de trigo entero, 15% de cañihua, 4% de harina de sangre de vacuno), el cual tiene el siguiente contenido fisicoquímico: humedad 4,74%, cenizas 1,04 g, carbohidratos 82,04 g, proteínas 9,81 g, azúcar total 4,15 g, grasas totales 2,35 g, sodio 20,28 mg y hierro 27,77 mg/100g.

Obregón. (2023), en su trabajo de investigación propiedades tecno funcionales, térmicas y estructurales de una mezcla alimenticia extruida y fortificada con pulpa de nopal y harina de quinua germinada realizado en la escuela de posgrado de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, elaboró alimentos extruidos con una formulación comercial y le añadió harina de quinua germinada entre 10 a 20% y mucilago de nopal entre 5 a 10%, determinando que el índice de expansión varía entre 3.46 a 4.07.

Villalva y Aracelly (2019), en su trabajo de investigación titulado “Efecto de extensores amiláceos sobre las características fisicoquímicas, fitoquímicas, funcionales y sensoriales en la extrusión de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*)” realizado en la Universidad del Centro de Perú. Determino las características fisicoquímicas de un alimento extruido a base de arroz, trigo, maíz, cebada y semillas de granadilla, realizaron 3 formulaciones, luego del proceso de extrusión la mejor formulación(semilla de granadilla 8 %, arroz 35 %, maíz 30 %, trigo 16 % y cebada 11 %;) presento las siguientes características: 0.180% de acidez, 6.004% de pH, 11.13°BRX, 0.733% de cenizas, 0.367% de fibra, 0.997% de proteína, 2.832% de grasa, 90.515% de carbohidratos, 0.245% de acidez, 6.004 de pH, en la que se obtuvo mejor calificación para los panelistas; utilizando como principal parámetro del proceso de extrusión la temperatura (144°C).

Galarza y Cairo (2013), en su investigación “Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina” realizado en la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Teniendo como objetivo determinar la calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. Para su investigación utilizó 2 niveles de fortificación: 10% y 15% y un producto extruido sin fortificar (0%) como muestra de comparación. La harina de sangre bovina se obtuvo por un proceso de atomización y el proceso de extruido se realizó en un tornillo sin fin. Se determinaron la calidad nutricional, microbiológica y aceptabilidad. El contenido de hierro para una fortificación de 10 y 15 % fueron 31,87 mg/100 g y 38,08 mg/100 g y para un nivel de 0% fue de 2,99 mg/100g, con respecto del análisis microbiológico indicaron que los productos extruidos fueron aptos para el consumo humano. La prueba de aceptabilidad se realizó en una Institución Educativa con alumnos de 5 a 6 años de edad utilizando una escala hedónica de 3 puntos no encontrando diferencias significativas entre las muestras

Quiroz et al (2019), en su trabajo de investigación: “Efecto de la humedad de alimentación y temperatura de extrusión sobre el contenido nutricional de un snack a base de maíz, chocho y papa” realizado en la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Teniendo como objetivo evaluar los parámetros de extrusión a las siguientes temperaturas del barril (110 –140°C), contenido de humedad (15% -20%) y matriz alimentaria: maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y papa (*Solanum tuberosum*) en proporción 80/10/10 y 70/15/15 (p/p). Los snacks que registraron mayor contenido nutricional fueron con la matriz en proporción 70/15/15 a 15% de humedad y extruida a 110°C, con valores de humedad 6.06%, proteína 18.69%, grasa 2.01%, fibra 2.28%, cenizas 1.00% y carbohidratos 72.24%. Las condiciones de extrusión aplicadas en

este estudio mostraron efectos significativos sobre el contenido nutricional del snack extruido obtenido. El incremento del nivel de adición/sustitución de leguminosas y tubérculos a la matriz con maíz, mejora significativamente el contenido nutricional del producto extruido.

Espinoza (2017), en su trabajo de investigación “Desarrollo de un snack extruido a base de maíz enriquecido con harina de pota (*Dosidicus gigas*) precocida y determinación de su vida útil”. En la Universidad Nacional Agraria la Molina Lima. Teniendo como objetivo obtener un alimento tipo snack extruido a base de polenta cruda de maíz enriquecido con harina de pota (*Dosidicus gigas*) precocida y otras materias primas, con la finalidad de que este cumpla los requerimientos de aminoácidos para niños de 10 a 12 años de acuerdo con el patrón de aminoácidos de la WHO/FAO 1973. La formulación óptima final fue de 4% de HPP, 18.5% de Arroz, 60% de Polenta cruda de maíz, 15% de Harina Kiwicha y 2.5% de Leche en polvo. Asimismo, los parámetros adecuados para el proceso de producción del snack extruido fueron: humedad de la mezcla de 12.6% y velocidad de tornillo del extrusor de 150RPM. Físicamente cuenta con un índice de expansión de 3.3 y una densidad aparente de 66.76 g/l, además de tener una forma redonda con un diámetro promedio de 1.3cm, color crema y ausencia de olor y sabor al recurso pota. La composición química fue de 16.8% de proteína, 5.35% de humedad, 1.89% de grasa, 1.05% de fibra, 2.01% de ceniza y 61.31% de carbohidratos; además de presentar valores conformes respecto a las evaluaciones microbiológicas exigidas por la RM N°451-2006/MINSA.

Martel & Arellano, (2013) en su trabajo de investigación intitulado “Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina”. Realizada en la “Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima”.

Tuvo como objetivo determinar “la Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina”. “Esta investigación del tipo tecnológico experimental, para la elaboración del alimento extruido se utilizó un extrusor de un tornillo sinfín” a una “temperatura de 158 °C a 162 °C”. “luego se realizaron una prueba de aceptabilidad con 60 niños de 5 a 13 años de edad de la Institución Educativa” “Manuel González Prada N° 2015”. “Para la elaboración de los alimentos extruidos se utilizaron 10% y 15% de harina de sangre bovina” elevado “contenido de hierro 31,87 mg/100 g y 38,08 mg/100 g respectivamente a diferencia de un menor contenido de este en el producto extruido” “sin fortificar (0%) que fue de 2,99 mg/100g”. “Según el análisis proximal el contenido proteínas fue mayor en los productos extruidos fortificados con 10% y 15% (12,47g/100 g y 13,80 g/100 g respectivamente)” que el “producto sin fortificar 7,19 g/100g”. “Mediante el análisis fisico-químico se determinó el índice de expansión que fue mediana para el” “producto extruido sin fortificar (0%) y fortificado con 10% y de expansión baja para el producto fortificado con 15%”. El análisis microbiológico demostró que los productos extruidos fueron aptos para el consumo humano.

Nieto Ugarte, (2019) en su trabajo de investigación “formulación de una sopa instantánea con alto contenido nutricional a base de harina de sangre de vacuno encapsulada”, tuvo como “objetivo formular una sopa instantánea con alto contenido nutricional a base de harina de sangre de vacuno encapsulada”. “Se contó con sangre de vacunos del camal Frigorífico La Colonial S.A.C.”, “la sangre fue recaudada y sometida a un proceso de atomización para obtener harina de sangre de vacuno, seguido de una encapsulación” que se “realizó en los ambientes del laboratorio de la Facultad de Química e Ingeniería Química y en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial” de la “Universidad Nacional Mayor de San Marcos”. Se preparó las verduras deshidratadas junto con otros ingredientes y se realizó la mezcla para elaborar los tratamientos de la sopa

instantánea. “El análisis fisicoquímico de la sangre de vacuno presentó 83,71% humedad; 15,01% proteínas; 0,74% cenizas; 0,2% grasa; 63,2 kcal/100g energía total”; “0,038 % de hierro; mientras que la harina de sangre de vacuno tuvo 6,51 % humedad; 87,83% proteínas”; “4,41% cenizas; 0,2% grasa; 357,32 kcal/100g energía total; 0,19% de hierro”; y el “encapsulada de harina de sangre de vacuno tuvo en base húmeda: 5,77% humedad; 71,68% proteínas; 0,22% extracto etéreo; 12,6% cenizas; 9,73% extracto no nitrogenado y de 0,16% hierro”; “mientras que en base seca: 0% humedad; 76,07% proteínas; 0,23% extracto etéreo; 13,37% cenizas; 10,33% extracto no nitrogenado” y de 0% hierro. “Los tratamientos en la formulación de las sopas instantáneas fueron T1:5% de harina de sangre de vacuno encapsulado” y “0% de zanahoria; T2:2,5% de harina de sangre de vacuno encapsulado” y “2,5% de zanahoria; T3:0% de harina de sangre de vacuno encapsulado y 5% de zanahoria”; “según el análisis fisicoquímico de la sopa instantánea se obtuvo que el tratamiento T2 es el más adecuado en cuanto a su” “valor nutritivo, presentando 7,25% de humedad; 12,19% proteína; 1,9% grasa cruda; 0,68 % fibra cruda; 13,81% cenizas; 64,84% carbohidratos”; “0,35% acidez; 13,71% hierro y 322,59 Kcal/100g energía total”, y “en el caso de la apreciación general organoléptica donde se trabajó con una escala hedónica de 1 al 5, donde arrojó un valor de 4,16”.

Zamora (2003), En su trabajo de investigación titulado “Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores anti nutricionales y digestibilidad in vitro de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis*. Desarrollado en la Universidad Central de Venezuela, donde evaluó el efecto de la temperatura de extrusión sobre los factores anti nutricionales y la digestibilidad in vitro de proteínas llegando a la conclusión de que el proceso de extrusión tiene un efecto significativo sobre los factores anti nutricionales y la digestibilidad proteica mejoro de 57.5 a 89.5%.

Pérez Navarrete et al (2007). En su trabajo de investigación “Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteínas y almidón en mezclas de harina de maíz y frijol lima desarrollado de manera conjunta entre la universidad Autónoma de Yucatan México y la Universidad Central de Venezuela. La investigación evaluó la biodisponibilidad de proteínas y almidón in vitro e in vivo en mezclas de harina de maíz (*Zea mays*)(C) y de frijol de lima (*Phaseolus lunatus*)(B), tanto crudas como extruidas, preparadas en 75C/25B y 50C. / 50B (p/p) proporciones. Estos se procesaron con una extrusora Brabender a 160°C, 100 rpm y 15,5% de contenido de humedad. La composición aproximada mostró que en los productos extruidos los contenidos de proteína y cenizas aumentaron mientras que el nivel de grasa disminuyó. La digestibilidad de las proteínas in vitro fue mayor en los extruidos (82%) que en las harinas crudas (77%). Los contenidos de almidón potencialmente disponible y de almidón resistente disminuyeron con la extrusión. Los ensayos in vitro indicaron que la extrusión mejoró la disponibilidad de proteínas y almidón en las mezclas estudiadas

Kameko J. (2005) elaboró “Dos mezclas de productos extruidos a base de oca-quinua y olluco-quinua a una humedad de acondicionamiento del 11 %”, “el extruido a base de oca quinua presentó un contenido de proteínas de 12,46 g/100 g y en las pruebas fisicoquímicas” de extrusión, “el índice de absorción de agua fue 4,9; el índice de solubilidad en agua fue de 0,500 y el índice de expansión fue de 3”, con respecto “al extruido a base de olluco-quinua presentó un contenido de proteínas de 13,63 g/100 g” y en las “pruebas físico-químicas de extrusión, el índice de absorción de agua fue 4,82; el índice de solubilidad en agua fue de 0,503” y 2el índice de expansión fue de 2,63”.”En la prueba de aceptabilidad realizada a niños el 90,5% aceptó el producto extruido a base de oca-quinua” y “para el producto extruido a base de olluco-quinua la aceptación fue de 85,7%”

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. MAÍZ

1.1.1. Generalidades

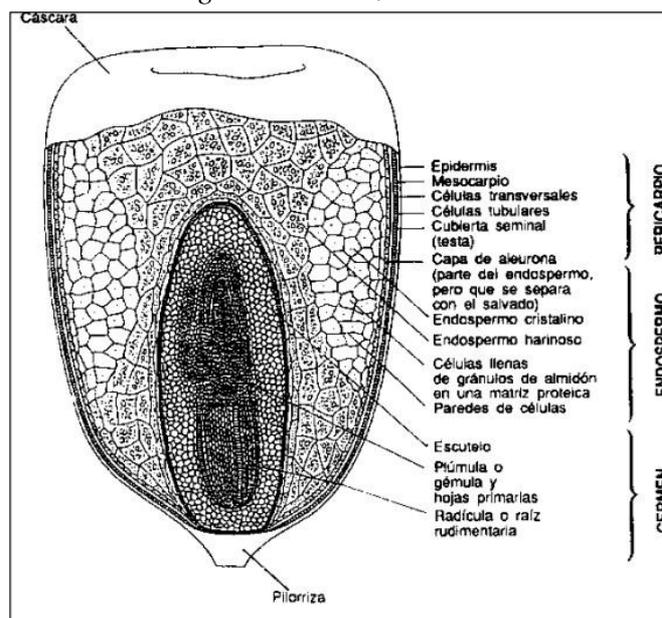
El maíz término de origen indio caribeño que significa “lo que sustenta la vida”. “Es considerado como uno de los principales cereales domesticados”, “fue base de la alimentación de los incas mayas y aztecas. Este cereal crece en áreas cálidas y moderadamente secas. El color del grano es generalmente blanco y amarillo, aunque los hay de diferentes colores, esto debido a sus componentes químicos (Iglesias Abad et al., 2018).

1.1.2. Estructura del grano de maíz

El grano de maíz se compone de cuatro estructuras físicas fundamentales: el pericarpio, cáscara, o salvado; el endospermo; el germen o embrión; y la piloriza (tejido inerte que se une al grano y al carozo) (FAO, 2015).

Figura 1

Estructura del grano de maíz.



Nota. La figura muestra la estructura del grano de maíz (FAO, 2015)

1.1.3. *Maíz amarillo duro (Zea mays)*

Es una variedad de maíz que se caracteriza por su grano de textura dura y color amarillo intenso, debido a su alto contenido de carotenoides, especialmente betacaroteno, precursor de la vitamina A. Este tipo de maíz es ampliamente cultivado a nivel mundial, especialmente en América Latina, debido a su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y su importancia en la industria alimentaria.

Según Barandiarán Gamarra (2020), el maíz amarillo duro es un cultivo fundamental no solo por su versatilidad en la producción de alimentos para el consumo humano y animal, sino también por su papel en la seguridad alimentaria de diversas regiones. Este tipo de maíz es utilizado en la elaboración de productos como harinas, aceites y alimentos balanceados, y se distingue por su capacidad de proporcionar un aporte significativo de carbohidratos, fibra, proteínas y micronutrientes esenciales como la vitamina A.

1.1.4. *Composición nutricional de harina de maíz amarillo duro*

La composición nutricional del maíz amarillo duro puede presentar ligeras variaciones dependiendo de la variedad específica y las condiciones de cultivo. A pesar de estas diferencias, en términos generales, este maíz se caracteriza por una composición distintiva que abarca ciertos componentes clave, los cuales son fundamentales para sus propiedades nutricionales y sus diversas aplicaciones.

- **Carbohidratos:** Aproximadamente 70-78% del peso seco del maíz amarillo duro es carbohidratos, principalmente almidón. Este alto contenido en carbohidratos lo convierte en una fuente importante de energía.
- **Proteínas:** El maíz amarillo duro contiene alrededor del 5.80-10.00% de proteínas en base seca. Aunque no es una fuente completa de proteínas (carece

de algunos aminoácidos esenciales), es una importante fuente de proteínas vegetales.

- **Grasas:** El contenido graso del maíz amarillo duro es relativamente bajo, típicamente entre 4-6% en base seca. Las grasas presentes incluyen ácidos grasos insaturados beneficiosos.
- **Fibra:** Contiene aproximadamente 7-10% de fibra dietética, que ayuda en la digestión y en el mantenimiento de la salud intestinal.
- **Vitaminas:** Es una buena fuente de vitaminas, especialmente vitamina A (en forma de carotenoides) y algunas del complejo B, como la niacina (B3) y el ácido pantoténico (B5).
- **Minerales:** El maíz amarillo duro es rico en minerales como hierro, zinc, magnesio y fósforo, aunque el contenido de calcio es relativamente bajo.
- **Antioxidantes:** Contiene compuestos antioxidantes como los carotenoides (por ejemplo, luteína y zeaxantina) que contribuyen a la salud ocular y a la protección contra el estrés oxidativo.

Estas propiedades nutricionales hacen del maíz amarillo duro un alimento esencial en muchas dietas y un ingrediente fundamentales en la producción de diversos productos alimenticios y piensos (Barandiarán Gamarra 2020).

1.2. CAÑIHUA (*Chenopodium canihua* Cook)

1.2.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la cañihua según Jacobsen & Mujica, (2006)

Reino: vegetal

Sub reino: phanerogamae

División: angiospermae

Clase: dicotyledoneae

Sub clase: archichlamydeae

Orden: centrospermales

Familia: chenopodiaceae

Género: chenopodium

Especie: *Chenopodium canihua* Cook

Nombre común: "kañiwa", "cañihua", "cañahua", "quinua silvestre",
"cañiwa".

1.2.2. *Valor nutricional de la harina de cañihua*

La cañihua (*Chenopodium canihua* Cook) es reconocida por su alto valor nutricional, lo que la convierte en un alimento importante en las regiones andinas. A continuación, se detallan algunos de sus principales componentes nutricionales:

- **Proteínas:** La cañihua es una fuente rica en proteínas, con un contenido que varía entre el 14% y el 19%. Contiene todos los aminoácidos esenciales, incluyendo lisina, que es limitada en muchos otros cereales.
- **Carbohidratos:** Los carbohidratos constituyen aproximadamente el 60% del grano, con un contenido de fibra dietética que contribuye a la salud digestiva.
- **Grasas:** La cañihua contiene alrededor del 4% al 8% de grasa, con un perfil lipídico saludable que incluye ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico.
- **Vitaminas:** Es rica en vitaminas del complejo B, especialmente B2 (riboflavina) y B6, que son esenciales para el metabolismo energético y la función cerebral.

- **Minerales:** La cañihua es una buena fuente de minerales como el hierro, calcio, fósforo y zinc. El hierro en particular es de alta biodisponibilidad.
- **Antioxidantes:** Contiene compuestos fenólicos y flavonoides, que actúan como antioxidantes naturales, protegiendo las células del daño oxidativo.

Este perfil nutricional convierte a la cañihua en un alimento altamente beneficioso para la salud, especialmente en dietas vegetarianas o en poblaciones con acceso limitado a proteínas de origen animal (Valencia-Chamorro, 2020).

1.3. HARINA DE SANGRE VACUNO

1.3.1. Definición

La harina de sangre de vacuno se produce mediante el secado y procesamiento de la sangre de ganado bovino. Este producto es notable por su alto contenido proteico, que puede superar el 80% en base seca, así como por su rica concentración de hierro de fácil absorción. Se utiliza principalmente en la alimentación animal y, en algunos contextos, como suplemento nutricional para combatir deficiencias de hierro en la dieta humana (Pérez et al., 2023).

1.3.2. Características

La harina de sangre es un sub productos de la industria considerada como una proteína animal de alto valor biológico, por desecación se puede obtener harina de sangre en polvo en cual puede ser aprovechada por la agroindustria, según lo afirma (FEDNA, 2021)

1.3.3. Propiedades químicas

La harina de sangre tiene una alta digestibilidad llegando al 99%. Desde un punto de vista nutritivo es interesante porque se usaría la harina en pequeños porcentajes como un suplemento en la dieta.

1.3.4. Valor nutritivo

Este subproducto es de alta calidad nutritiva; debido a que es muy rico en proteína (85 - 90%); posee concentraciones altas de valina, lisina, treonina y leucina; sin embargo, es deficiente en arginina, isoleucina y metionina. Pero al haber un incremento de leucina trae consigo una elevada necesidad de isoleucina. En vista de su valor nutritivo, este tiene mayor utilización en monogástrico y en rumiantes por ello son suministrados como suplementos para estos. La lisina un aminoácido importante, no se encuentra en otros aminoácidos esenciales, que sirve para el aporte del grupo amino (-NH₂) para la síntesis de otros aminoácidos, por ello es importante para la alimentación humana durante su crecimiento. La cantidad de minerales y vitaminas es baja, a diferencia del hierro (2200 mg/kg) (FEDNA, 2021).

Tabla 1
Minerales y vitaminas en la harina de sangre.

Mineral/Vitamina	Cu	Fe	Mn	Zn	Vit.E	Biotina	Colina
(Mg/Kg)	9	2200	3	25	0	0.17	4000

Nota. Recuperado de fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA, 2021).

1.3.5. Aplicaciones en la Industria

En la actualidad en nuestro país la sangre de vacuno y otros animales de granja no es utilizado; sin embargo, su uso podría ser importante por su alto contenido de hierro. En el Perú se consumen pequeñas cantidades en productos como morcillas, pasando por un tratamiento térmico (cocción) para aumentar su vida útil y su consumo no represente riesgos para la salud, También una pequeña cantidad pasa por un tratamiento de deshidratación donde se obtiene harina de sangre Según (Colchado Maltesse, 2020); también se puede aplicar otras tecnologías para su conservación como la centrifugación, la microfiltración, la

congelación o la liofilización.

1.4. COCCION DE ALIMENTOS POR PROCESO DE EXTRUSIÓN.

1.4.1. Clasificación de los extrusores por el tornillo

1.4.1.1. Extrusores de un solo tornillo

Los extrusores de un solo tornillo son los más básicos y tradicionales en la tecnología de extrusión. Funcionan mediante un único tornillo que transporta el material a través de una cámara cilíndrica.

a) Características:

Estructura: Compuesto por un solo tornillo que gira dentro de un barril.

Proceso: El material se introduce en un extremo y se mueve a lo largo del barril gracias al tornillo, donde se mezcla, calienta y se somete a alta presión antes de ser expulsado a través de una matriz.

Control del Proceso: Ofrecen menos control sobre la temperatura y la presión comparado con los extrusores de doble tornillo.

b) Aplicaciones:

Alimentos: Se utiliza para la producción de snacks, pastas y ciertos productos alimenticios procesados.

Plásticos: Extrusión de perfiles y productos plásticos simples.

c) Ventajas:

Simplicidad: Diseño sencillo y fácil de operar.

Costo: Generalmente más económicos que los extrusores de doble tornillo.

Mantenimiento: Menor mantenimiento debido a su diseño más simple.

d) Desventajas:

Versatilidad: Menos flexible para procesar materiales con propiedades variadas.

Control: Menor capacidad para controlar la mezcla y la textura del producto final de manera precisa.

1.4.1.2. Extrusores de doble tornillo

a) Descripción:

Los extrusores de doble tornillo están equipados con dos tornillos que pueden ser de tipo co-rotacional (giran en la misma dirección) o counter-rotacional (giran en direcciones opuestas). Este diseño permite una mezcla más eficiente y un control más preciso del proceso.

b) Características:

Estructura: Incluyen dos tornillos que giran dentro de una cámara, proporcionando una mezcla más intensa y un mayor cizallamiento.

Proceso: La interacción entre los dos tornillos mejora la mezcla y permite un control más exacto sobre la temperatura y la presión.

Control del Proceso: Mayor capacidad para ajustar las condiciones de mezcla y cocción.

c) Aplicaciones:

Alimentos: Ideal para la producción de cereales, alimentos extruidos complejos y alimentos para mascotas.

Plásticos: Utilizado en la fabricación de compuestos plásticos avanzados y materiales con propiedades específicas.

d) Ventajas:

Versatilidad: Capaz de procesar una amplia variedad de ingredientes y materiales.

Mezcla y homogeneidad: Proporciona una mezcla uniforme y un control preciso de la textura del producto final.

Eficiencia: Mejora la eficiencia en el procesamiento de materiales con propiedades variadas o difíciles.

e) Desventajas:

Costo: Generalmente más costosos debido a la complejidad de su diseño.

Mantenimiento: Requiere más mantenimiento y es más complejo de operar comparado con los extrusores de un solo tornillo.

Ambos tipos de extrusores tienen aplicaciones y ventajas específicas según las necesidades del proceso de extrusión y las características del producto final (Smith, 2021).

1.4.2. Cocción por extrusión

Murillo Gonzáles, (2020), define la extrusión como el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento; asimismo menciona que la cocción- extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos, de acuerdo a las características de funcionamiento normales de 5 tipos de extrusores y sus características funcionales se muestran la tabla 5. (Murillo Gonzáles, 2020), sostiene que, durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. “Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular crudo a una masa continua”. “Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización de las moléculas de proteína”, y “otras reacciones que pueden modificar las propiedades

nutricionales, texturales y organolépticas del producto final”. En la descarga del extrusor, la pasta cocida a alta temperatura y presurizada es forzada a través de una pequeña abertura que da forma al producto.

Murillo Gonzáles, (2020), menciona que los extrusores consisten de dos componentes básicos: (1) el tornillo o tornillos que giran en una cámara que transporta el material alimenticio mientras que genera presión y esfuerzo de corte y (2) una boquilla u orificio de restricción a través del cual el producto es forzado. Estos componentes interactúan para generar las condiciones del procesamiento.

Murillo Gonzáles, (2020), define que la extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura y color de bouquet.

Características funcionales de los extrusores

Tabla 2

Características funcionales de los extrusores

Parámetro	Extrusor de elevada presión	Extrusor de cocción de baja fuerza de cizalla	Extrusor Collet	Extrusor de cocción de elevada fuerza de cizalla
Contenido de agua de los alimentos de entrada (%)	25	20-35	12	20
Contenido de agua del producto a la salida (%)	25	15-30	2	4.1
Temperatura del producto °C	80	150	200	180
Velocidad del tornillo r.p.m.	40	60-200	300	350-500
Velocidad de corte r.p.m.	10	10-100	140	350-500
Tipos de productos	snack	sopas	expandidos	Texturizados

Nota: Características funcionales de los extrusores según (Murillo Gonzáles, 2020)

1.4.3. *Ventajas de la cocción-extrusión de alimentos.*

Murillo Gonzáles, (2020), presentan una lista de ventajas de los modernos extrusores que hacen que se difundan en la industria de alimentos:

- **Versatilidad.** “Puede producirse una amplia variedad de alimentos sobre el mismo sistema extrusor básico, usando numerosos ingredientes y condiciones de proceso”.
- **Productividad.** Los procesos continuos con equipos extrusores tienen la alta producción que otros sistemas productivos.
- **Costo.** “Los requerimientos de trabajo y espacio por unidad de producción son más pequeñas que otros sistemas de cocinado”.
- **Calidad.** “El proceso de calentamiento HTST minimiza la degradación de los nutrientes de los alimentos, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización” del “almidón y aminora la desnaturalización de la proteína”. “El tratamiento a altas temperaturas y corto tiempo destruye factores indeseables en los alimentos”. “Algunos factores desnaturizables térmicamente son compuestos antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemoglutininas, gossypol” y “enzimas indeseables tales como las lipasas o lipoxigenasas y microorganismos”.
- **Conservación de energía.** La operación de cocción se realiza con humedades relativamente bajas. “Los bajos niveles de humedad reducen la cantidad de calor requerido para la cocción y secado del producto”.
- **Producción de nuevos alimentos.** La extrusión tiene la capacidad de alterar proteínas vegetales y otros ingredientes alimenticios con el fin de generar novedosos productos alimentarios.

- **Libre de efluentes.** “La cadena de efluentes del proceso es una ventaja importante, debido al severo control de las plantas procesadoras de alimentos” cuyo efecto es “prevenir riesgos de contaminación ambiental”.

1.4.4. *Efectos de la cocción y extrusión en los nutrientes del alimento.*

Romero (2018), la cocción por extrusión puede tener efectos negativos y positivos sobre el valor nutricional de los alimentos extruidos.

1.4.5. *Efecto de la extrusión sobre las proteínas.*

Romero (2018), menciona que a las temperaturas normales de cocción-extrusión (125-250°C) y presiones de 2-20 MPa, el material proteico se convierte en una masa plastificada sin pérdida de humedad, la estructura se reorienta y la masa finalmente es forzada a través de un dado para formar un producto semiseco, con cavidades abiertas y estructura conformada por cuerdecillas entrelazadas.

Romero (2018), mencionan que el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo, la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard.

Desactivación de inhibidores de proteasa como la tripsina se incrementa con la temperatura de extrusión y el contenido de humedad, y a temperatura constante, aumenta con el tiempo de residencia y la humedad (a 153°C, 20% de humedad y un tiempo de residencia de 2 minutos, se puede inactivar un 89% del inhibidor de tripsina). Asimismo, mencionan que mientras se destruye la actividad ureasa y los inhibidores de tripsina, la lisina disponible varía poco (Romero, 2018)

Pérez-Navarrete et al., (2007), encontró que la inactivación de inhibidores de tripsina puede efectuarse en un extrusor de bajo costo, a baja velocidad de alimentación y muchas restricciones en la boquilla.

1.4.6. *Reacción de Maillard.*

Smith, (2021) sugiere una reacción de primer orden para la pérdida de lisina en el proceso de extrusión, debido al corto tiempo de residencia que éste involucra. De acuerdo con Murillo Gonzáles, (2020), “el proceso de Maillard se ve potenciado por el incremento de la temperatura y la disminución del contenido de agua ($a_w = 0,3$ a $0,7$), siendo las pentosas y la lisina los elementos más reactivos”. La reacción de Maillard disminuye la digestibilidad de las proteínas, al mismo tiempo que limita la biodisponibilidad del aminoácido. Haug, W., & Lantzsch, H. J. (2022), mencionan que, en mezclas de cereales, la pérdida de lisina varía entre 32 a 80% a 170°C , 10 a 14% de humedad y velocidad de tornillo de 60 rpm.

La configuración del tornillo extrusor no tiene impacto positivo en la retención de lisina; no obstante, el aumento de la humedad del 10 al 14% disminuye de manera significativa la pérdida de lisina, pasando del 40 al 10% en la mezcla de cereales/sacarosa. Un incremento de la temperatura de proceso, razón de compresión del tornillo y la velocidad del tornillo incrementan la degradación de lisina, mientras que un incremento de la humedad (por la ley de acción de masas) y el diámetro de la boquilla tienen efecto opuesto. (Haug, W., & Lantzsch, H. J. (2022) mencionan que el aumento de la energía ingresada al extrusor reduce significativamente la disponibilidad de varios aminoácidos, siendo las pérdidas de 30% para la lisina, 21% para la arginina, 15% para la histidina, 13% para el ácido aspártico y 13% para la serina.

1.4.7. Efecto del proceso de extrusión sobre los carbohidratos.

García, (2017), reporta que la cocción-extrusión destruye la estructura organizada y cristalina del almidón, ya sea parcial o totalmente, dependiendo de la proporción relativa amilosa: amilopectina y de las variables de extrusión e imparte a los productos de almidón propiedades funcionales específicas. (Pérez-Navarrete et al., 2007) “descubrieron que la cocción-extrusión del almidón de maíz a niveles bajos de humedad resulta en elevadas temperaturas y esfuerzos de corte, provocando así la degradación del almidón y la formación de dextrinas”. (García, 2017), mencionan que, durante el paso a través del extrusor, el material sufre la adición de calor y que junto a la hidratación permite que ocurra la modificación de la estructura de los gránulos de almidón, conocida como gelatinización.

Quiroz et al., (2019), empleando un extrusor mono tornillo de laboratorio encontraron que las dos variables que influyen en mayor proporción sobre la gelatinización del almidón fueron la temperatura de la cámara (90-150°C) y la humedad (27-39%), siendo mayor la gelatinización a altas humedades y bajas temperaturas de cámara, velocidades altas del tornillo reducen la gelatinización debido a que disminuye el tiempo de residencia. (Quiroz et al., 2019), indica que debido a la elevada presión y fuerza de cizallamiento generadas durante el proceso de cocción-extrusión, se anticipa la ruptura de las uniones presentes en la sacarosa, rafinosa y en los enlaces α -1,4 de los malto-oligosacáridos y del almidón. El aumento de la temperatura y la reducción de la humedad aumenta el número de uniones rotas. En lo que respecta a las modificaciones de sus propiedades funcionales (Villalva & Aracelly, 2019), mencionan que el proceso de extrusión tiende a reducir el índice de solubilidad del nitrógeno, en función directa con la temperatura, debido a que causa agregación por formación de enlaces hidrofóbicos en las subunidades adyacentes.

(Quiroz et al., 2019) plantean un modelo que describe la descomposición del almidón de maíz, considerando tres estados distintos: crudo, gelatinizado y dextrinizado. Este modelo también incorpora estados intermedios que abarcan gránulos dañados mecánicamente, polímeros libres, y oligosacáridos y azúcares. Los diferentes estados en que el almidón es encontrado en los extruidos, dependen de la temperatura, el perfil de velocidad y las gradientes de cortes en el tornillo.

1.4.8. Efecto del proceso de extrusión sobre los lípidos.

Haug, W., & Lantsch, H. J. (2022), mencionan que el valor nutricional de los lípidos durante el procesamiento puede ser afectado a través de diferentes mecanismos tales como la oxidación, la isomerización cis-trans o hidrogenación. La cocción-extrusión disminuye la presencia de monoglicéridos y ácidos grasos libres al formar complejos con la amilosa, lo que reduce su utilidad. (Quiroz et al., 2019), menciona que la extrusión de una mezcla de maíz y soya a 155° o 171°C a 15% de humedad, produce la conversión de 1-1,5% de dobles enlaces de la configuración cis a trans.

1.4.9. Propiedades de los productos extruidos.

De acuerdo con Quiroz et al., (2019), de manera general, las técnicas utilizadas para evaluar las características de los productos extruidos abarcan pruebas físicas, el nivel de gelatinización del almidón o su grado de cocción, la desnaturalización de proteínas, la inactivación de enzimas y la alteración de lípidos.

1.4.10. Pruebas Físicas.

- **Índice de expansión:** El índice de expansión está relacionado estrechamente con la densidad del producto. Se define como la relación entre el área de la sección transversal del producto extruido y la matriz (Makila et al., 2014).

El IE es un proceso de cocción por extrusión de alimentos la expansión del producto, pero también describe la calidad del producto y está directamente relacionada con el grado de cocción. Por lo tanto, la comprensión de los efectos de los parámetros del proceso en la expansión del extruido se vuelve crucial en el proceso de cocción por extrusión (Ajita y Jha, 2017).

Se desarrolló un modelo general de expansión de extruido que incluye la expansión radial longitudinal y volumétrica, Aunque la mayoría de estos estudios utilizaron la expansión radial como medida de la calidad para la expansión del extruido (Alam et al., 2015).

- **Índice de gelatinización.** Según, Huamani-H et al., (2020), la gelatinización del almidón durante la cocción por extrusión, varía con la temperatura. La cantidad de humedad en la alimentación influye directamente en las altas temperaturas, siendo que una mayor velocidad del tornillo y un diámetro mayor en la boquilla disminuyen el proceso de gelatinización. Lawton et al., según la referencia de (Huamani-H et al., 2020), señala que la gelatinización resulta de niveles elevados de humedad y temperaturas bajas, o viceversa.

1.5. MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.

1.5.1. Mezclas Alimenticias.

Mancero, (2018), desarrollaron un producto alimenticio deshidratado para niños a base de arroz, complementando con soya y frutas para mejorar las características nutricionales y organolépticas. La metodología implicó la pre-cocción de los componentes seguida de un secado en un deshidratador de tambores, resultando en un producto final con forma de hojuelas y un contenido de humedad del 2 al 3%. Este producto se rehidrata fácilmente al mezclarse con líquidos como leche y agua. Castro Moyoya, (2019) desarrollaron un alimento infantil a base de

27% de harina de trigo, 20% de harina de lupino y 20% de leche entera en polvo, agregado de vitaminas y minerales, sometiendo las harinas a un tratamiento de cocción-extrusión, obteniéndose un valor de PER 2,6 y digestibilidad 85% para la mezcla ideal, los valores obtenidos demostraron la factibilidad de emplear el proceso de cocción extrusión en una fórmula de lupino-trigo-leche en las proporciones adecuadas como alternativa para el uso del lupino dulce en la alimentación humana especialmente en programas alimenticios destinadas a pre- escolares y escolares. Para mejorar la calidad de una proteína, se necesitan proporciones específicas de cada aminoácido esencial.

La proteína vegetal tiene deficiencia de aminoácidos esenciales, esta deficiencia se logra mejorar por combinación de cereales y leguminosas, según Quesada & Gómez, (2019), Los cereales andinos son particularmente adecuados para estas combinaciones con leguminosas o cereales.

Aro & Calsin, (2019), menciona que las semillas de leguminosas son ricas en lisina, pero deficientes en aminoácidos azufrados; los cereales en cambio presentan adecuadas cantidades de aminoácidos azufrados siendo deficientes en lisina. Con el objetivo de alcanzar un equilibrio óptimo en la composición de aminoácidos esenciales, se puede realizar una complementación favorable entre las harinas de leguminosas y las harinas de cereales. En un estudio llevado a cabo por (Aro Aro & Calsin Cutimbo, 2019), se desarrollaron tres mezclas alimenticias basadas en cultivos andinos: Quinoa-Cañihua-Habas (Q-C-H), Quinoa-Kiwicha-Frejol (Q-K-F) y Kiwicha-Arroz (K-A). Estas mezclas presentaron un contenido proteico que oscilaba entre el 11,35% y el 15,46%, siendo la mezcla K-A la de menor contenido proteico y Q-C-H la de mayor contenido proteínico. La mezcla Q-K-F obtuvo los valores más

altos en su índice químico (CQ), rendimiento proteico neto (PER) y utilización neta de proteínas (NPU).

Según la Aro & Calsin, (2019), las proteínas suministran aminoácidos esenciales que se utilizan para la síntesis y la formación de hormonas, enzimas, jugos digestivos, anticuerpos y otros componentes orgánicos. Aunque también aportan energía (4 Kcal/g).

1.5.2. Principios de formulación de una mezcla alimenticia Los métodos para formular las mezclas

Taípe et al., (2021), los autores recomiendan que el planteamiento del cómputo químico de aminoácidos y la digestibilidad de la proteína, son factores relacionados con la calidad de la dieta que debe ser tomada en cuenta al asignar una determinada cantidad de proteína a la población. El cómputo de aminoácidos menor de 100% significará que se debe mejorar los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales y en base al patrón de referencia publicado por la organización mundial de la salud. Donde establece los requerimientos de aminoácidos esenciales para la elaboración de mezclas alimenticias instantáneas; teniendo como referencia que el contenido es la siguiente: “proteína mínima 12%, humedad del producto 5%, índice de peróxidos 1Meq/kg, grado de gelatinización 94%, cómputo químico 85%”.

1.6. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

1.6.1. Sabor

El perfil sensorial del sabor en alimentos extruidos puede experimentar cambios significativos en función de los ingredientes y las condiciones del proceso de extrusión. La extrusión puede amplificar los sabores inherentes o generar nuevas notas gustativas debido a reacciones químicas, como la de Maillard, que ocurren a temperaturas elevadas (Li et al., 2021).

1.6.2. *Color*

El color de los alimentos extruidos puede variar desde tonos dorados hasta marrones, y está determinado por los ingredientes y las condiciones del proceso de extrusión. Este color puede ser modificado por fenómenos como la caramelización y la reacción de Maillard, que se desarrollan durante el procesamiento, así como por el tipo de materia prima empleada (Sánchez et al., 2022). La uniformidad y atractivo del color son fundamentales para la aceptación visual del producto final.

1.6.3. *Olor*

El perfil aromático de los alimentos extruidos se desarrolla a lo largo del proceso de extrusión y puede servir como un indicador de su frescura y calidad. Los aromas pueden presentar una gama que va desde fragancias suaves y agradables hasta notas más intensas o tostadas, en función de los ingredientes utilizados y las condiciones del procesamiento (Zhao et al., 2023). La presencia de un aroma apetitoso es esencial para captar y retener el interés del consumidor.

1.7. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE PROTEÍNAS

El proceso de digestión y adsorción de la proteína inicia en el estómago, pasando luego por el páncreas y el intestino delgado, este proceso se presenta de manera esquemática en la figura 3.

Tabla 3

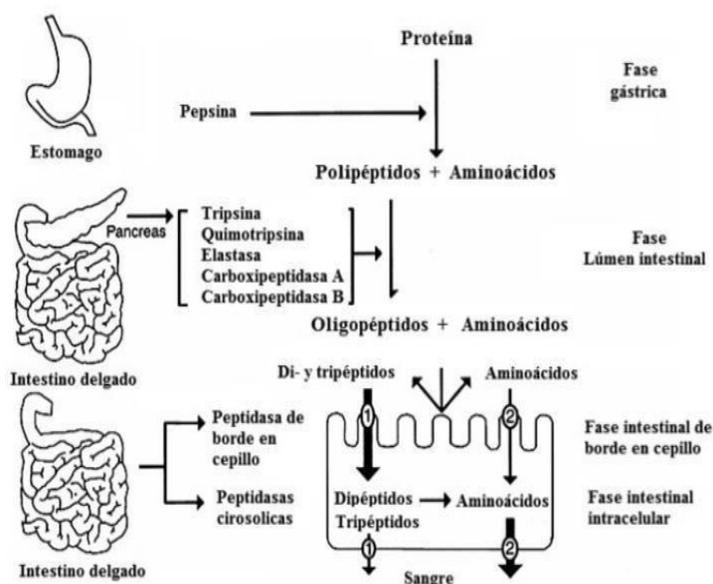
Contenido de enzimas y aminoácidos

Enzimas	Aminoácidos
Tripsina	Lisina y arginina
Quimiotripsina	Aminoácidos aromáticos
Elastasa	Aminoácidos alifáticos

Nota: Hidrolisis de aminoácidos por enzimas (Segura-Campos et al., 2010)

Figura 2

Digestión y absorción gastrointestinal



Nota.. Effect of Digestion on Bioavailability of Peptides with Biological Activity, (Segura-Campos et al., 2010)

1.8. CALIDAD PROTEICA

La digestibilidad de la proteína hace referencia a la capacidad del organismo para descomponer y absorber eficientemente las proteínas consumidas. Los métodos más empleados para evaluar este aspecto incluyen el Coeficiente de Digestibilidad Proteica Corregido por Aminoácidos (PDCAAS) y el Índice de Eficiencia Proteica (PER), los cuales no solo consideran el contenido de aminoácidos, sino también su biodisponibilidad, es decir, la proporción que el organismo es capaz de utilizar de manera efectiva (González & Pérez, 2020)

1.9. DIGESTIBILIDAD PROTEICA Y METODOLOGÍAS INVITRO

1.9.1. Simulación del Tracto Digestivo

Este método utiliza soluciones y enzimas que imitan los fluidos gástricos e intestinales para replicar el proceso de digestión. La muestra de alimento se trata con estas soluciones en las fases gástrica e intestinal del proceso digestivo, y se analiza

la cantidad de proteína que se descompone y se vuelve disponible para su absorción (Tian, Liu, & Hu, 2021).

1.9.2. *La Digestibilidad Proteica In Vitro (IVPD)*

Evalúa la cantidad de proteína descompuesta bajo condiciones simuladas del tracto gastrointestinal. Para ello, la muestra se incuba con enzimas proteolíticas y se mide la cantidad de proteínas que se descomponen en aminoácidos y péptidos. Este método ofrece una estimación de la digestibilidad proteica sin requerir ensayos en animales (Tian, Liu, & Hu, 2021).

1.9.3. *Digestibilidad de Aminoácidos In Vitro*

Este método se enfoca en evaluar la digestibilidad de aminoácidos específicos en lugar de la proteína en su totalidad. Utiliza un sistema enzimático que simula el proceso digestivo para medir la liberación de aminoácidos libres provenientes de la proteína alimentaria (Zhu, Wang, & Zhang, 2022).

1.9.4. *Métodos de Respuesta Enzimática*

Estos métodos emplean enzimas específicas para descomponer proteínas y analizar la liberación de productos de degradación. Proporcionan datos sobre la eficacia de las enzimas proteolíticas y la capacidad de las proteínas para ser digeridas (Haug & Lantzsch, 2020).

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN:

La investigación se realizó en las siguientes instituciones:

Elaboración de alimento snack se realizó en la Empresa Inversiones Qosqo Sociedad Anónima Cerrada, ubicada en la localidad de Marangani.

Análisis fisicoquímicos (humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos, energía, hierro, índice de gelatinización y digestibilidad proteica, se realizaron en los laboratorios del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA PUNO

El índice de expansión y la evaluación de la aceptabilidad. Se realizó en el laboratorio de control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial con consumidores habituales del producto.

2.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

2.2.1. *Investigación aplicada*

Debido a que se evalúa el efecto de los porcentajes de las harinas de maíz, cañihua y harina de sangre bovina en un alimento tipo snack.

2.2.2. *Según el objeto de estudio*

- **Explicativa**

Debido a que se explica los resultados del contenido la composición fisicoquímica, digestibilidad y aceptabilidad de las formulaciones utilizadas y el efecto de las temperaturas aplicadas.

2.2.3. *Según el tipo de datos empleados*

- **Cuantitativa**

Debido a que se midieron y se evaluaron los resultados encontrados de los diferentes porcentajes de harinas de: maíz, cañihua y sangre bovina sobre la composición proximal, digestibilidad y aceptabilidad, a través de la utilización de instrumentos y/o equipos y contrastar hipótesis a través de pruebas estadística.

2.2.4. Según la manipulación de variables

Experimental

Debido a que se manipularon variables independientes de estudio: formulación y temperatura, observando su efecto sobre las variables dependientes: características nutricionales, digestibilidad y aceptabilidad, bajo condiciones controladas.

2.2.5. Tamaño de muestra

Se trabajo con 100 kg de harinas de maíz, 50 kg. cañihua y 30 kg. harina de sangre bovina, las cuales cumplen con las características de calidad e inocuidad (ver anexo 2)

2.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVO

2.3.1. Elaboración de snack

a) Equipos

- Extrusor de doble tornillo de acero inoxidable marca Galitex con una capacidad de 100 kilogramos/hora
- Mesa de acero inoxidable
- Molino de martillos marca Galitex de acero inoxidable de 100 kg/h
- Mezcladora horizontal marca Galitex con una capacidad de 100 kilogramos /bach.
- Selladora continua marca Straco
- Balanza de 5 kilogramos de capacidad Marca Ventus modelo B40
- Coches de acero inoxidable de marca Galitex con capacidad de 10 kilogramos

b) Utensilios

- Tamices N° 60 de 0.25 milímetros
- Cucharones
- Recipientes de acero inoxidable

c) Material de empaque

- Bolsas de polietileno de baja densidad

2.4. EVALUACIÓN DE SNACK**a) Equipos**

- Balanza analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A. G.
- Estufa, POL-EKO APARATURA
- Mufla, THERMOLYNE, serie 34703484
- Soxhlet, FOSS
- Termobalanza modelo XM50
- Analizador de humedad, PRECISA XMSO-SUIZA
- Analizador automático Kjeldahl modelo K1100F
- Analizador de ph Seven Excellence pH meter S400
- Viscosímetro marca Perten by Perkin Elmer modelo RVA4500
- Estufa para determinar digestibilidad de la pepsina modelo TE-029

b) Materiales de laboratorio

- Bureta graduada de 25 ml, marca PTFE de vidrio
- Crisoles de porcelana de 150ml de marca **COORSTEK**
- Espátula de acero inoxidable de marca Fisher Scientific Edge
- Mortero de porcelana de 300 ml de la marca BRIXCO
- Placas Petri de vidrio de 60 mm marca PHCbi
- Probetas graduada de vidrio de (50 y 100 ml) de marca SAFEPRO

- Vasos de precipitados de vidrio (50 y 100 ml) de marca Bioser
- Vernier, marca Mitutoyo 500-197-30 Calibre digital electrónico AOS Escala Absoluta Calibre Digital, 0 a 8" / 0 a 7.874 in Rango de Medición, 0.0005" / 0.01mm resolución

c) Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio (0.1N)
- Hidróxido de sodio Na(OH) al 50%
- Alcohol 96°
- Ácido sulfúrico H₂SO₄ al 99.9%, P.A (d= 1.84 g/ml)
- Agua destilada

2.5. MATERIAS PRIMAS

2.5.1. *Harina de maíz*

La harina de maíz amarillo se produce a partir de la molienda de granos de maíz amarillo (*Zea mays*), un cereal distintivo por su tonalidad dorada. Este color característico se debe a la presencia de carotenoides, especialmente luteína y zeaxantina, compuestos antioxidantes, para el trabajo de investigación se compró a la empresa Industrias Alimentarias CERESUR E.I.R.L., tiene las siguientes características fisicoquímicas: humedad 12.60%, proteína 5.90%, grasa 2.10%, carbohidratos 78.30, fibra 2.30, cenizas 1.10%, hierro 3.80 mg/100g. También cumple con los requisitos microbiológicos de la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Dichos análisis se pueden verificar en el anexo 8.

2.5.2. *Harina de cañihua*

La harina de cañihua fue producido mediante la molienda del grano de cañihua. Esta harina es una excelente fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, fibra y minerales como el hierro, calcio y zinc. Tiene la siguiente composición

fisicoquímica: humedad 12.20 %, proteína 14.00 %, grasa 4.30 %, carbohidratos 64.00%, fibra 9.80, cenizas 5.40 %, hierro 12.00 mg/100g. también cumple con los requisitos microbiológicos de la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Así como también con los criterios físico-sensoriales. Los análisis se pueden verificar en el anexo 9.

2.5.3. *Harina de sangre bovina*

Es un producto de origen natural, obtenido a partir de centrifugación de la sangre de bovinos de mataderos con inspección veterinaria ante y post-mortem, recolectada y procesada bajo estrictas condiciones sanitarias de higiene, seguridad y trazabilidad. La hemoglobina fue sometida a un proceso de atomización, lo que garantiza la alta solubilidad conservación de las propiedades funcionales y nutricionales del producto (proteínas de alto valor biológico).

Tiene la siguiente composición fisicoquímica: humedad 8 %, proteína 90.00 %, grasa 0.20 %, cenizas 4.0 %, hierro 250.00 mg/100g. también cumple con los requisitos microbiológicos de la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Así como también con los criterios físico-sensoriales. Los análisis se pueden verificar en el anexo 5.

2.6. ELABORACIÓN DE SNACK

La elaboración de snack para la presente investigación se realizó de acuerdo al diagrama propuesto por (Espinoza et al., 2021).

2.6.1. *Pesado/ dosimetría:*

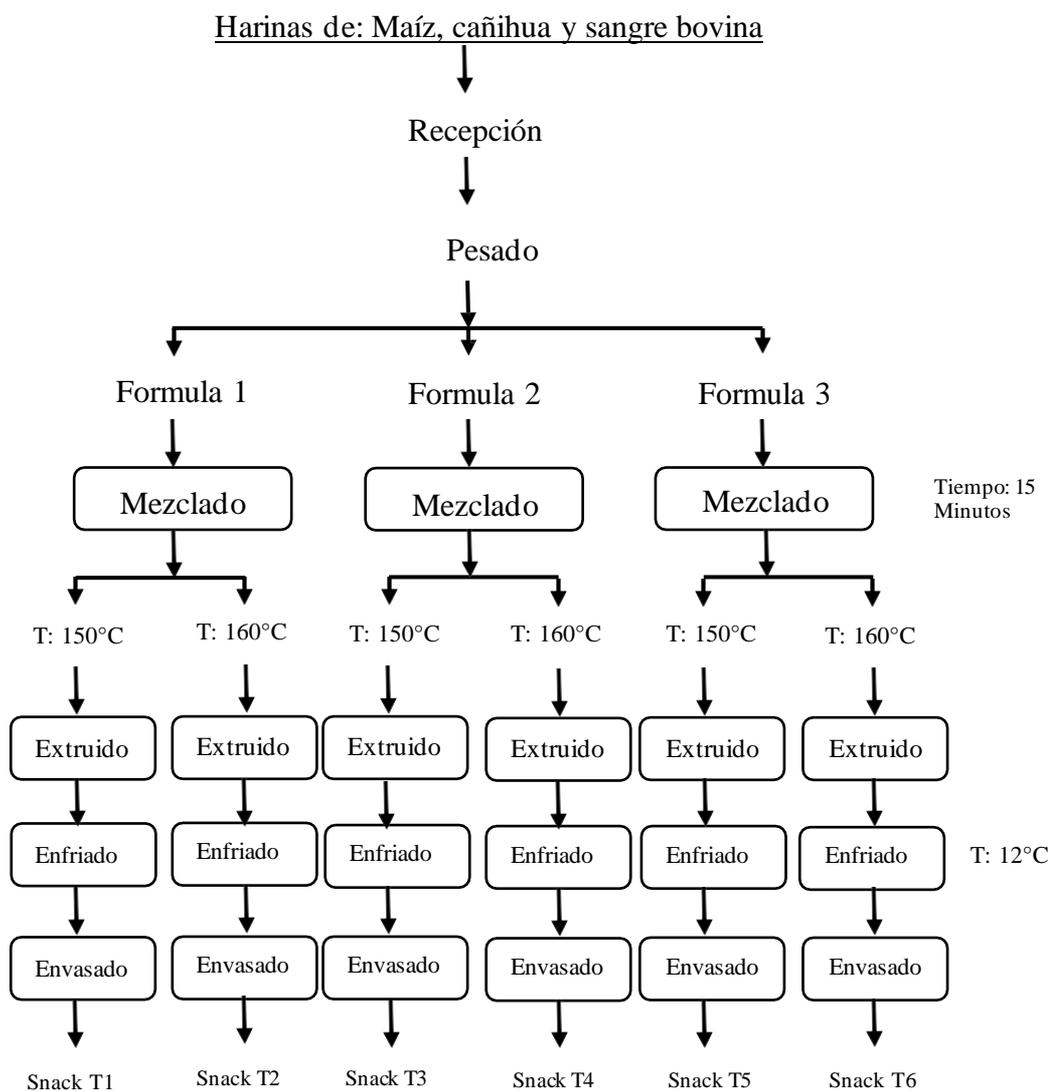
Se peso las materias primas e insumos, de acuerdo con una formula establecida previamente, esta operación se realiza con ayuda de una balanza calibrada.

2.6.2. Mezclado

Se realizó en una mezcladora de acero inoxidable por un tiempo de 15 minutos a una velocidad de 80 revoluciones por minuto, esta operación tiene como finalidad mezclar los diferentes componentes de snack experimental.

Figura 3

Flujo de operaciones para la elaboración de snack



2.6.3. Extruido

Se realizó en una extrusora de doble tornillo a una velocidad de 420 revoluciones por minuto de tornillo extrusor, 90 revoluciones por minuto del sistema de alimentación a una temperatura de 160 grados centígrados.

2.6.4. Enfriado

Terminado el proceso de extrusión, se realiza el enfriado en coches de acero inoxidable hasta que el alimento alcance una temperatura de 12 grados centígrados (temperatura ambiente).

2.6.5. Envasado

El envasado se realizó bolsas de polipropileno de 2 milésimas de pulgada con un peso de 500 gramos cada una los cuales se codifican con la finalidad de identificarlos posteriormente.

2.6.6. Almacenado

Se realizó en un lugar limpio seco y ventilado a una humedad menos 38% de humedad y una temperatura de 15 °C.

2.7. MÉTODO DE SELECCIÓN DE FORMULACIONES.

Las formulaciones fueron evaluadas mediante la predicción de la calidad a través del valor del Cómputo Químico ó Score Químico; Según Pellet y Vernon (1980) con la finalidad de seleccionar una las formulaciones adecuadas, siguiendo las siguientes condiciones:

- La proporción de energía proveniente de proteínas debe ser igual o superior al 10% y no exceder el 35% de la energía total.
- La proporción de energía proveniente de grasas debe ser igual o superior al 20% y no exceder el 35% de la energía total.
- La proporción de energía proveniente de carbohidratos debe ser igual o

superior al 45% y no exceder el 65% de la energía total.

- La energía total debe ser igual o superior a 400 Kcal por cada 100 gramos de alimento.

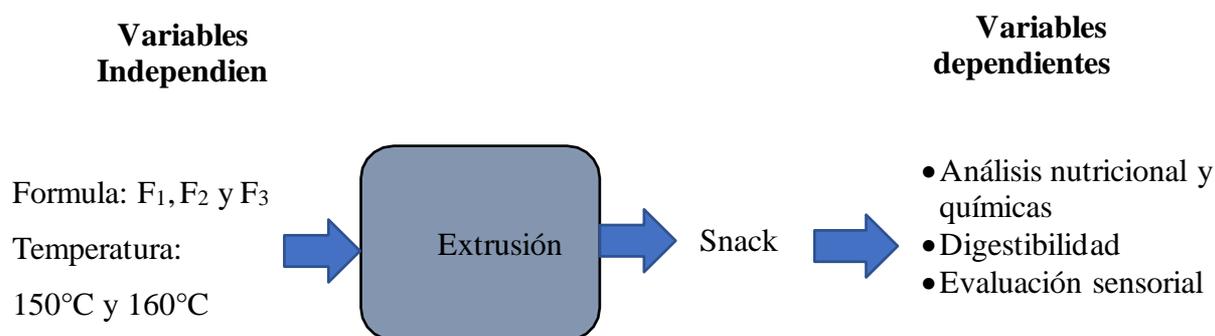
Se seleccionaron 3 fórmulas que cumplen con las recomendaciones para una alimentación saludable de la OMS. en base a las harinas maíz, cañihua y sangre bovina. Los resultados se muestran en el anexo 13.

2.8. VARIABLES DE ESTUDIO

Figura 4

Variables independientes y dependientes

La investigación se realizará de acuerdo con la siguiente figura:



2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental aplicado en el presente trabajo de investigación es un diseño factorial multinivel con dos factores (formulación y temperaturas) con tres niveles para formulación y dos niveles para temperatura haciendo un total de 18 unidades experimentales.

2.9.1. Variables independientes o de entrada

- Formulaciones seleccionadas en base a la metodología descrita (F₁, F₂ y F₃)
- Temperatura de extrusión (150 °C y 160°C)

2.9.2. Variables dependientes o de salida

- Análisis nutricional y químicos
Humedad, cenizas, proteínas, grasa, carbohidratos, hierro, energía, pH, acidez e índice de gelatinización.
- Digestibilidad
- Aceptabilidad
Color, olor y sabor.

Tabla 4
Matriz experimental

Formulaciones de Snack	F1		F2		F3	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Tratamientos	1	2	3	4	5	6
Repetición I						
Repetición II						

Siendo las formulaciones las siguiente:

F1: 52.5% harina de maíz, 19% harina de cañihua, harina de sangre bobina 3%.

F2: 52.5% harina de maíz, 16% harina de cañihua, harina de sangre bobina 6%.

F3: 52.5% harina de maíz, 13% harina de cañihua, harina de sangre bobina 9%.

2.10. METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN

Se evaluaron en función a los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 209.226.1984 (revisada el 2016).

2.10.1. Análisis nutricional y químico

- **Humedad**

Se realizo utilizando el método gravimétrico AOAC 930.15, 2000

- **Cenizas**

Se determino siguiendo la metodología por NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.

- **Proteína**

Se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

- **Grasas**

Se determino con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.

- **Carbohidratos**

Se calculó por complemento, restando el 100% a la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

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

- **Hierro**

Para el análisis del contenido de hierro se realizó de acuerdo al método de Espectrofotometría de absorción atómica de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC).

- **Energía**

Se determino por calculo basado en Food Energy-methods of analysis and conversión

- **pH**

El valor del pH fue medido con un potenciómetro, de acuerdo a la AOAC (1990) método 981.12.

- **Acidez**

Se utilizó el método volumétrico con Hidróxido de Sodio 0.1 N. de acuerdo a la AOAC (1990) método 22.070

- **Índice de gelatinización**

Se realizó por el método termogravimétrico

- **Índice de expansión**

Se midió el diámetro del extruido y la boquilla del extrusor, y el índice de expansión se determinó mediante la fórmula propuesta por Meng et al. (2010).

$$IE = Dm / De$$

Donde Dm es el diámetro de la muestra (mm) y De es el diámetro de la boquilla del extrusor (mm)

- **Digestibilidad (D),**

Para determinar la digestibilidad se utilizó el método A.O.A.C. 791.09. (1985), prueba de digestibilidad proteica de pepsina

2.11. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se desarrolló siguiendo la metodología por (Hernandez A, 2006). Durante la evaluación se determinaron los aspectos o atributos de: color, olor y sabor mediante una prueba hedónica, empleando una escala de 7 puntos y con la participación de 30 jueces consumidores habituales. Los datos recopilados se sometieron a análisis estadístico utilizando el software Statgraphics Centurión XVII.

2.12. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizaron las siguientes pruebas: Análisis de varianza (ANOVA): Permite comparar los resultados de las variables. Coeficiente de variación (CV): Permite analizar la

variabilidad de los datos obtenidos con respecto a cada variable. Prueba de Tukey: con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos. Se analizará con 5% de probabilidad. Estas pruebas estadísticas se realizaron con el programa Statgraphics Centurión XVII.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.13. ANALISIS PROXIMAL

3.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES PARA EL CONTENIDO NUTRICIONAL Y QUÍMICO

3.1.1. HUMEDAD

En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida de humedad. La humedad de entrada al proceso de extrusión fue de 14% para todos los tratamientos.

Tabla 5

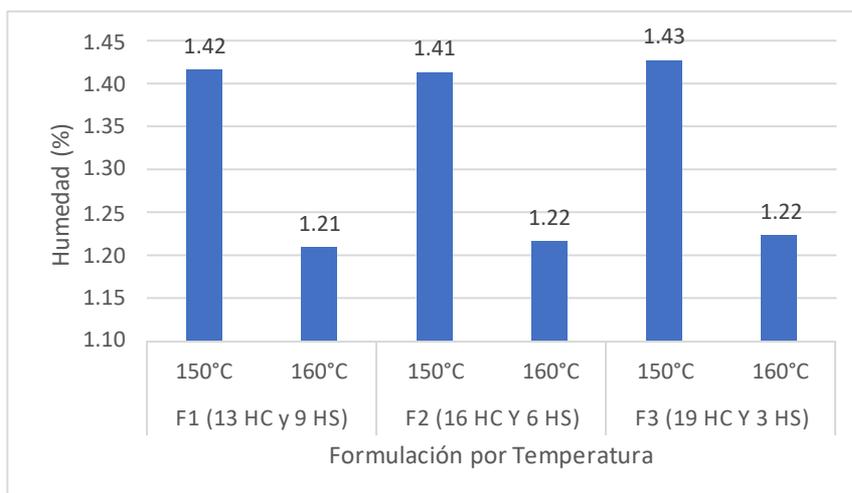
Resultados del contenido de humedad

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Humedad Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	1.42
2 (9210)		160°C	1.21
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	1.41
4 (3301)		160°C	1.22
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	1.43
6 (8386)		160°C	1.22

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 5

Contenido de humedad en el alimento snack



La tabla 5 y figura 5, muestran el *contenido* de humedad de los diferentes tratamientos, variando el contenido de humedad en relación a la temperatura, es así que a mayor temperatura la humedad es menor (1.21%, 1.22% y 1.22 % para los tratamientos 2,4 y 6) en los cuales se aplicó una temperatura de 160 °C y para una temperatura de 150°C el contenido de humedad fue mayor (1.42%, 1.41% y 1.43% para los tratamientos 1, 3 y 5).

3.1.1.1. Análisis de varianza para el contenido de humedad

Tabla 6

Análisis de varianza para humedad - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES				
A: FORMULACIÓN	0.000477778	0.000238889	0.81	0.4672
B: TEMPERATURA	0.184022	0.184022	624.98	0.0000
INTERACCIONES				
AB	0.0000777778	0.000038888	0.13	0.8775
RESIDUOS	0.00353333	0.000294444		
TOTAL	0.188111			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla 6, descompone la variabilidad de la humedad por factores, de formulación y temperatura. Al haber seleccionado la suma de cuadrados Tipo III por defecto, la contribución de cada factor se calcula al eliminar los efectos de los demás factores. Los valores-P, evalúan la significancia estadística de cada factor. Dado que el valor-P asociado a la variable independiente B (temperatura) es inferior a 0.05, se concluye que este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la humedad del producto final (snack a base de harina de maíz, cañihua y sangre bovina) con un nivel de confianza del 95.0%.

La Tabla 7, Es un método de comparación múltiple, y muestra que, entre las formulaciones, no existen diferencias estadísticas significativas para la variable de salida humedad. El método utilizado para discriminar entre las medias es el procedimiento de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 7

Pruebas de Múltiple Rangos para humedad por formulación

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 1	6	1.31333	0.00700529	X
FORMULA 2	6	1.315	0.00700529	X
FORMULA 3	6	1.325	0.00700529	X

Nota: total de casos 6.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2		-0.00166667	0.0265031
FORMULA 1 - FORMULA 3		-0.0116667	0.0265031
FORMULA 2 - FORMULA 3		-0.01	0.0265031

Nota: * indica una diferencia significativa., método 95.0 porcentaje tukey HSD

En la figura 6, se observa que los distintos tipos de formulación, F1, F2 y F3 comparten intersección con los resultados de la variable humedad lo que significa que no muestra una diferencia en el comportamiento de sus medias, las que están representadas por asteriscos en la parte central de las columnas azules, lo que significa que no comparten una diferencia significativa frente al experimento en lo que respecta al contenido de humedad.

Figura 6

Medias y 95% de Tukey HSD

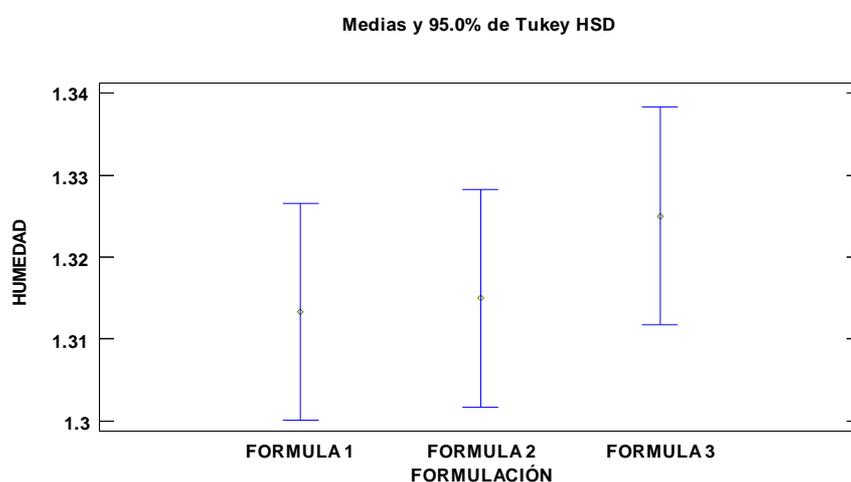


Tabla 8

Pruebas de múltiples rangos para humedad por temperatura

TEMPERATURA	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160 °C	.21667	0.005719	X
150 °C	.41889	0.005719	X

Nota: diferente posición vertical de X, significa diferencia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
-----------	------	------------	-------------

150 °C - 160 °C	0.202222	0.0176245
-----------------	----------	-----------

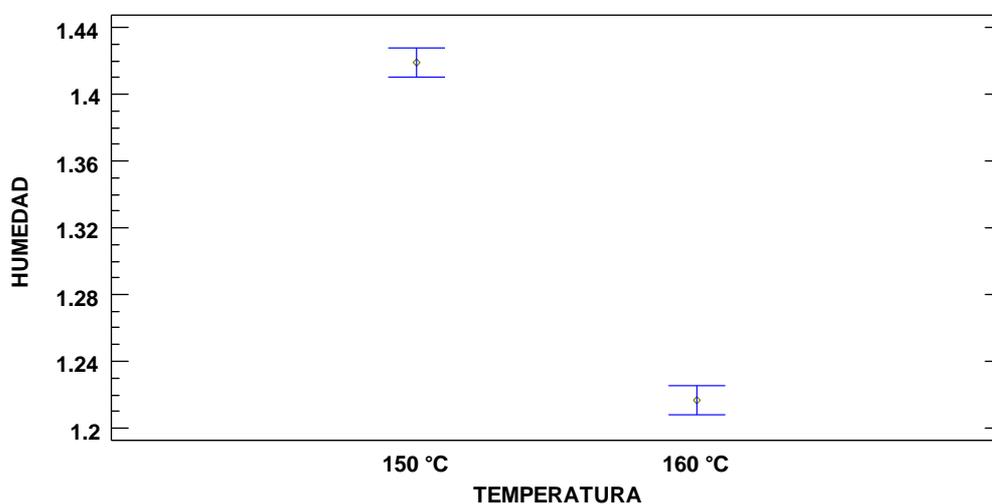
Nota: * indica una diferencia significativa. Método 95.0 porcentaje Tukey HSD

La tabla 8 utiliza un algoritmo para un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras con respecto a la variable independiente temperatura. La parte inferior de la salida presenta las discrepancias estimadas entre cada par de medias. Se ha marcado con un asterisco un par en particular, indicando que dicho par exhibe diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%.

En la presente investigación se trabajó dos temperaturas distintas en el proceso de la extrusión, los resultados muestran diferencias significativas en el contenido de humedad debido al incremento de la temperatura de 150 a 160°C.

Figura 7

Medias y 95% de Tukey HSD



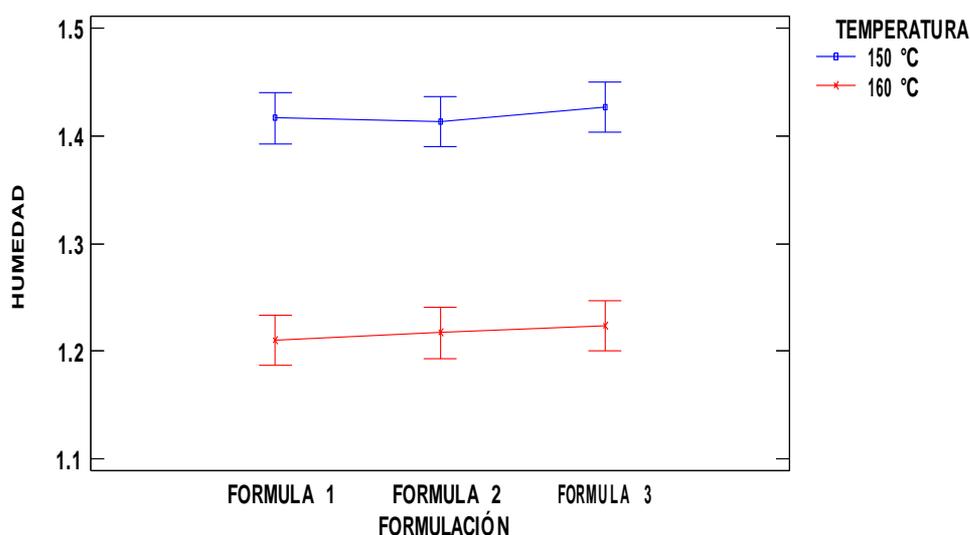
En la figura 7, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160°C, tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de humedad, queda claro que no comparten

intersección con los resultados de la variable humedad lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias.

En la figura 8 se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un ligero incremento en el contenido de humedad resultante en el snack a. También se aprecia que el tratamiento a la temperatura de 150°C reporta mayor contenido de humedad desde 1.4 en ascenso, mientras que a la temperatura de 160° se tiene humedades reportadas menores a 1.22, conforme a la figura anterior.

Figura 8

Interacción y 95% de Tukey HSD



3.1.1.2. *Discusiones*

Los resultados de la investigación muestran que la formulación no influye sobre el contenido de humedad, sin embargo, la temperatura influye significativamente sobre el contenido de humedad, es así que a la temperatura de 160°C el alimento snack tiene 1.22% en promedio y a una temperatura de 150°C tiene una humedad de 1.42% en promedio. Estos valores son similares a los reportados por (Quiroz et al., 2019) quienes determinaron que el contenido de humedad a una temperatura de extrusión de 110 °C es de 5.13%, este valor es

superior estos valores encontrados en nuestra investigación debido a que la temperatura de extrusión es menor que la temperatura utilizada en la investigación.

También (Santacruz Soto, 2022) y (Espinoza et al., 2021) encontraron valores de humedad de 4.73% y 5.35% respectivamente, esto debido a una temperatura menor que la utilizada en sus investigaciones.

Sin embargo, la especificación técnica establecida en la Resolución Ministerial 451-2006/MINSA indica que la humedad máxima para alimentos extruidos es 5% por lo tanto los trabajos de (Espinoza et al., 2021) y (Quiroz et al., 2019) exceden este valor establecido representando un riesgo para la inocuidad. Por el contrario, el contenido de humedad en presente trabajo de investigación es menor a lo indicado por la especificación técnica por lo tanto no representa un riesgo para la inocuidad alimentaria.

3.1.2. CENIZAS

En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida cenizas.

Tabla 9

Resultados del contenido de cenizas

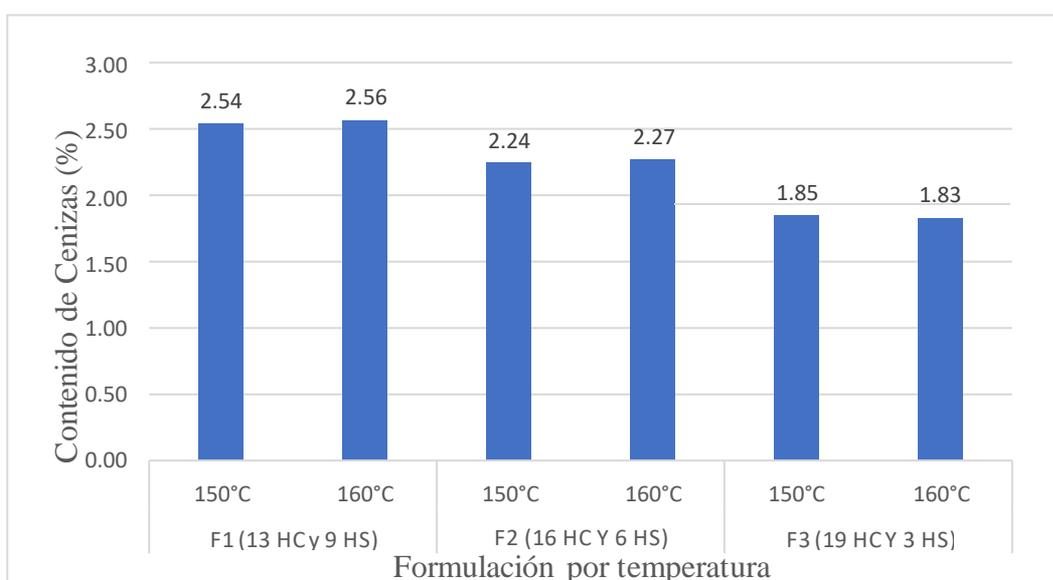
Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Cenizas Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	2.54
2 (9210)		160°C	2.56
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	2.24
4 (3301)		160°C	2.27
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	1.85
6 (8386)		160°C	1.83

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

La tabla 9 y figura 9, muestran el *contenido* de cenizas de los diferentes tratamientos, variando el contenido de cenizas en relación a las formulaciones, es así que a mayor contenido de harina de sangre el contenido de cenizas es mayor, el contenido promedio para la formulación 1 es 2.55, para la formulación 2 es 2.26 y para la formulación 3 es 1.84%. La temperatura del proceso de extrusión no influye sobre el contenido de cenizas.

Figura 9

Contenido de cenizas en el alimento snack



3.1.2.1. Análisis de varianza para el contenido de cenizas

Tabla 10

Análisis de varianza para cenizas - suma de cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: FORMULACIÓN	1.53421	2	0.767106	1944.77	0.0000
B: TEMPERATURA	0.00045	1	0.00045	1.14	0.3065
INTERACCIONES					

AB	0.00203333	2	0.00101667	2.58	0.1172
RESIDUOS	0.00473333	12	0.000394444		
TOTAL (CORREGIDO)	1.54143	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla 10, descompone la variabilidad de la ceniza por factores, de formulación y temperatura. Al haber seleccionado la suma de cuadrados Tipo III por defecto, la contribución de cada factor se calcula al eliminar los efectos de los demás factores. Los valores-P, evalúan la significancia estadística de cada factor. Dado que el valor-P asociado a la variable independiente A (formulación) es inferior a 0.05, se concluye que este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de cenizas del producto final (snack a base de harina de maíz, cañihua y sangre bovina) con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 11

Pruebas de Múltiples Rangos para cenizas por formulación

FORMULACIÓN	Pasos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	1.84	0.00810807	X
FORMULA 2	6	2.25667	0.00810807	X
FORMULA 1	6	2.55167	0.00810807	X

Nota: Xs, separados verticalmente

Contraste	Sig	Diferencia	*/- limites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	0.295	0.0306753
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	0.711667	0.0306753
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	0.416667	0.0306753

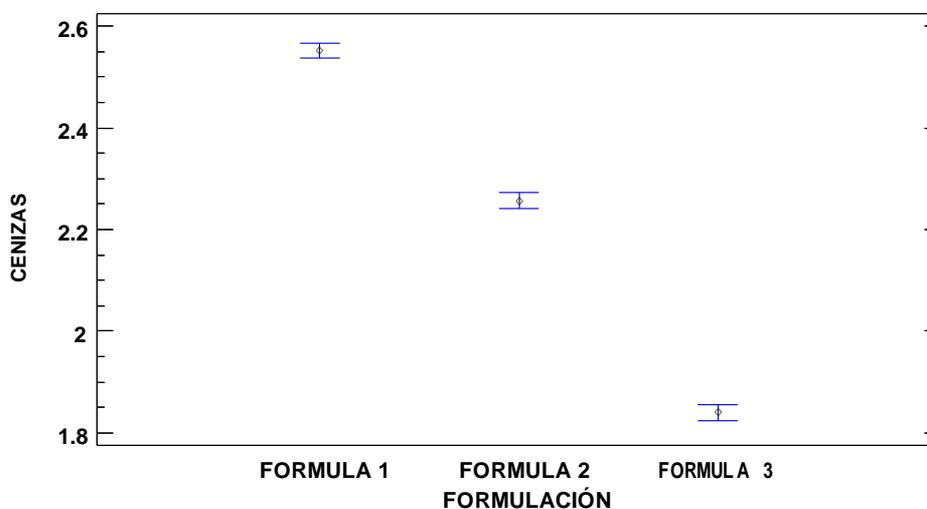
Nota: * indica una diferencia significativa. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

La Tabla 11, Es un método de comparación múltiple, y muestra que, entre las formulaciones, si existen unas diferencias estadísticas significativas para la variable de salida cenizas. El método utilizado para discriminar entre las medias es el procedimiento de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Esta tabla exhibe la implementación de procedimientos de comparación múltiple, los cuales se llevan a cabo para identificar cuáles medias presentan diferencias significativas entre sí. En la parte inferior de los resultados se muestran las disparidades estimadas entre cada par de medias. La presencia de un asterisco junto a tres pares específicos indica que estas diferencias son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 10

Medias y 95% de Tukey HSD



En la anterior figura 10, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas básicas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de CENIZA, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable ceniza lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el

punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que siguen un comportamiento de orden descendente del valor de Ceniza con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial de ceniza de los compuestos originales.

La Tabla 12 aplica un procedimiento de comparación múltiple para identificar cuáles medias de la variable temperatura son significativamente diferentes entre sí en relación con el resultado de ceniza. No se observan diferencias estadísticamente significativas entre ninguna pareja de medias, con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 12

Pruebas de Múltiple Rangos para cenizas por temperatura

TEMPERATURA	Pasos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	6	.21111	0.0066202	X
160 °C	6	.22111	0.00662021	X

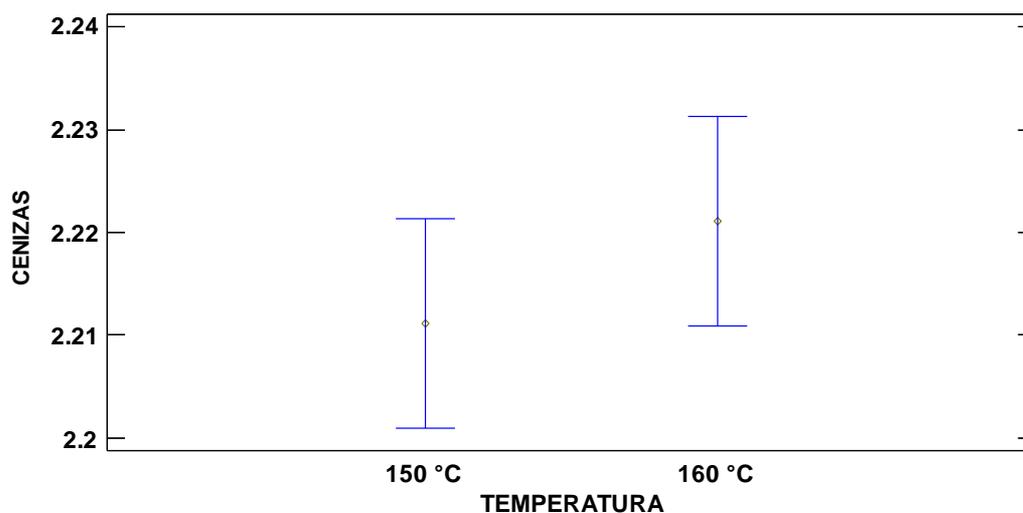
Nota: no significa diferencia en la posición de X.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C		0.01	.0203989

Nota: * indica una diferencia significativa. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Figura 11

Medias y 95% de Tukey HSD

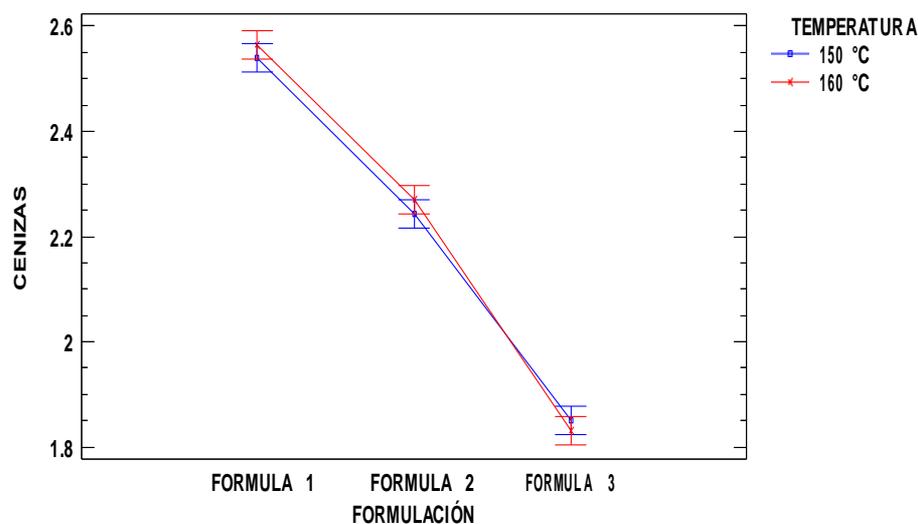


En la figura 11, se observa que los distintos tipos de tratamiento desde la variable temperatura T1 150°C y T2 160°C, aunque el valor de sus medias con respecto al rendimiento de ceniza son distintos se observa que comparten intersección con los resultados de la variable ceniza lo que significa que no muestra una diferencia en el comportamiento de sus medias, las que están representadas por asteriscos en la parte central de las columnas azules, lo que significa que no comparten una diferencia estadística significativa frente al experimento en lo que respecta al contenido de ceniza.

En la figura 12 se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un decremento en el contenido de ceniza resultante en el snack alimenticia. También se aprecia que el tratamiento a la temperatura de 160°C reporta un ligerísimo mayor contenido de ceniza, pero no significativo sobre la temperatura de 150°C, los valores de la formulación de F1, F2 y F3 siguen el descenso de ceniza en 2.55, 2.25 y de 1.84% respectivamente.

Figura 12

Medias y 95% de Tukey HSD



3.1.2.2. Discusiones

Estos resultados son similares a los reportados por (Espinoza et al., 2021) 2.01% (Martel & Arellano, 2013) quienes realizaron investigaciones teniendo como materias primas: harinas de maíz, arroz, kiwicha fortificados con harina de sangre. Nuestros resultados con referencia a estas investigaciones son superiores debido a que usamos un mayor porcentaje de harina de sangre. Por otro lado, el trabajo de investigación realizado por (Santacruz Soto, 2022) de termino que el contenido de cenizas es 1.04% estos resultados son por que utilizo como materias primas harinas de: arroz, trigo.

3.1.3. PROTEINA

En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida de proteína.

Tabla 13

Resultados del contenido de proteína

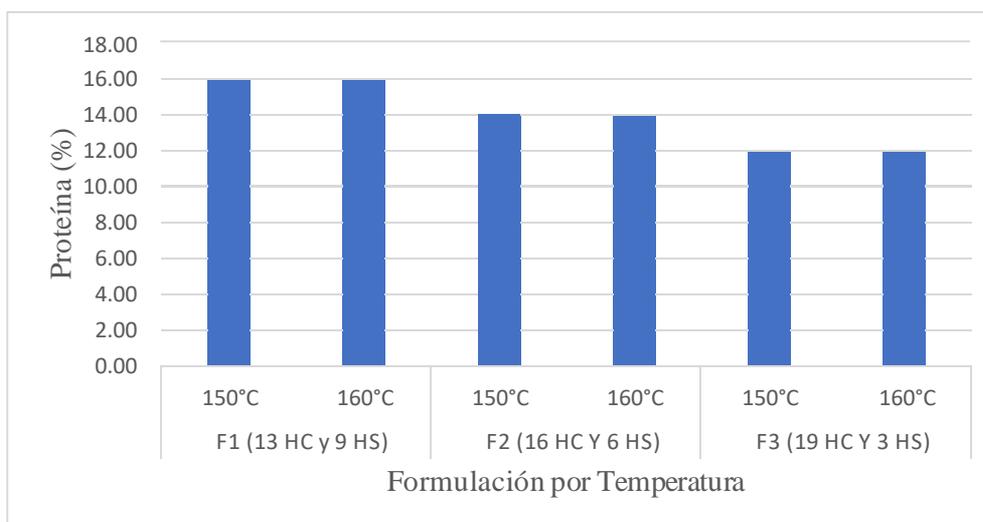
Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Proteína Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	16.01

2 (9210)		160°C	15.98
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	14.07
4 (3301)		160°C	14.02
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	12.02
6 (8386)		160°C	11.98

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 13

Contenido de proteína en el alimento snack



Se puede observar en los resultados de la tabla 13 y figura 13 muestran el contenido de proteína de los diferentes tratamientos, variando el contenido de proteína en relación a la formulación y la temperatura, el contenido de proteína promedio para la formulación 1 es 15.99 %, para la formulación 2 en promedio tiene 14.04% de proteína y para la formulación 3 en promedio tiene 12.00% de proteína existiendo una variación en el contenido de proteína por la formulación y una ligera variación de proteína por temperatura.

3.1.3.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de proteína

La tabla 14, analiza la varianza ANOVA, ejecuta la descomposición de la variabilidad de proteína en contribuciones debidas a los factores: formulación y temperatura. Los estadísticos de prueba, representados por los valores-P, analizan la

significancia estadística de cada uno de los factores. Debido a que los factores A y B tienen valores-P inferiores a 0.05, se concluye que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de proteína con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 14

Análisis de varianza para proteína

Fuente	Suma Cuadrados	G _l	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: FORMULACIÓN	47.93	2	23.965	65911.6	0000
B: TEMPERATURA	0.0072	1	0.0072	9.85	0000
INTERACCIONES					
AB	0.000233333	2	0.00011666	.81	.4687
RESIDUOS	0.00173333	12	0.000144444		
TOTAL	47.9392	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Un factor importante en el presente estudio es la calidad nutricional del snack alimenticio, por eso el cuidado de incorporar la cañihua y la sangre bovina como fuente de proteína, antes de evaluar una digestibilidad biológica de la proteína primero debe asegurarse su existencia y contenido, por ello es importante que ambos factores hayan determinado significancia sobre el contenido en proteína.

Tabla 15

Pruebas de múltiples rangos para proteína por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	1.9983	0.0049065	X
FORMULA 2	6	4.0467	0.0049065	X

FORMULA 1	6	5.995	0.0049065	X
<hr/>				
Contraste		Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2		*	.94833	0.018562
FORMULA 1 - FORMULA 3		*	.99667	0.018562
FORMULA 2 - FORMULA 3		*	.04833	0.018562

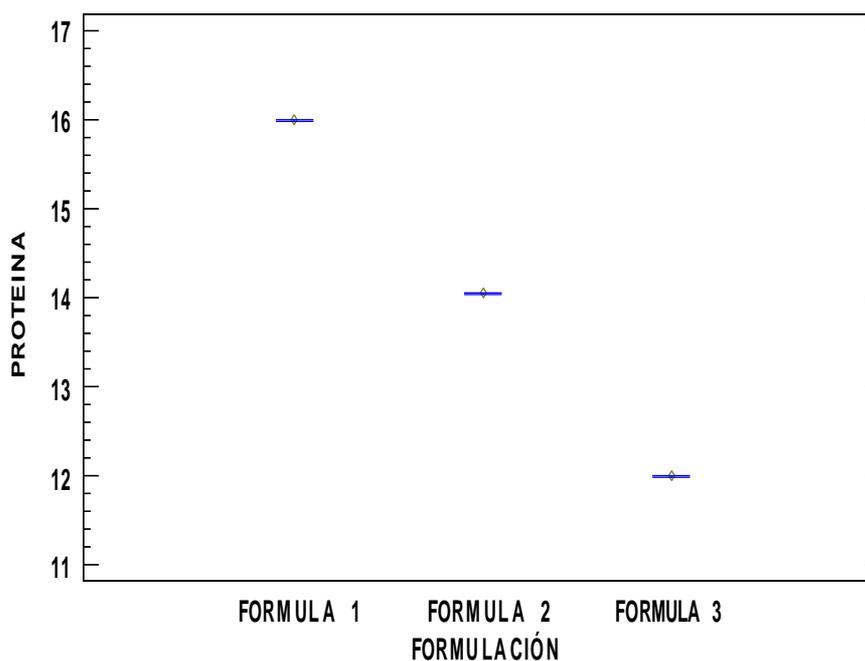
Nota * indica una diferencia significativa.

En la Tabla 15, emplea un procedimiento de comparación múltiple e indica que estas combinaciones de formulaciones exhiben diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%. En la sección superior de la tabla 20 se muestran que tres grupos no son homogéneos mediante la alineación de las X en las columnas. Por lo tanto, se observan diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones utilizadas en la investigación.

En la figura 14, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de cañihua y sangre bovina, tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de PROTEINA, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable proteína lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden descendente del valor de proteína con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial de proteína.

Figura 14

Medias y 95% de Tukey HSD



La Tabla 16 es un procedimiento de comparación múltiple e indica que las temperaturas (150 °C y 160 °C) tienen efecto estadístico significativo sobre el contenido de proteína en el alimento extruido tipo snack con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 16

Pruebas de múltiples rangos para proteína por temperatura

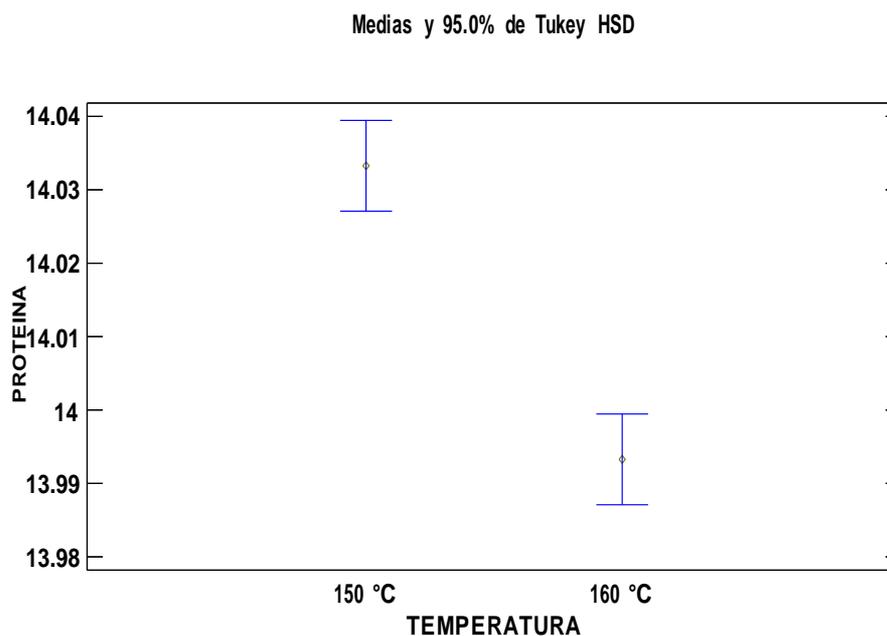
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160 °C	9	3.9933	0.0040061	X
150 °C	9	4.0333	0.0040061	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	.04	0.012344

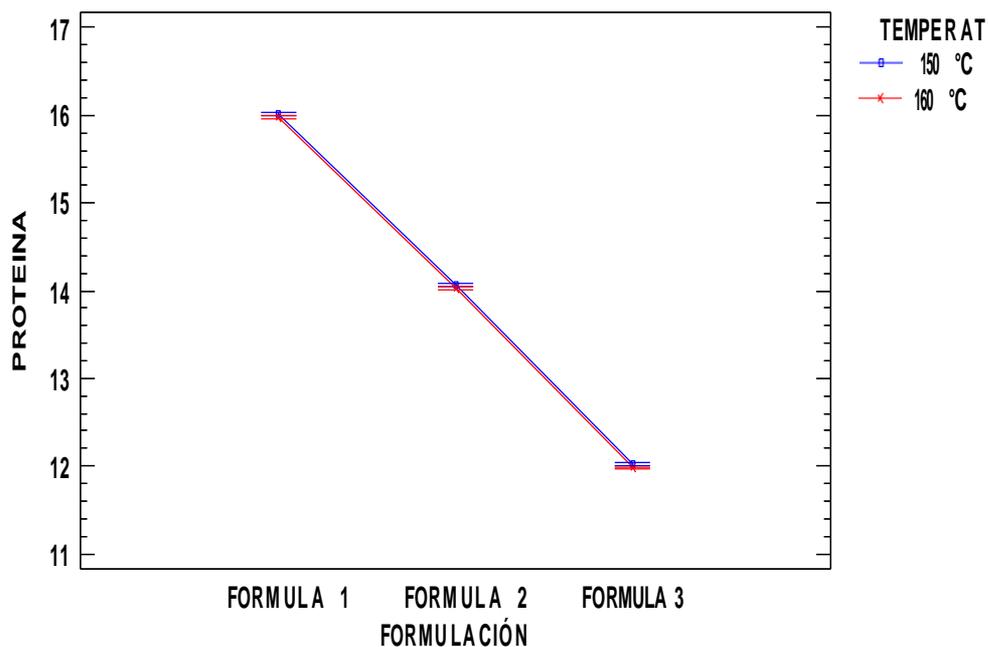
Nota: * indica una diferencia significativa.

Figura 15

Medias y 95% de Tukey HSD

En la anterior figura 15, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150 °C y 160 °C tiene una influencia distinta para el contenido de proteína desde la desnaturalización que puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de proteína, la media a 150°C es 14.15% y la media con temperatura de 160°C de 13.99%, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable proteína lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden descendente del valor de proteína con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente esto debido al daño ocasionado por el calor a las partículas que contienen nitrógeno proteico.

Figura 16*Interacción al 95% y Tukey HSD*



En la figura 16 se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un decremento en proporción directa a F1, F2 y F3 respectivamente, en el contenido de proteína resultante en el snack alimenticio. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento en el resultado de proteína es paralelo, en la observación resulta un contenido de proteína de cercano a 12 con F3, contenido cercano a 14 con F2 y proteína cercana a 16 con la formulación F1.

3.1.3.2. *Discusiones.*

Los resultados obtenidos para el contenido de proteína son similares a los reportes realizados por (Espinoza et al., 2021) y (Pérez-Navarrete et al., 2007) quienes obtuvieron como resultado un contenido de proteína de 16.08% y (Nieto Ugarte, 2019) quien obtuvo 12.19 % de proteína utilizando similares materias primas para el proceso de extrusión. Sin embargo, los resultados son muy superiores a los obtenidos por (Santacruz Soto, 2022) debido a que en su trabajo de

investigación utilizo como materia prima arroz y trigo, por otro lado las especificaciones técnicas del programa Qali Warma para cereales extruidos indica que el contenido de proteína debe ser mínimo 8.5. Esto demuestra el uso de materias primas como cañihua y harina de sangre bovina contribuyen a mejorar el valor nutricional del alimento tipo snack.

3.1.4. GRASA

Se puede observar en los resultados de la tabla 17 y figura 17, muestran el contenido de grasa de los diferentes tratamientos, variando el contenido de grasa en relación a la formulación y la temperatura, el contenido de la grasa promedio para la formulación 1 es 13.60 % de grasa, para la formulación 2 en promedio tiene 12.58 % de grasa y para la formulación 3 es de 11.56 % de grasa existiendo una variación en el contenido de grasa por la formulación y una ligera variación por efecto de la temperatura.

Tabla 17

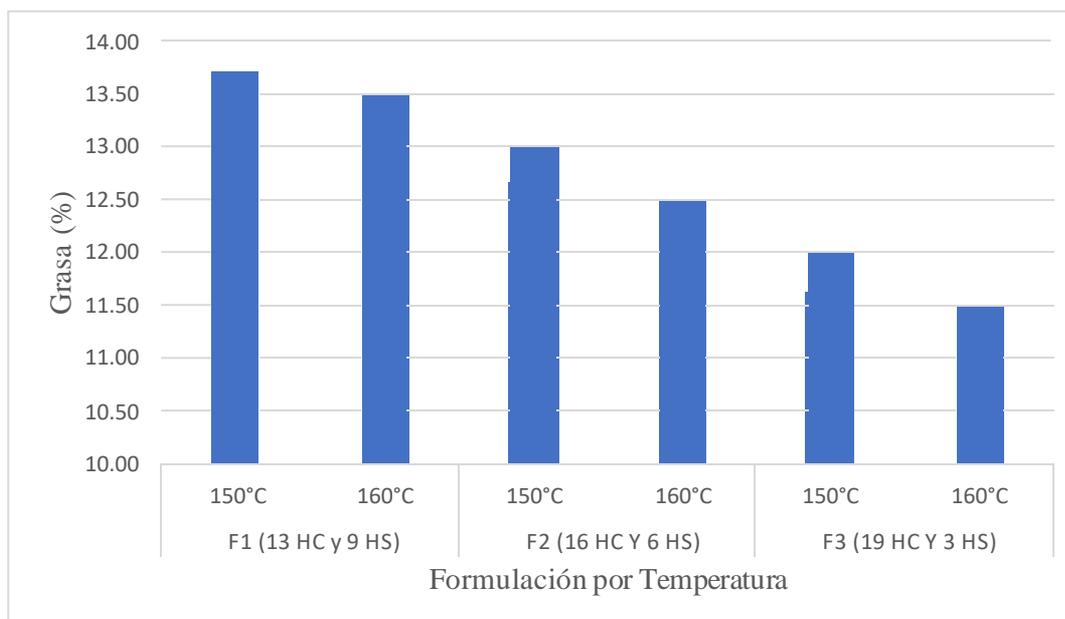
Resultados del contenido de grasa

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Grasa Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	13.71
2 (9210)		160°C	13.50
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	12.66
4 (3301)		160°C	12.49
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	11.62
6 (8386)		160°C	11.50

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 17

Contenido de grasa en el alimento snack



Se puede observar en los resultados de la tabla 17 y figura 17, muestran el contenido de grasa de los diferentes tratamientos, variando el contenido de grasa en relación a la formulación y la temperatura, el contenido de la grasa promedio para la formulación 1 es 13.60 % de grasa, para la formulación 2 en promedio tiene 12.58 % de grasa y para la formulación 3 es de 11.56 % de grasa existiendo una variación en el contenido de grasa por la formulación y una ligera variación por efecto de la temperatura.

3.1.4.1. *Análisis de varianza para resultados por el contenido de grasa*

Tabla 18

Análisis de varianza para grasa

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	12.5464	2	6.27321	0530.49	0000
B: TEMPERATURA	0.126672	1	0.126672	14.56	0000
AB	0.00614444	2	0.0030722	10.05	0.0027
RESIDUOS	0.00366667	12	0.0003055		
TOTAL (CORREGIDO)	12.6829				

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la Tabla 18, se muestra el análisis de varianza (ANOVA). Los valores-P, representados como el estadístico de prueba valor-p, evalúan la significancia estadística de cada uno de los formulación y temperatura). Dado que A, B y AB tienen valores-P inferiores a 0.05, se concluye que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de grasa con un nivel de confianza del 95.0%.

La Tabla 19 emplea un proceso de cálculo para llevar a cabo comparaciones múltiples con el fin de determinar cuáles medias difieren significativamente entre sí. Encontrándose que las tres formulaciones tienen efecto estadístico significativo sobre el contenido de grasa con seguridad del 95%.

Tabla 19

Pruebas de múltiples rangos para grasa por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

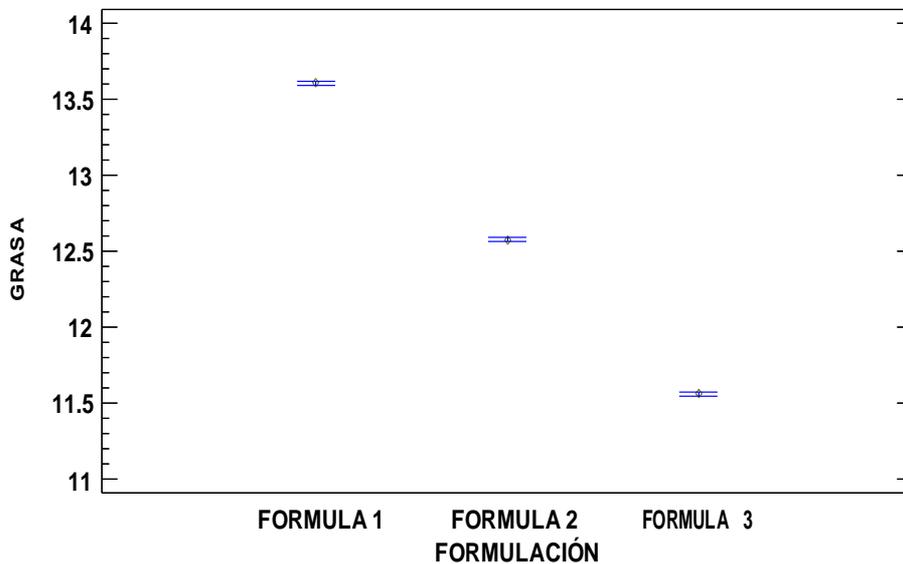
FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	1.56	0.0071362	X
FORMULA 2	6	2.5733	0.0071362	X
FORMULA 1	6	3.605	0.0071362	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	.03167	0.026998
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	.045	0.026998
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	.01333	0.026998

Nota: * indica una diferencia significativa.

Figura 18

Medias y 95% de Tukey HSD para grasa



En la figura 18, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas (cañihua y sangre bovina), tienen medias totalmente diferentes con respecto a la grasa, no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de grasa, queda claro que no

comparten intersección con los resultados de la variable grasa lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden descendente del valor de grasa con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones.

Tabla 20

Pruebas de múltiples rangos para grasa por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160 °C	9	2.4956	0.0058267	X
150 °C	9	2.6633	0.0058267	X

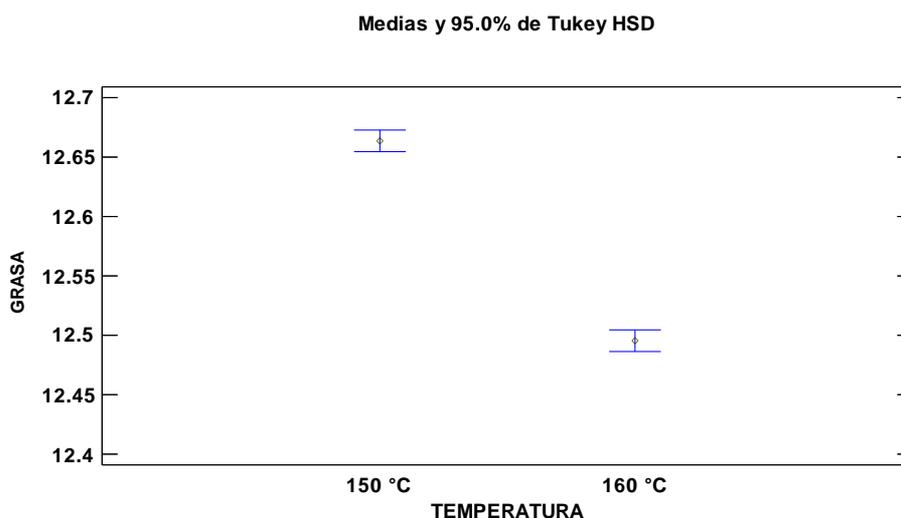
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	0.167778	0.0179539

Nota: * indica una diferencia significativa.

La Tabla 20 es un procedimiento de comparación múltiple utilizado para identificar qué medias son significativamente distintas entre sí. La mitad inferior indica que estas medias difieren estadísticamente con un nivel de confianza del 95.0%. En la parte superior de la tabla 20, se muestra que los niveles de temperatura aplicados muestran diferencias estadísticamente significativas con respecto a la cantidad de grasa, con un riesgo del 5.0%.

Figura 19

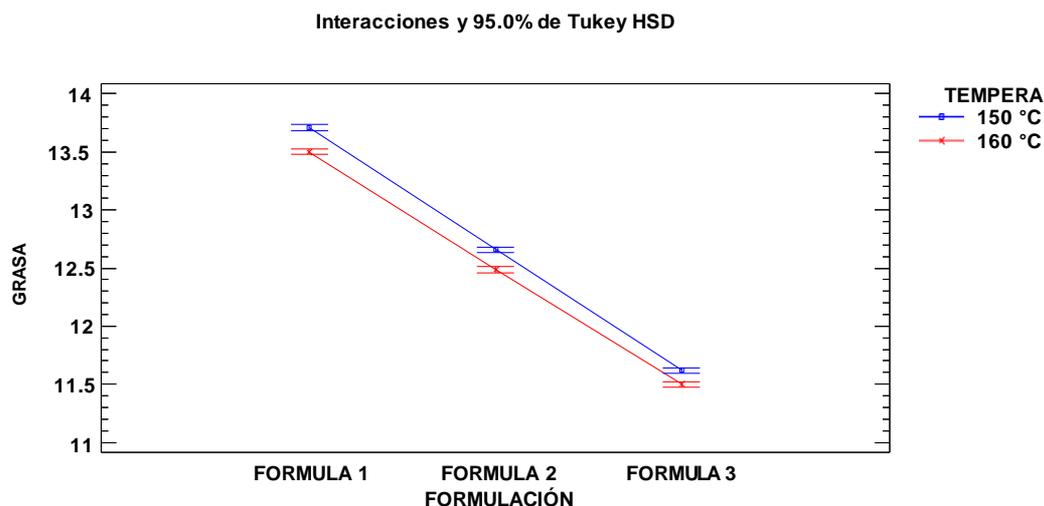
Medias y 95% Tukey HSD de grasa por temperatura



En la figura 19, se observa que las temperaturas de 150°C y 160°C tiene una influencia distinta para el contenido de grasa desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes grasos del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de GRASA, la media a 150°C es muy superior 12.65 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 12.50, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable grasa lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden descendente del valor de grasa con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente esto debido al daño ocasionado por el calor a las partículas que interactúan con las grasas.

Figura 20

Interacciones de efectos para grasa



En la figura 20 se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un decremento en proporción directa a F1, F2 y F3 respectivamente, en el contenido de grasa resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperaturas es inversa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones disminuye el contenido de grasa. También se observa una variación estadística entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que el contenido de grasa varía por efecto de la temperatura del proceso de extrusión, en la observación resulta un contenido de grasa de cercano a 11.50% con F3, contenido cercano a 12.50 % con F2 y proteína cercana a 13.50 % con la formulación F1.

3.1.4.2. *Discusiones.*

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por (Santacruz Soto, 2022) quien determinó un contenido de grasa de 2.35% y (Espinoza et al., 2021) obtuvo 1.89 % de grasa esto debido a que en nuestro trabajo de investigación utilizamos un mayor porcentaje de harina de sangre y harina de cañihua.

3.1.5. CARBOHIDRATOS

En la tabla siguiente se muestran los resultados promedio de análisis de laboratorio para la variable de salida de carbohidratos.

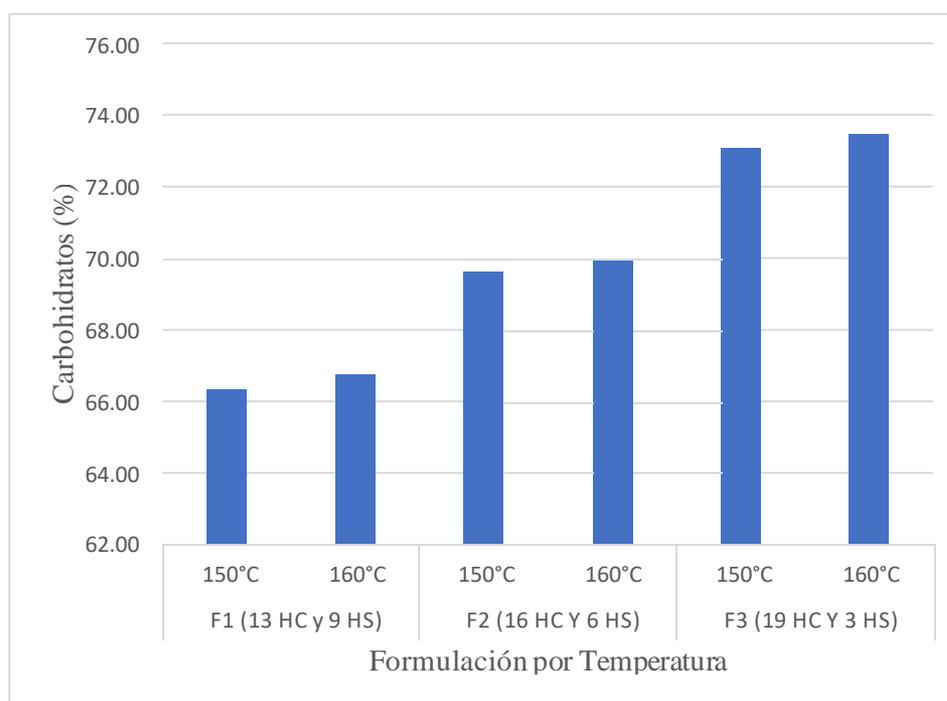
Tabla 21 Resultados del contenido de carbohidratos

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Carbohidratos Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	66.32
2 (9210)		160°C	66.75
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	69.61
4 (3301)		160°C	70.00
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	73.08
6 (8386)		160°C	73.47

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 21

Contenido de carbohidratos en el alimento snack



La tabla 21 y figura 21, muestran el *contenido* de carbohidratos de los diferentes tratamientos, variando el contenido de carbohidratos en relación a la formulación y temperatura, es así que el contenido de carbohidratos promedio para la formulación 1 es 66.53 % de carbohidratos, para la formulación 2 en promedio

tiene 69.80 % de carbohidratos y para la formulación 3 es de 73.28% de carbohidratos, existiendo una variación de carbohidratos con referencia a la formulación. También se puede observar que el contenido de carbohidratos varia ligeramente con referencia a la temperatura es así, que a la temperatura de 160 °C en contenido de carbohidratos fue mayor (66.75%, 70.00% y 73.47 % para los tratamientos 2,4 y 6) y para una temperatura de 150°C el contenido de carbohidratos fue menor (66.32%, 69.61% y 73.08% para los tratamientos 1, 3 y 5).

3.1.5.1. *Análisis de varianza para resultados por el contenido de carbohidrato*

La tabla 22, ANOVA multifactorial descompone la variabilidad de carbohidratos en contribuciones debidas a los factores formulación y temperatura. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Los valores-P son menores que 0.05, por lo tanto, los factores formulación y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de carbohidratos con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 22

Análisis de varianza para carbohidratos

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	136.388	2	68.1941	31075.8	.0000
B: TEMPERATURA	0.72	1	0.72	28.10	.0000
AB	0.00123333	2	0.0006166	.28	.7599
RESIDUOS	0.0263333	12	0.0021944		
TOTAL (CORREGIDO)	137.136	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 22, ANOVA multifactorial descompone la variabilidad de carbohidratos en contribuciones debidas a los factores formulación y temperatura. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Los valores-P son menores que 0.05, por lo tanto, los factores formulación y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de carbohidratos con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 23

Pruebas de múltiples rangos para carbohidratos por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 1	6	6.535	.0191243	X
FORMULA 2	6	9.8083	.0191243	X
FORMULA 3	6	3.2767	.0191243	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	3.27333	0.072353
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	6.74167	0.072353
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	3.46833	0.072353

Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 23 aplica un procedimiento de comparación múltiple que se utiliza para determinar cuáles fórmulas tienen medias significativamente diferentes de otras. Mostrando que las fórmulas utilizadas en la investigación tienen efecto estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza sobre el contenido de carbohidratos.

En la figura 22, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes formulaciones (maíz, cañihua y sangre bovina) , tienen medias totalmente diferentes con respecto al contenido de carbohidratos, no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de carbohidratos, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable carbohidratos lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden ascendente del valor de carbohidrato con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial de los carbohidratos de los compuestos originales

Figura 22

Medias y 95% de Tukey HSD para carbohidratos

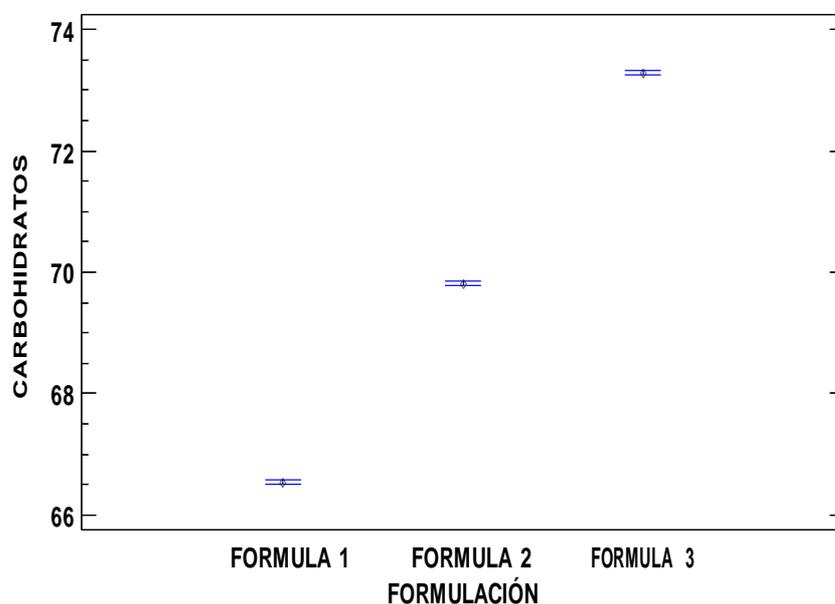


Tabla 24*Pruebas de múltiples rangos para carbohidratos por temperatura*

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	9.6733	.015615	X
160 °C	9	0.0733	0.01561	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	0.4	0.0481146

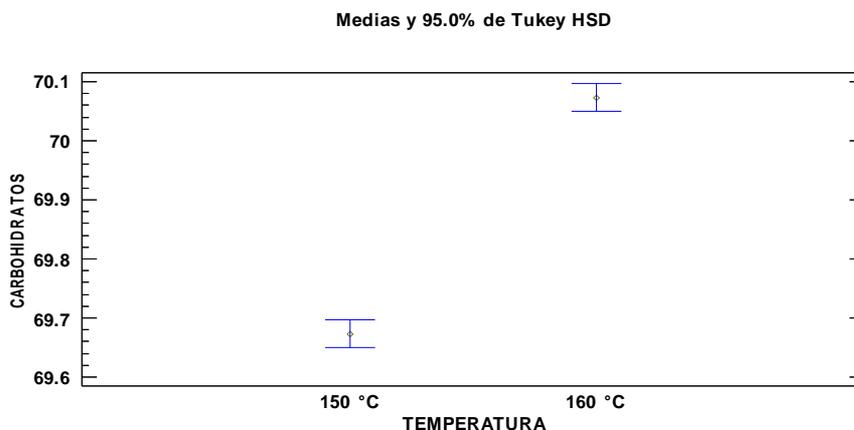
Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 24 implica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles temperaturas tienen un efecto significativo sobre el contenido de carbohidratos. Los niveles de temperatura utilizados en la investigación tienen diferencias estadísticamente significativas sobre el contenido de carbohidratos con un nivel del 95.0% de confianza.

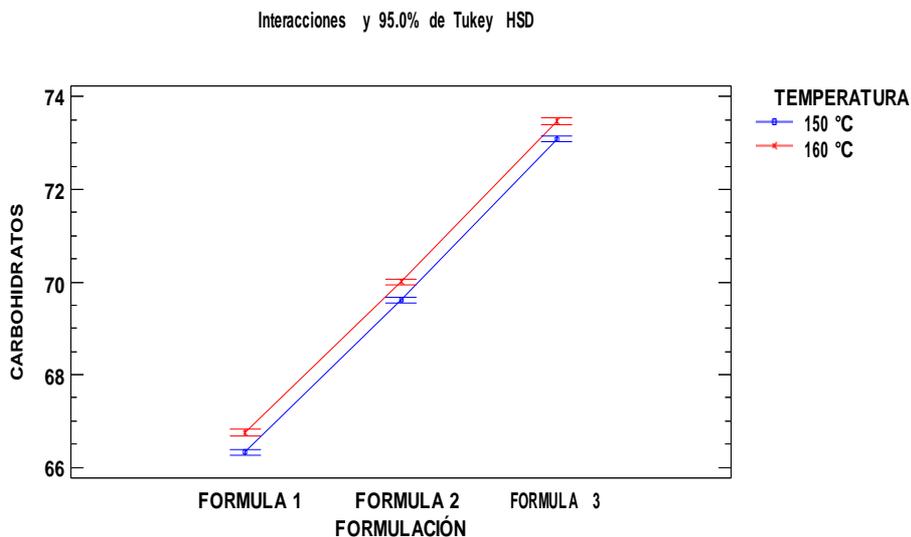
En la figura 23, se observa que las temperaturas (150°C y 160°C) utilizadas en la investigación influyen sobre el contenido de carbohidratos. Ambas temperaturas tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de carbohidratos, la media a 150°C es muy superior 69.01 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 70.01, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable carbohidratos lo que significa que, si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden ascendente del valor de carbohidrato con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente

Figura 23

Medias y 95% de Tukey HSD para carbohidratos por temperatura

**Figura 24**

Interacciones entre los factores temperatura y formulación sobre carbohidratos



La figura 24 muestra que conforme varía las formulaciones F1, F2 y F3, incrementa en contenido de carbohidratos en proporción directa a F1, F2 y F3. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es directa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones aumenta ligeramente el contenido de carbohidratos. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es casi similar para el resultado de carbohidratos, en la observación resulta un contenido de carbohidratos con un valor cercano a 67.99 con F1, un valor

de contenido cercano a 70.00 con F2 y carbohidrato cercano a 73.00 con la formulación F3.

3.1.5.2. *Discusiones*

Los resultados obtenidos en la investigación para el contenido de carbohidratos son similares a los reportados por (Espinoza et al., 2021) quien determino 72.91% y (Nieto Ugarte, 2019) quien determino un contenido de 64.84%

. Por otro lado (Santacruz Soto, 2022) reporto un valor de 82.04% de carbohidratos, este valor es superior debido a que una su investigación utilizo cereales como arroz y trigo.

3.1.6. **HIERRO**

La tabla 25 y figura 25, muestran el contenido de hierro de los diferentes tratamientos, variando el contenido de hierro en relación a la formulación, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio un contenido de hierro de 32.65 mg/100g, la fórmula 2 tiene en promedio 21.60 mg/100g y para la formulación 3 un contenido promedio de 11 mg/100g y con respecto la variable temperatura (150°C y 160 °C) existe una ligera variación.

Tabla 25

Resultados del contenido de hierro.

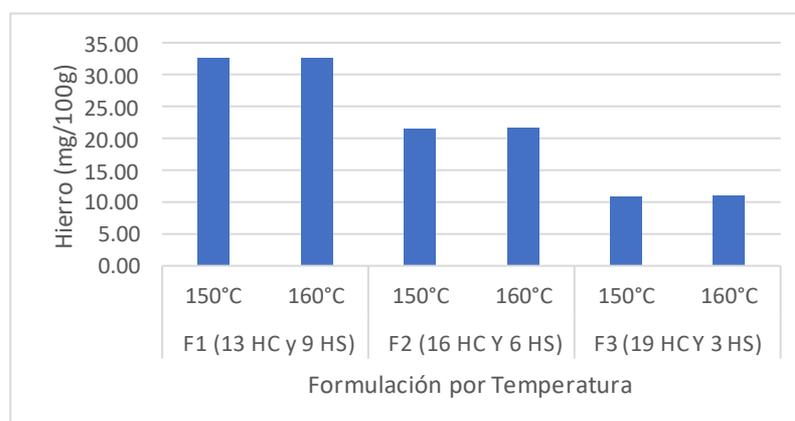
Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Hierro Promedio (mg/100g)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	32.63
2 (9210)		160°C	32.67
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	21.58
4 (3301)		160°C	21.61
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	10.97
6 (8386)		160°C	11.02

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

La tabla 25 y figura 25, muestran el contenido de hierro de los diferentes tratamientos, variando el contenido de hierro en relación a la formulación, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio un contenido de hierro de 32.65 mg/100g, la fórmula 2 tiene en promedio 21.60 mg/100g y para la formulación 3 un contenido promedio de 11 mg/100g y con respecto a la variable temperatura (150°C y 160 °C) existe una ligera variación.

Figura 25

Contenido de hierro en el alimento snack



3.1.6.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de hierro

Tabla 26 Análisis de varianza para hierro

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	1407.02	2	703.512	3957255.2	.0000
B: TEMPERATURA	0.00802222	1	0.00802222	45.13	.0000
AB	0.000144444	2	0.00007222	0.41	.6750
RESIDUOS	0.00213333	12	0.000177778		
TOTAL (CORREGIDO)	1407.03				

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 26. análisis de varianza ANOVA descompone la variabilidad de hierro en contribuciones debidas a los factores formulación y temperatura. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. puesto que los factores formulación y temperatura tienen valores-p menores que 0.05, por lo tanto, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre hierro con un 95.0% de nivel de confianza.

En el presente estudio se tiene el análisis del contenido de hierro ya que es un objetivo del propio estudio incorporar la sangre bovina como un factor para obtener el plus del contenido de hierro hemínico capaz de dar funcionalidad al snack alimenticio,

Tabla 27

Pruebas de múltiples rangos para hierro por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	0.995	0.0054433	X
FORMULA 2	6	1.595	0.0054433	X
FORMULA 1	6	2.65	0.0054433	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	1.055	0.020593
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	1.655	0.020593
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	0.6	0.020593

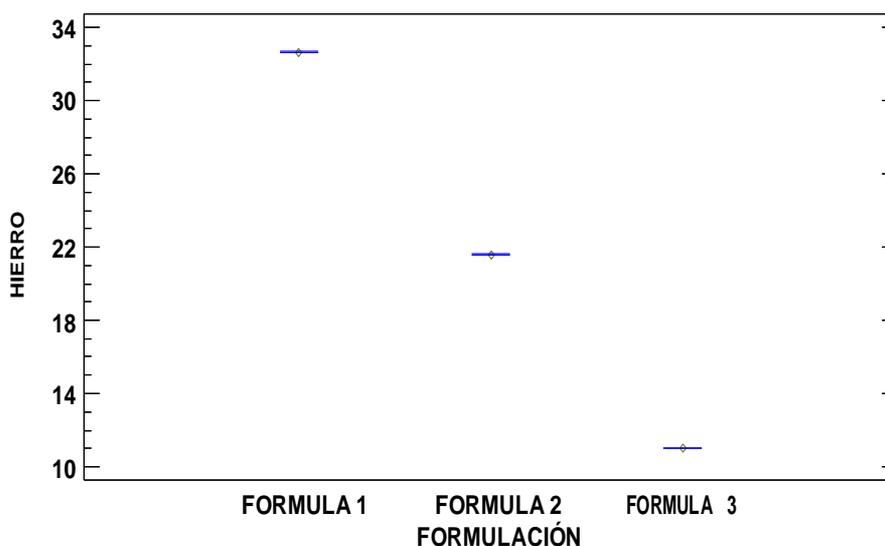
Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 27, aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles que formulaciones son significativamente diferentes. Mostrando que las tres fórmulas utilizadas en la investigación tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

La figura 26, muestra que las formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias totalmente diferentes con respecto al contenido de hierro, no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de hierro, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable hierro lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden decreciente del valor de hierro con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones.

Figura 26

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre hierro



En la tabla 28 se aplica de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias de temperaturas son significativamente diferentes. Indicando que la temperatura tiene un efecto estadísticamente significativo con un nivel de 95% de confianza sobre el contenido de hierro.

Tabla 28

Pruebas de múltiples rangos para hierro por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

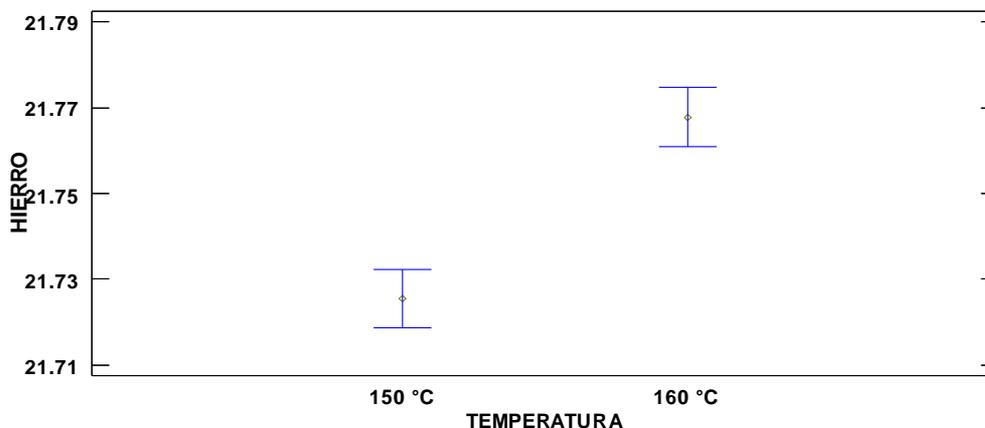
TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	1.7256	0.0044444	X
160 °C	9	1.7678	0.0044444	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	-0.0422222	0.0136947

Nota: * indica una diferencia significativa.

Figura 27

Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre hierro

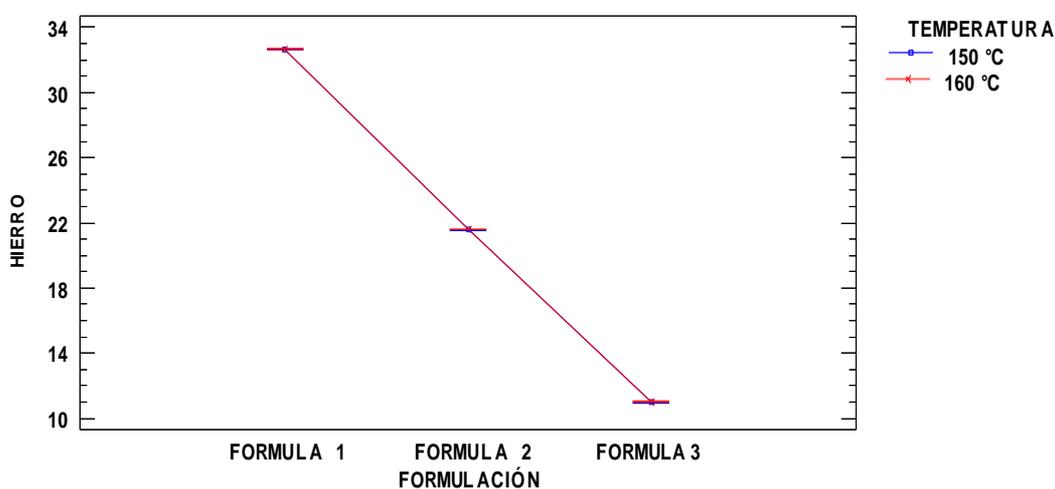


La figura 27, muestra que la temperatura (150°C y 160°C) tienen influencia distinta sobre el contenido de hierro, Ambas temperaturas tienen medias totalmente

diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de hierro, la media a 150°C es ligeramente inferior 21.73 mg/100g con respecto a la media con temperatura de 160°C de 21.77mg/100g, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable hierro lo que significa que, si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento, esto debido a la sinergia ocasionado por el calor a las partículas que interaccionan con el hierro.

Figura 28

Interacción de formulación y temperatura sobre hierro



En la anterior figura 28 se muestra que conforme a la variación de las formulaciones F1, F2 y F3, se observa un descenso en proporción directa del hierro a F1, F2 y F3 respectivamente hacia el contenido de hierro, en el contenido de hierro resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es directa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones disminuye el contenido de hierro. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es casi similar para el resultado de hierro, en la observación resulta un contenido de hierro con un valor cercano a 11.00 mg/100g con F3, un valor de

contenido cercano a 22.00 mg/100g con F2 y carbohidrato cercano a 33.00 mg/100g con la formulación F1.

3.1.6.2. *Discusión*

Los resultados son concordantes con los reportes de (Santacruz Soto, 2022) quien formulo un cereal extruido a base de arroz, trigo y cañihua a su vez el alimento fue fortificado con hierro hemínico de harina sangre vacuno obteniendo 27.77mg/100g de hierro. Por otro lado (Nieto Ugarte, 2019) reporto 13.71mg/100g en la investigación formulación de sopa instantánea con alto contenido nutricional a base de harina de sangre de vacuno este valor es menor al promedio de nuestra investigación debido a que utilizo en su formulación un menor porcentaje de harina de sangre vacuno.

3.1.7. ENERGIA

En la tabla siguiente muestra los resultados del análisis de laboratorio para la variable de salida de energía.

Tabla 29

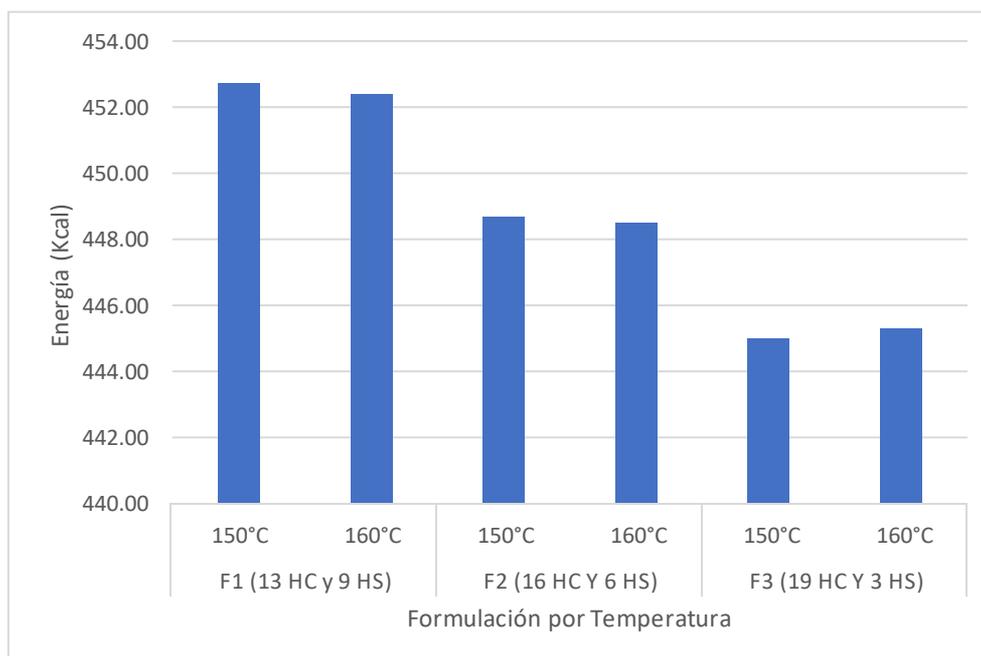
Resultados del contenido de energía.

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Energía Promedio (Kcal)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	452.72
2 (9210)		160°C	452.41
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	448.67
4 (3301)		160°C	448.49
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	444.99
6 (8386)		160°C	445.29

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 29

Contenido de energía en el alimento snack



La tabla 29 y figura 29, muestran el contenido de energía de los diferentes tratamientos, variando el contenido de energía en relación a la formulación, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio un contenido de energía de 452.56 Kcal/100g, la fórmula 2 tiene en promedio 448.58 Kcal/100g y para la formulación 3 un contenido promedio de 445.14 kcal/100g y con respecto a la variable temperatura (150°C y 160 °C) existe una ligera variación.

3.1.7.1. Análisis de varianza para resultados por el contenido de energía

El análisis de varianza de los factores formulación y temperatura para contenido de energía, tienen la finalidad de determinar qué factores entre las formulaciones y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de salida energía. También determina la significancia de las interacciones entre la formulación y temperatura, solo si se dispone de suficientes datos.

Tabla 30*Análisis de varianza para energía*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: FORMULACIÓN	165.689	2	82.8445	7953.0 7	0.0000
B: TEMPERATURA	0.02205	1	0.02205	2.12	0.1713
INTERACCIONES					
AB	0.3097	2	0.15485	14.87	0.0006
RESIDUOS	0.125	12	0.0104167		
TOTAL (CORREGIDO)	166.146	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

La tabla 30 de ANOVA descompone la variabilidad de la variable de salida energía en contribuciones debidas a los factores de formulaciones y temperatura). Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. El factor formulación tiene un valor-P menor que 0.05, por tanto, tiene un efecto estadísticamente significativo sobre contenido de energía con un 95.0% de nivel de confianza, sin embargo, el valor -P para la variable temperatura es mayor de 0.05, por lo tanto, no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de energía.

La tabla 31 realiza una aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras entre los pares de formulaciones. Las formulaciones utilizadas indican que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

En la figura 35, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3, tienen medias estadísticas totalmente diferentes con respecto al contenido de energía, no alineadas con respecto a la variable dependiente contenido de energía, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable energía lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias, que están representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento.

Tabla 31

Pruebas de múltiples rangos para energía por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	445.14	0.0416667	X
FORMULA 2	6	448.58	0.0416667	X
FORMULA 1	6	452.565	0.0416667	X

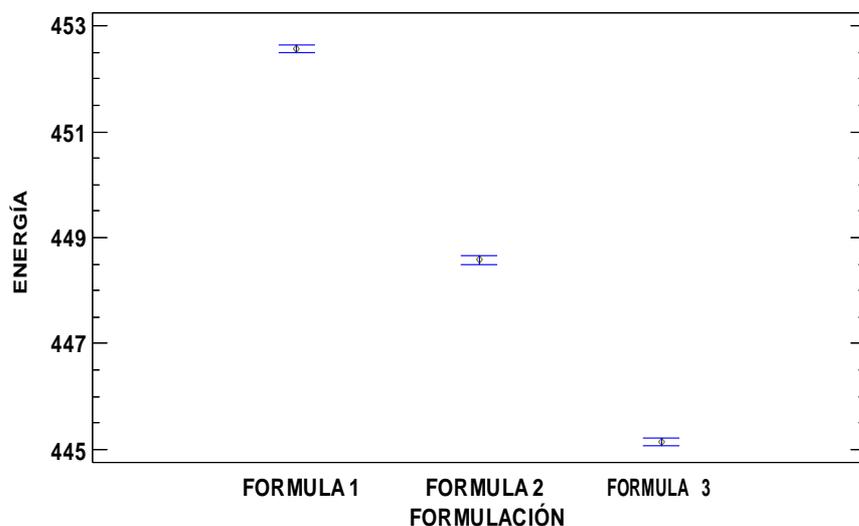
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	3.985	0.157638
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	7.425	0.157638
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	3.44	0.157638

* indica una diferencia significativa.

La figura 30 muestra un comportamiento de orden decreciente del valor de energía con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 (452, 448 y 445) Kcal /100g respectivamente.

Figura 30

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre energía

**Tabla 32**

Múltiple Rangos para energía por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160 °C	9	448.727	0.0340207	X
150 °C	9	448.797	0.0340207	X

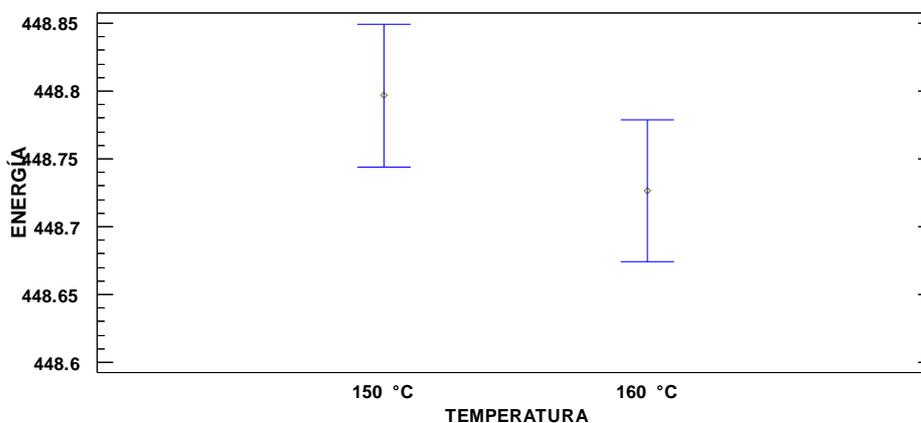
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C		0.07	0.104828

Nota: * indica una diferencia significativa.

En la tabla 32 utiliza un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles temperaturas son significativamente diferentes. La tabla muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas aplicadas sobre el contenido de energía, con un nivel del 95.0% de confianza.

Figura 31

Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre energía



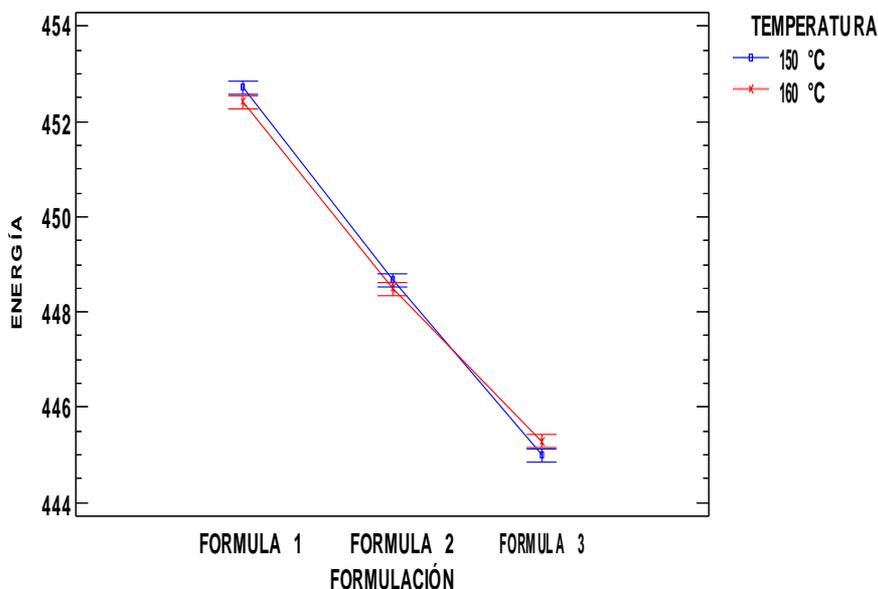
En la figura 31, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160 °C no tienen una influencia distinta para el contenido de energía. Ambas temperaturas tienen medias similares, y comparten la intersección entre los valores verticales de ambas temperaturas, la media a 150°C es muy superior 448.80 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 448.70, por tanto, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable energía lo que significa que, no muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento.

En la figura 32 muestra que conforme varía las formulaciones F1, F2 y F3, se observa un descenso en el contenido de energía F1, F2 y F3 respectivamente hacia el contenido de energía, resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es directa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones disminuye el contenido de hierro. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es casi similar para el resultado de energía, en la observación resulta un contenido de energía con un valor cercano a

452.56Kcal/100 g con F1, un valor de contenido cercano a 448.58 kcal/100g con F2 y energía cercana a 445.14 Kcal/100g con la formulación F3.

Figura 32

Interacción de formulación y temperatura sobre energía



3.1.7.2. *Discusión:*

Los resultados son superiores a los reportes de (Santacruz Soto, 2022) quien formulo un cereal extruido a base de arroz, trigo y cañihua a su vez el alimento fue fortificado con hierro hemínico de harina sangre vacuno obteniendo 388.55Kcal /100g, también (Espinoza et al., 2021) reporto 375.85Kcal/100g y (Quiroz et al., 2019) reporto 381.81 Kcal/100g, estos valores son inferiores a los valores encontrados en la investigación debido a que la humedad en el alimento tipo snack es menor a 1.5% y el contenido de humedad en los trabajos realizados por los autores antes mencionados es superior a 4.8%.

3.1.8. PH

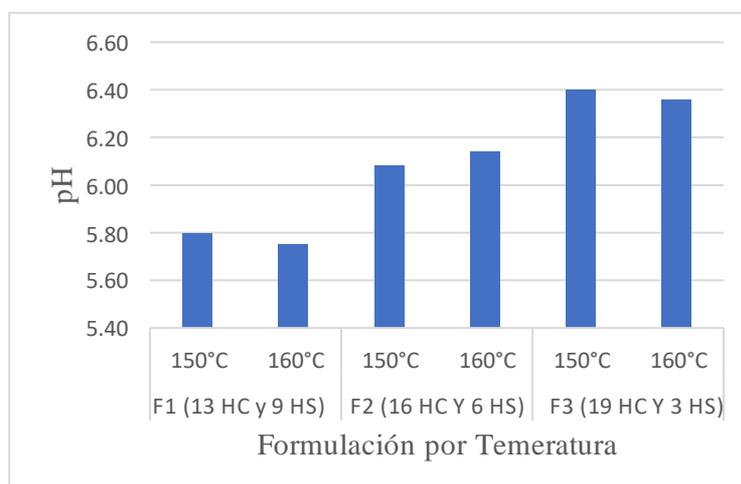
En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida de PH.

Tabla 33*Resultados del contenido de PH.*

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura	pH
		(°C)	
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	5.80
2 (9210)		160°C	5.75
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	6.08
4 (3301)		160°C	6.14
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	6.40
6 (8386)		160°C	6.36

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

La tabla 33 y figura 33, muestran el pH de los diferentes tratamientos, variando el contenido de pH en relación a la formulación, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio un contenido de pH de 5.77, la fórmula 2 tiene en promedio 6.11 y para la formulación 3 un contenido promedio de 6.38 y con respecto la variable temperatura (150°C y 160 °C) existe una ligera variación.

Figura 33*Contenido de pH en el alimento snack*

3.1.8.1. Análisis de varianza para resultados por pH

El análisis de varianza para los factores formulación y temperatura tiene la finalidad de determinar qué factores entre las formulaciones y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de salida valor pH.

La tabla 34, muestra el análisis de varianza de los factores formulación y temperatura sobre el pH y la interacción de ambos factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los factores formulación y la interacción de los dos factores tienen valores-P, menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 34

Análisis de varianza para pH

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	1.10858	2	0.554289	3218.4	0.0000
B: TEMPERATURA	0.000355556	1	0.000355556	2.06	0.1763
AB	0.0107111	2	0.00535556	31.10	0.0000
RESIDUOS	0.00206667	12	0.000172222		
TOTAL (CORREGIDO)	1.12171				

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

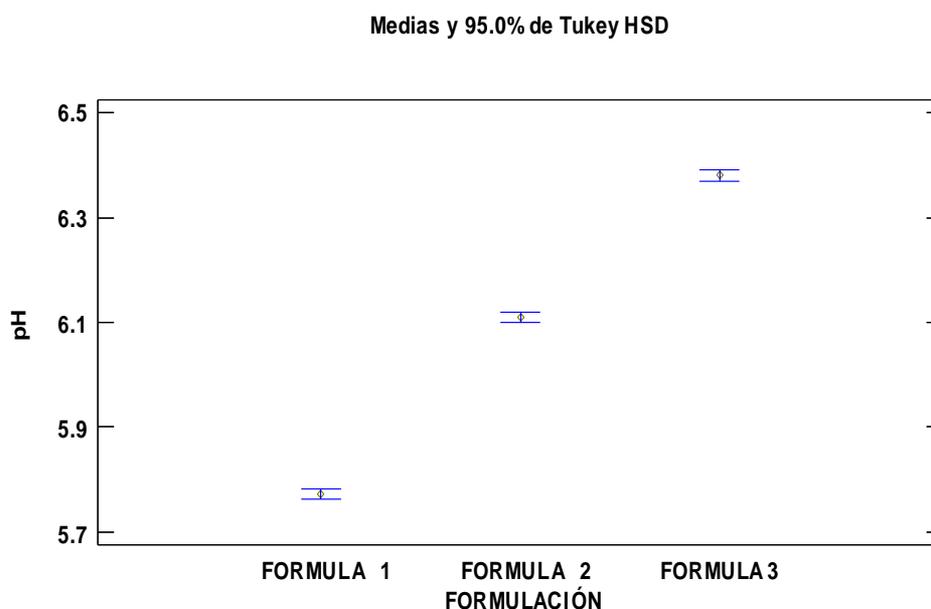
La tabla 34 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras entre los pares de formulaciones. Las formulaciones utilizadas indican que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 35*Pruebas de múltiples rangos para pH por formulación*

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 1	6	5.77333	0.00535758	X
FORMULA 2	6	6.11	0.00535758	X
FORMULA 3	6	6.38	0.00535758	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	-0.336667	0.0202693
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	-0.606667	0.0202693
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	-0.27	0.0202693

Nota: * indica una diferencia significativa.**Figura 34***Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre pH*

En la figura 34 se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3, tienen medias estadísticas totalmente diferentes con respecto al contenido

de pH, no alineadas con respecto a la variable dependiente pH, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable pH lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias, que están representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden creciente del valor de pH a con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 (5.8, 6.1 y 6.4) respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial de su valor de acidez y por el propio tratamiento de los compuestos originales.

Tabla 36

Pruebas de múltiples rangos para pH por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160 °C	9	6.08333	0.00437445	X
150 °C	9	6.09222	0.00437445	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C		0.00888889	0.013479

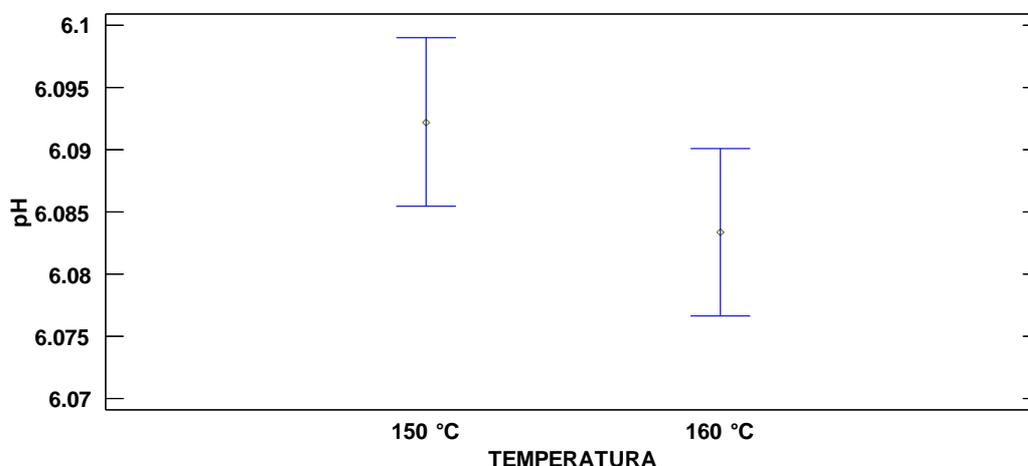
Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 36, es una técnica de comparación múltiple para la variable temperatura e indica que no existe diferencia estadística significativa cuando se aplican temperaturas de 150 y 160 grados centígrados con un nivel de confianza del 95 %.

En la figura 35, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160 °C tiene una influencia distinta para el valor de pH desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes para el resultado de pH del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas.

Figura 35

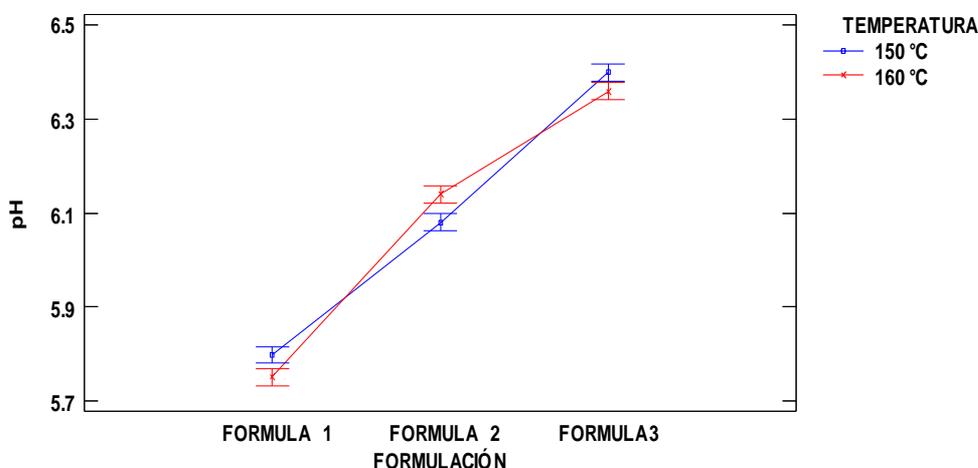
Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre pH



En la figura 35, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160 °C tiene una influencia distinta para el valor de pH desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes para el resultado de pH del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias ligeramente diferentes, pero comparten márgenes alineadas con respecto a la variable dependiente pH, por lo tanto se tiene intersección entre los valores verticales de ambas temperaturas, la media a 150°C es ligeramente superior 6.09 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 6.08, por tanto, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable pH lo que significa que, si no muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden decreciente del valor de pH con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente esto debido al tratamiento térmico ocasionada por el calor a las partículas que interaccionan con el valor de pH.

Figura 36

Interacción de factores formulación y temperatura sobre pH



En la figura 36 se muestra la interacción de los efectos de los factores formulación y temperatura, que conforme a la variación de las formulaciones F1, F2 y F3, se observa un incremento en proporción directa a F1, F2 y F3 respectivamente, en el pH resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es directa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones aumenta ligeramente el valor de pH. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es similar para el resultado de valor de pH, en la observación resulta un contenido de pH de cercano a 6.38 con F3, contenido cercano a 6.11 con F2 y pH cercano a 5.77 con la formulación F1.

Estos resultados tienen correlación a los reportes de (Villalva & Aracelly, 2019) y (Espinoza et al., 2021) quienes en sus trabajos reportaron los siguientes valores de pH: 6.004 y 6.78 respectivamente, los valores de pH de la investigación realizada se encuentran dentro de los valores reportados por los investigadores mencionados.

3.1.9. ACIDEZ

La tabla 37 y figura 37, muestran la acidez de los diferentes tratamientos, variando la acidez en relación a las formulaciones, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio una acidez de 0.38% (expresado en H₂SO₄), la fórmula 2 tiene en promedio 0.36% (expresado en H₂SO₄) y para la formulación 3 una acidez de 0.26% (expresado en H₂SO₄) y con respecto la variable temperatura (150°C y 160 °C) varia el promedio a 150 °C se tiene un promedio de 0.32% (expresado en H₂SO₄) y 160°C el promedio de la acidez es de 0.34% (expresado en H₂SO₄).

Tabla 37

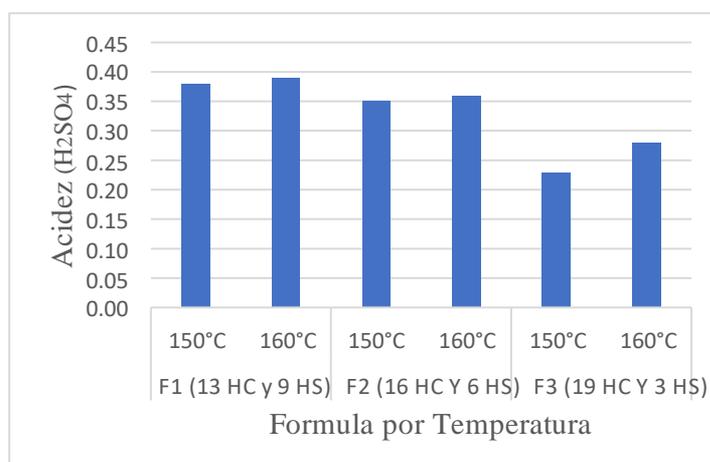
Resultados del contenido de acidez

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Acidez Promedio (Exp. H ₂ so ₄)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	0.38
2 (9210)		160°C	0.39
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	0.35
4 (3301)		160°C	0.36
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	0.23
6 (8386)		160°C	0.28

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 37

Contenido de acidez en el alimento snack



3.1.9.1. *Análisis de varianza para resultados por el valor de acidez*

El análisis de varianza de varios factores (tratamiento y temperatura) para acidez, tienen la finalidad de determinar qué factores entre los tratamiento y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de salida de acidez. Para cada factor significativo es preciso realizar las Pruebas de Rangos Múltiples, ya que es necesaria la información de cuales medias son significativamente diferentes de otras, como lo sugiere (García, Castillo, Ramírez, Redondo, & Larque, 2001), y (Lowry, 1992).

Tabla 38

Análisis de varianza para acidez

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	0.0556	2	0.0278	278.00	0.0000
B: TEMPERATURA	0.00245	1	0.00245	24.50	0.0003
AB	0.0016	2	0.0008	8.00	0.0062
RESIDUOS	0.0012	12	0.0001		
TOTAL (CORREGIDO)	0.06085				

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 38, muestra el análisis de varianza de los factores formulación y temperatura, así como la interacción de la formulación por temperatura, estos factores influyen significativamente sobre la variable de salida acidez con un nivel de confianza del 95%.

En la tabla 39 muestra diferencias significativas entre la media de las tres formulaciones se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles son significativamente diferentes entre las formulaciones aplicadas en la investigación, encontrando que las formulaciones muestran diferencias

estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza sobre el contenido de acidez.

Tabla 39

Pruebas de múltiples rangos para acidez por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	0.255	0.00408248	X
FORMULA 2	6	0.355	0.00408248	X
FORMULA 1	6	0.385	0.00408248	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	0.03	0.0154453
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	0.13	0.0154453
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	0.1	0.0154453

Nota: * indica una diferencia significativa.

En la figura 38, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias totalmente diferentes con respecto al valor de acidez, no están alineadas con respecto a la variable dependiente valor de acidez, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable acidez lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden decreciente del valor de acidez con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial de acidez de los compuestos originales como lo reportan en el estudio de (Obradovi, Bavi, &

Jozinovi, 2014) que menciona a la acidez como una variable importante y que tiene relación con la temperatura de tratamiento en la extrusión de snacks.

Figura 38

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre acidez

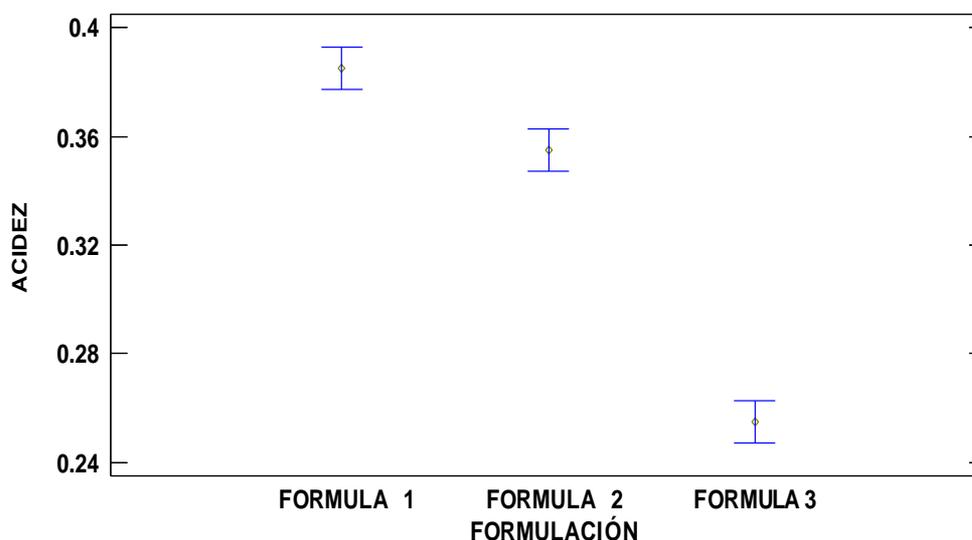


Tabla 40

Pruebas de múltiples rangos para acidez por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	0.32	0.00333333	X
160 °C	9	0.343333	0.00333333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	-0.0233333	0.010271

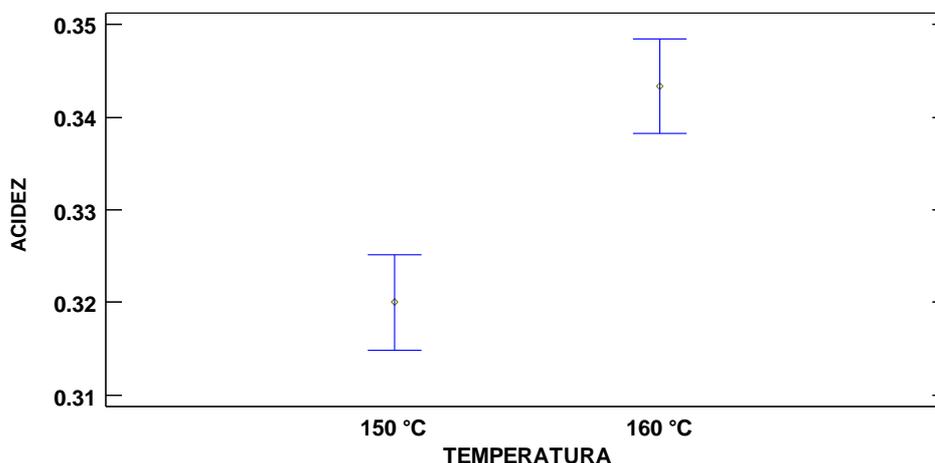
Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 40 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar si, las temperaturas utilizadas en la investigación muestran diferencias significativas sobre el contenido de la acidez, encontrando que las medias son significativamente diferentes por lo tanto la aplicación de las temperaturas (150 y

160 °C) muestran muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza

Figura 39

Medias y 95% de Tukey HSD de Temperatura sobre acidez

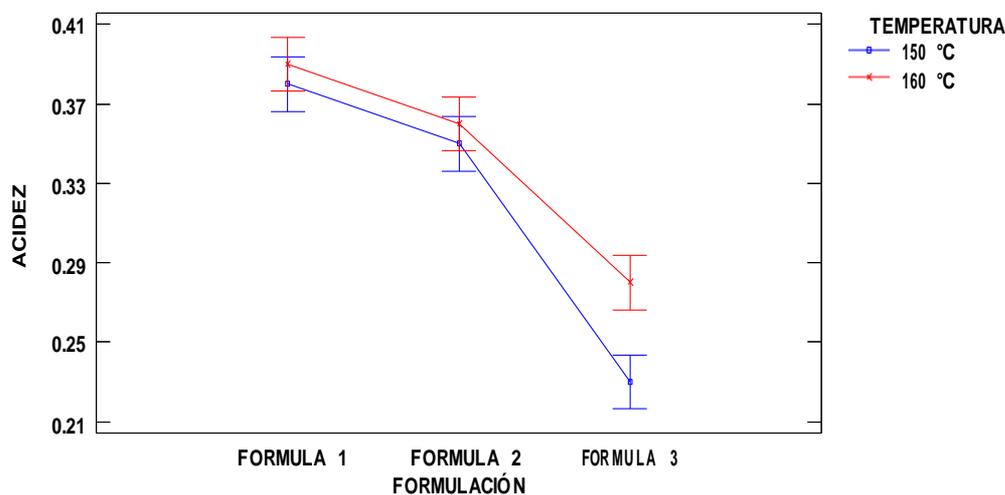


En la figura 39, se observa que la temperatura 150°C y 160 °C tiene una influencia distinta para el valor de acidez desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes para el resultado de acidez del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias totalmente diferentes, no comparten márgenes alineadas con respecto a la variable dependiente acidez, por lo tanto se tiene significancia y los pares son diferentes entre los valores verticales de ambas temperaturas, la media a 150°C es inferior 0.32 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 0.34, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable acidez lo que significa que, si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden creciente del valor de acidez con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente esto debido al

tratamiento térmico ocasionada por el calor a las partículas que interaccionan con el valor de acidez.

Figura 40

Interacción y 95% de Tukey HSD, formulación y temperatura sobre la acidez



En la anterior figura 40 se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un decremento en proporción directa a F1, F2 y F3 respectivamente, en el valor de acidez resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es inversa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones disminuye el valor de acidez. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es similar para el resultado de acidez, salvo en el tramo de F3 donde es más pronunciado la pendiente de caída a la temperatura de 150°C, en la observación resulta un valor de acidez de 0.250 con F3, contenido cercano a 0.350 con F2 y acidez cercana a 0.38 con la formulación F1

3.1.9.2. Discusiones

Estos resultados tienen correlación a los reportes (Nieto Ugarte, 2019) quien en su trabajo de investigación formulación de una sopa instantánea con alto

contenido nutricional a base de harina de sangre de vacuno por el método de extrusión entro una acidez de 0.35 % expreso en ácido sulfúrico. También la Resolución Ministerial N° 451-2006/MINSA, indica que la acidez para productos extruidos debe ser máximo 0.4% expresado en ácido sulfúrico. La investigación realizada los valores de la acidez para todos los tratamientos son menores al valor máximo por tanto todas las muestras obtenidas cumplen con la resolución antes indicada.

3.1.10. INDICE DE GELATINIZACION

En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida de índice de gelatinización.

Tabla 41

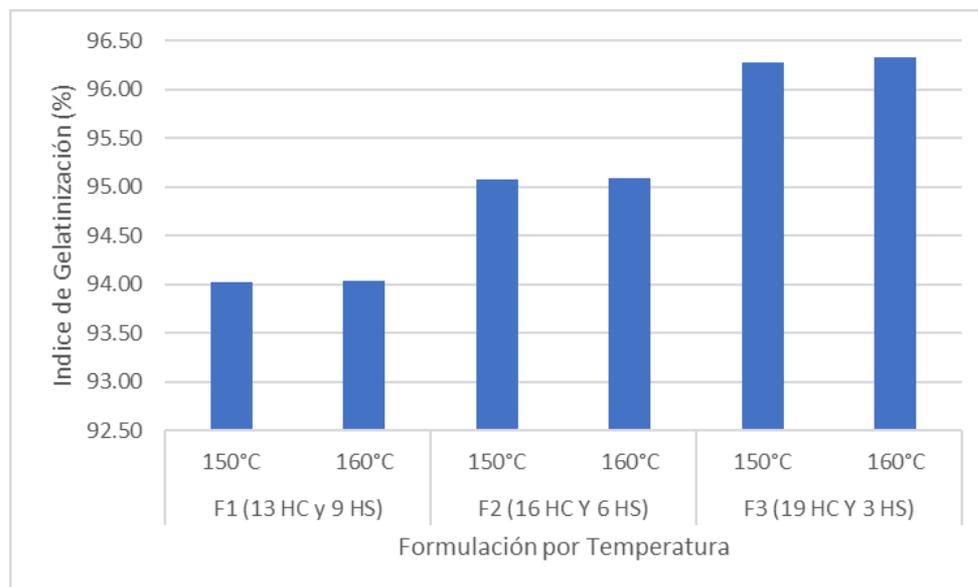
Resultados del contenido de índice de gelatinización.

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Índice de Gelatinización Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	94.03
2 (9210)		160°C	94.04
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	95.07
4 (3301)		160°C	95.08
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	96.28
6 (8386)		160°C	96.33

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 41

Contenido de índice de gelatinización en el alimento snack



La tabla 41 y figura 41, muestran el índice de gelatinización de los diferentes tratamientos, variando el índice de gelatinización en relación a las formulaciones, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio el índice de gelatinización es de 94.03 %, la fórmula 2 tiene en promedio un índice de gelatinización de 95.08 % y para la formulación 3 un índice de gelatinización de 96.30 %. Con respecto la variable temperatura (150°C y 160 °C) el índice de gelatinización varia ligeramente, el promedio a 150 °C es 95.12 % y a 160°C, el promedio del índice de gelatinización es 95.15%.

3.1.10.1. Analisis de varianza para resultados por el valor de índice de gelatinización

La tabla 42, análisis de varianza ANOVA, realiza la descomposición de la variabilidad del índice de gelatinización por efecto de los factores formulación y temperatura, así como la interacción de la formulación por la temperatura. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los factores formulación y temperatura tiene valores P menores que 0.05, indican que

tienen un efecto estadísticamente significativo sobre índice de gelatinización con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 42

Análisis de varianza para índice de gelatinización

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	15.5587	2	7.77934	63649.1	0.0000
B: TEMPERATURA	0.00268889	1	0.00268889	22.00	0.0005
AB	0.00087777	2	0.000438889	3.59	0.0599
RESIDUOS	0.00146667	12	0.000122222		
TOTAL (CORREGIDO)	15.5637				

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 43, presenta un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles formulaciones tienen medias significativamente diferentes. Encontrando que las tres formulaciones muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 43

Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

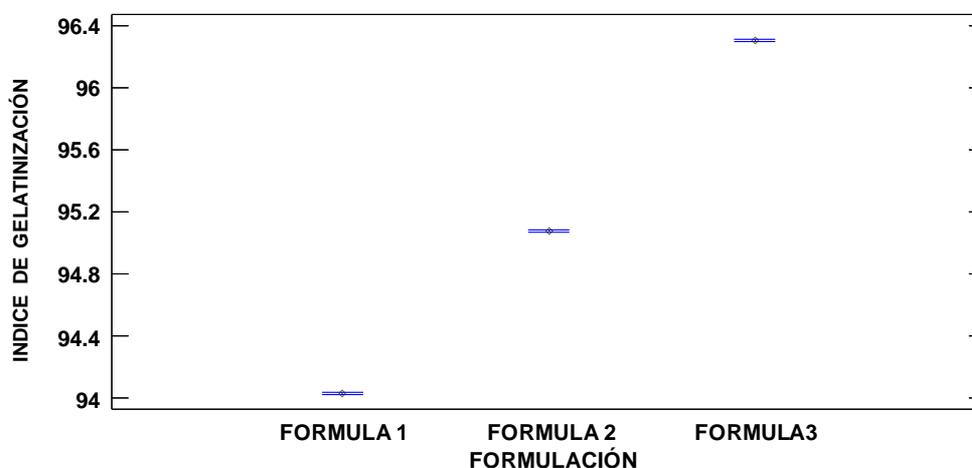
FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 1	6	94.03	0.00451335	X
FORMULA 2	6	95.0783	0.00451335	X
FORMULA 3	6	96.305	0.00451335	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	-1.04833	0.0170754
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	-2.275	0.0170754
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	-1.22667	0.0170754

Nota: * indica una diferencia significativa.

Figura 42

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre índice de gelatinización



En la figura 42, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3, que contienen diferentes proporciones de materias primas básicas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias estadísticas totalmente diferentes con respecto al valor de índice de gelatinización, sus valores no están alineadas con respecto a la variable dependiente índice de gelatinización, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable valor de índice de gelatinización lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias, que están representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden creciente del valor de índice de gelatinización con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial que intervienen en el índice de gelatinización y por el propio tratamiento de los compuestos originales

La tabla 44, muestra un procedimiento de comparación múltiple que se utiliza para determinar que medias son significativamente diferentes de entre las temperaturas aplicadas en la investigación. Determinando que las temperaturas

utilizadas 150 y 160°C tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 44

Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	95.1256	0.00368514	X
160 °C	9	95.15	0.00368514	X

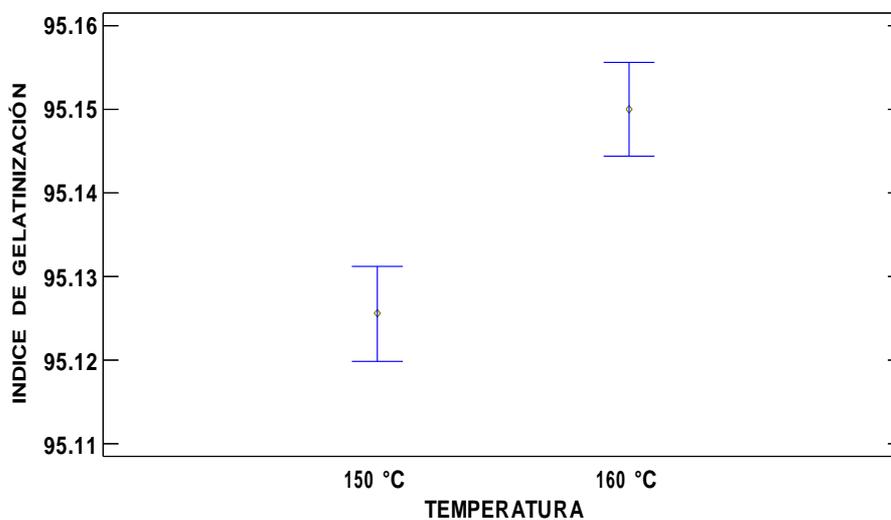
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C	*	-0.0244444	0.0113551

Nota: * indica una diferencia significativa.

En la figura 43, se observa que los distintos tratamientos de temperatura (150°C y 160°C) tiene una influencia distinta para el valor de índice de gelatinización desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes de índice de gelatinización del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias totalmente diferentes no alineadas con respecto a la variable dependiente índice de gelatinización, la media a 150°C es muy inferior 95.12 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 95.15, por tanto, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable gelatinización lo que significa que, si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden ascendente del valor de gelatinización con respecto a las temperaturas T1 y T2 respectivamente esto debido a la sinergia ocasionado por el calor a las partículas que interaccionan con la gelatinización.

Figura 43

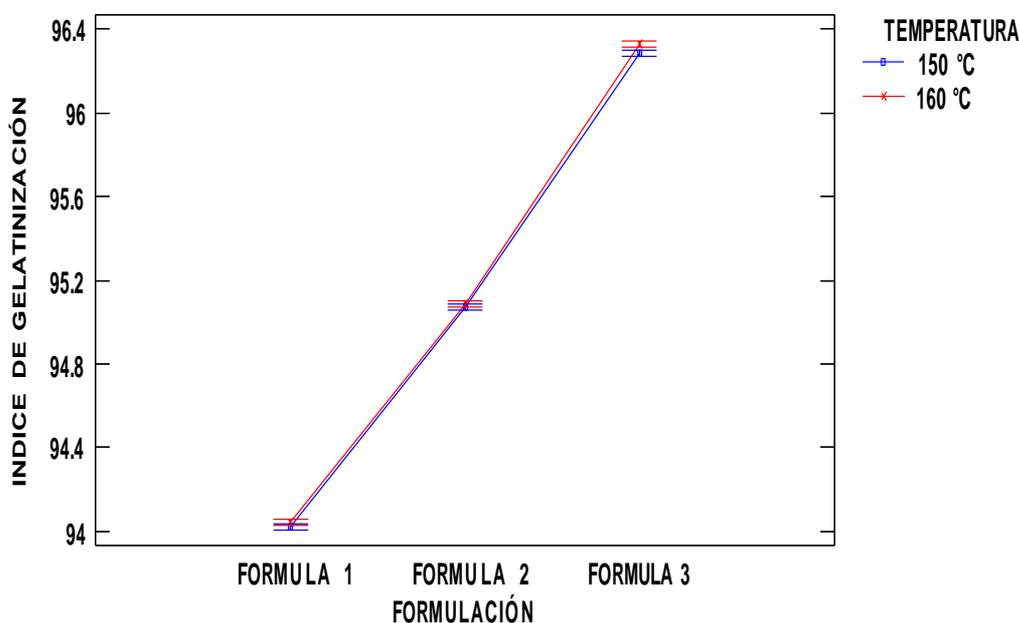
Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre índice de gelatinización



En la figura 44, se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un incremento en proporción directa del índice de gelatinización a F1, F2 y F3 respectivamente hacia el contenido de gelatinización, resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones y temperatura es directa ya que al aumentar la temperatura en las tres formulaciones aumenta la gelatinización. También se aprecia un comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es casi similar para el resultado de gelatinización, en la observación resulta un valor de gelatinización con un valor cercano a 96.4 con F3, un valor de contenido cercano a 95.2 con F2 y gelatinización cercana a 94.0 con la formulación F1.

Figura 44

Interacción de efectos formulación y temperatura sobre índice de gelatinización



3.1.10.2. Discusiones

Los resultados tienen correlación a los reportes de (Santacruz Soto, 2022), quien en su trabajo de investigación reportó un índice de gelatinización de 94 a 97% para un cereal extruido a base de arroz, trigo cañihua fortificado con harina de sangre vacuno.

Por otro la Resolución Ministerial 451-2006/MINSA y la ficha técnica del programa Qali Warma, indica que el índice de gelatinización debe ser mayor a 94%, en el trabajo de investigación todos los tratamientos son superior al requisito establecido esto índice que la temperatura utilizada es adecuada para el proceso.

3.1.11. INDICE DE EXPANSIÓN

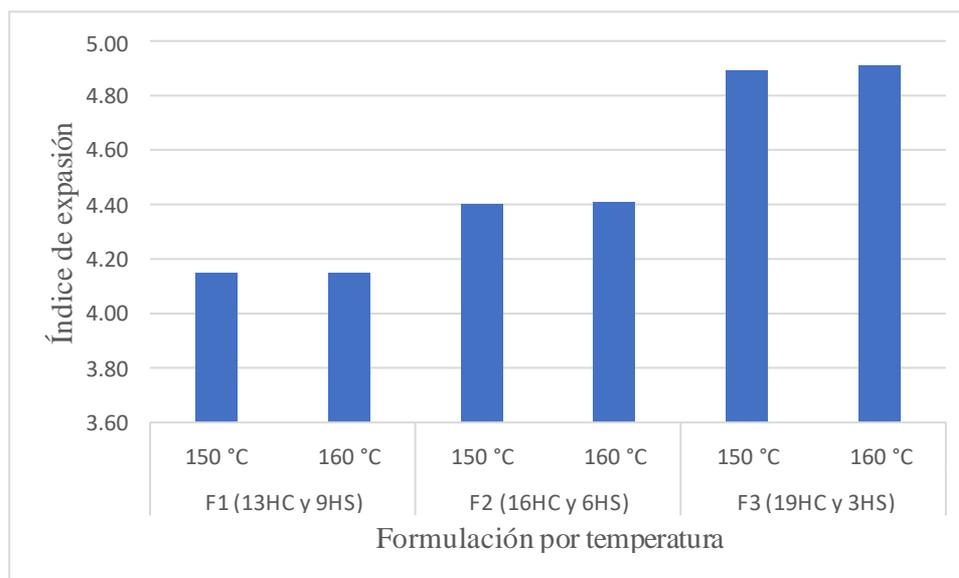
En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio realizado en el laboratorio de control de calidad de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial para la variable de salida de índice de expansión.

Tabla 45

Resultados del contenido de índice de expansión.

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Índice de Expansión Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	4.15
2 (9210)		160°C	4.15
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	4.40
4 (3301)		160°C	4.41
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	4.89
6 (8386)		160°C	4.91

Nota: Resultados obtenidos en base a las mediciones realizadas en el laboratorio de control de calidad de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Figura 45 *Índice de expansión del alimento snack*

La tabla 45 y figura 45, muestran el índice de expansión de los diferentes tratamientos, variando el índice de expansión en relación a las formulaciones, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio la índice expansión de 4.1, la fórmula 2 tiene en promedio un índice de expansión de 4.40 y para la formulación 3 un índice de expansión de 4.90. Con respecto la variable temperatura (150°C y 160 °C) el índice

de expansión varía ligeramente, el promedio a 150 °C es 4.48 y a 160°C, el promedio del índice de expansión es 4.49.

3.1.11.1. Análisis de varianza para resultados por el valor de índice de expansión

La tabla 46, análisis de varianza ANOVA, realiza la descomposición de la variabilidad del índice de expansión por efecto de los factores formulación y temperatura, así como la interacción de la formulación por la temperatura. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que el factor formulación tiene un valor P menor que 0.05, indica que tienen un efecto estadísticamente significativo sobre índice de expansión con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 46

Análisis de varianza para índice de expansión

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Formulación	1.73841	2	0.869206	1980.47	0.0000
B: Temperatura	0.00027222	1	0.00027222	0.62	0.4462
AB	0.00021111	2	0.00010556	0.24	0.7899
RESIDUOS	0.00526667	12	0.00043889		
TOTAL (CORREGIDO)	1.74416	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 47, presenta un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles formulaciones tienen medias significativamente diferentes. Encontrando que las tres formulaciones muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 47

Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de expansión por Formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Formula 1	6	4.15333	0.00855267	X
Formula 2	6	4.40667	0.00855267	X
Formula 3	6	4.90167	0.00855267	X

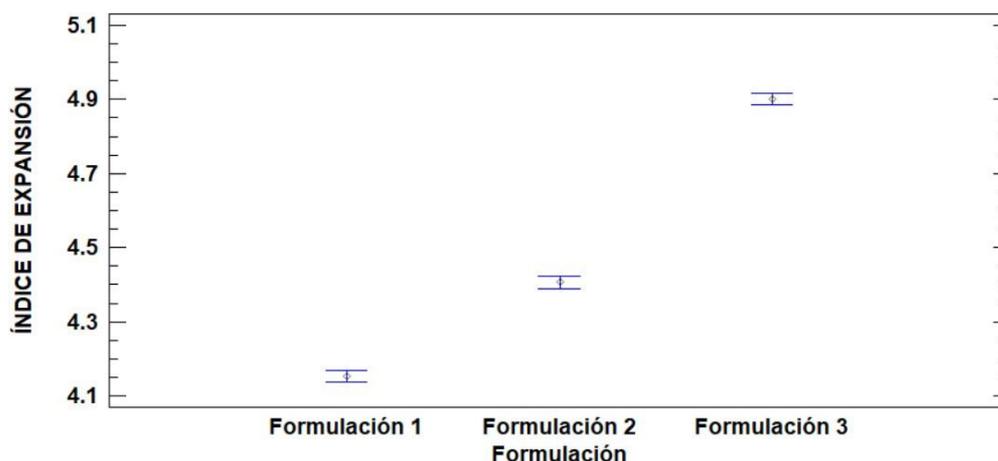
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Formula 1 - Formula 2	*	-0.253333	0.0323573
Formula 1 - Formula 3	*	-0.748333	0.0323573
Formula 2 - Formula 3	*	-0.495	0.0323573

* indica una diferencia significativa

Pruebas de múltiples rangos para índice de expansión por formulación

Figura 46

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre índice de gelatinización



En la figura 46, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3, que contienen diferentes proporciones de materias primas básicas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias estadísticas totalmente diferentes

con respecto al valor de índice de expansión, sus valores no están alineadas con respecto a la variable dependiente índice de expansión, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable valor de índice de g expansión lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias, que están representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento. Cabe mencionar también que se sigue un comportamiento de orden creciente del valor de índice de expansión con respecto a las formulaciones F1, F2 y F3 respectivamente esto debido a la composición de las formulaciones a nivel de composición inicial que intervienen en el índice de expansión y por el propio tratamiento de los compuestos originales

La tabla 48, muestra un procedimiento de comparación múltiple que se utiliza para determinar que medias son significativamente diferentes de entre las temperaturas aplicadas en la investigación. Determinando que las temperaturas utilizadas 150 y 160°C no tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 48

Pruebas de múltiples rangos para índice de gelatinización por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de expansión por Temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	4.48333	0.00698323	X
160 °C	9	4.49111	0.00698323	X

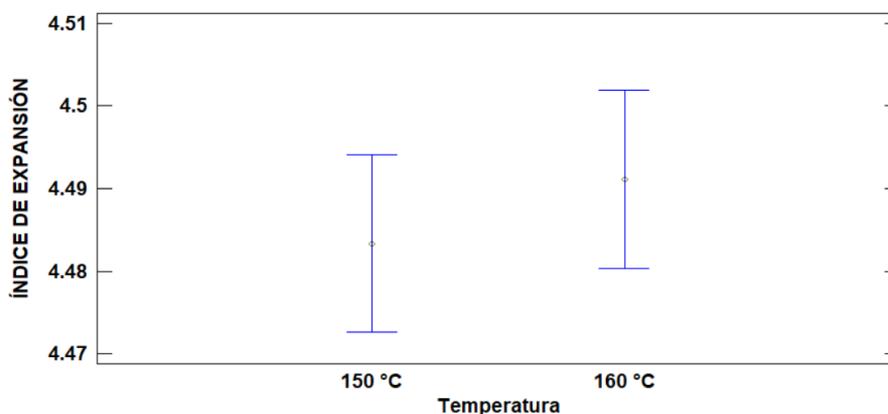
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C		-0.00777778	0.0215175

* indica una diferencia significativa.

En la figura 47, se observa que los distintos tratamientos de temperatura (150°C y 160°C) no tiene una influencia distinta para el valor de índice de expansión desde el factor temperatura en el extrusor y la interacción con los componentes de índice de expansión del snack alimenticio y como puedan interactuar sobre estas. Ambas temperaturas tienen medias totalmente alineadas con respecto a la variable dependiente índice de expansión, la media a 150°C es 4.48 con respecto a la media con temperatura de 160°C de 4.49 por tanto, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable índice de expansión lo que significa que, no muestran diferencias en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento.

Figura 47

Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre índice de gelatinización

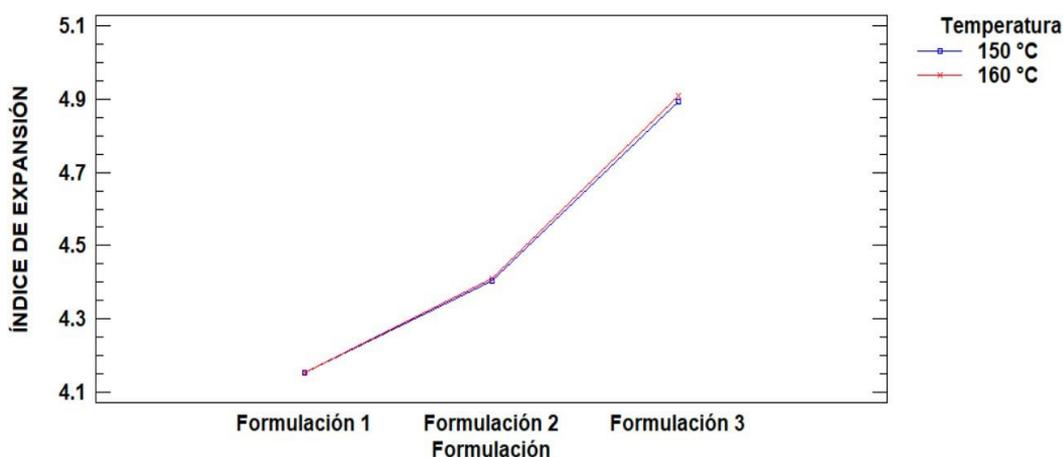


En la figura 48, se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un incremento en proporción directa del índice de expansión a F1, F2 y F3 respectivamente hacia el índice de expansión, resultante en el snack alimenticio. La interacción resultante entre las formulaciones es directa ya que al disminuir la cantidad de harina de sangre bovina en las tres formulaciones aumenta el índice de expansión. También se aprecia un

comportamiento regular entre ambas temperaturas de estudio pudiendo indicar que en ambos casos el comportamiento es casi similar para el resultado de índice de expansión.

Figura 48

Interacción de efectos formulación y temperatura sobre índice de gelatinización



3.1.11.2. Discusiones

Obregón. (2023), elaboró alimentos extruidos con una formulación comercial y le añadió harina de quinua germinada entre 10 a 20% y mucilago de nopal entre 5 a 10%, determinando que el índice de expansión varía entre 3.46 a 4.07. estos resultados son similares a los determinados en la investigación, variando de 4.15 a 4.91 debido a una menor sustitución que la referida por Obregón. Además, el índice de expansión esta influenciada por el contenido de proteínas y lípidos en la formulación inicial.

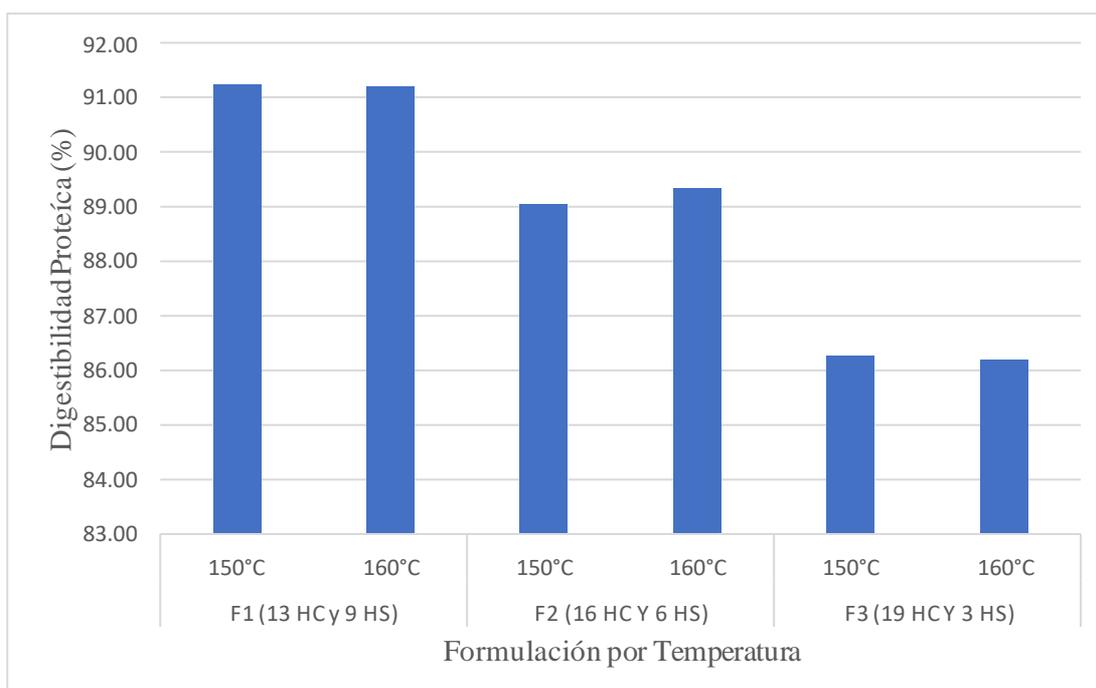
4.1. DIGESTIBILIDAD

En la tabla siguiente se muestran los resultados de análisis de laboratorio para la variable de salida de digestibilidad proteica.

Tabla 49*Resultados del contenido de digestibilidad proteica*

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Digestibilidad Proteica Promedio (%)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	91.24
2 (9210)		160°C	91.19
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	89.04
4 (3301)		160°C	89.32
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	86.25
6 (8386)		160°C	86.18

Nota: Resultados obtenidos del certificado de laboratorio INIA-Puno.

Figura 49*Contenido de digestibilidad proteica en el alimento snack*

La tabla 49 y figura 49, muestran el índice de digestibilidad proteica de los diferentes tratamientos, variando el índice de digestibilidad proteica en relación a las formulaciones, es así, que la fórmula 1 tiene en promedio de digestibilidad proteica de 91.22 %, la fórmula 2 tiene en promedio de digestibilidad proteica de 89.18 % y para la formulación 3 la digestibilidad proteica es de 86.22 %. Con respecto la variable

temperatura (150°C y 160 °C) la digestibilidad proteica varia ligeramente, el promedio a 150 °C es 88.84 % y a 160°C, el promedio de la digestibilidad proteica es 88.90.15%.

4.1.1. *Análisis de varianza para resultados por el valor de digestibilidad proteica*

El análisis de varianza de varios factores (formulación y temperatura) para la digestibilidad proteica, tienen la finalidad de determinar qué factores entre las formulaciones y temperatura tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la digestibilidad. El valor del estadístico p “valor p” en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos.

Tabla 50

Análisis de varianza para digestibilidad proteica

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: FORMULACIÓN	75.7119	2	37.8559	619.63	0.0000
B: TEMPERATURA	0.01445	1	0.01445	0.24	0.6355
AB	0.119433	2	0.0597167	0.98	0.4043
RESIDUOS	0.733133	12	0.0610944		
TOTAL	76.5789				

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 50, ANOVA descompone la variabilidad de la variable de salida digestibilidad en contribuciones debidas a los factores formulaciones y temperatura, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. La tabla muestra que para el factor formulación tiene un valor p menor que 0.05, por lo que este factor es estadísticamente significativo sobre la variable digestibilidad con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 51*Pruebas de múltiples rangos para digestibilidad proteica por formulación*

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

FORMULACIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
FORMULA 3	6	86.2183	0.100908	X
FORMULA 2	6	89.18	0.100908	X
FORMULA 1	6	91.2133	0.100908	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
FORMULA 1 - FORMULA 2	*	2.03333	0.381765
FORMULA 1 - FORMULA 3	*	4.995	0.381765
FORMULA 2 - FORMULA 3	*	2.96167	0.381765

Nota: * indica una diferencia significativa.

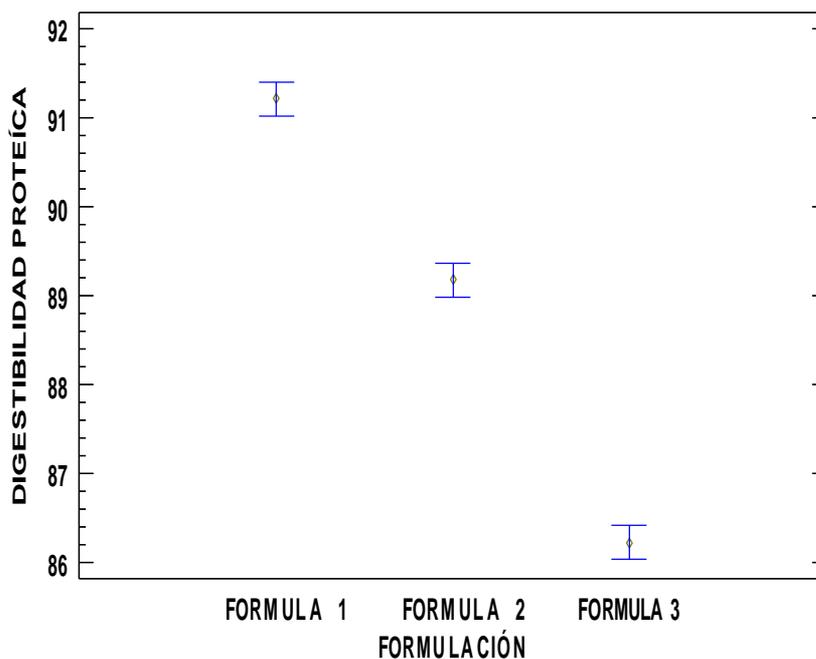
La tabla 51, muestra un procedimiento de comparación múltiple que se utiliza para determinar que medias de las formulaciones son significativamente diferentes. Se observa que las formulaciones utilizadas en la investigación tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza sobre la digestibilidad proteica. La fórmula 1 tiene el mejor nivel de digestibilidad y la fórmula 3 una baja digestibilidad.

En la figura 50, se observa que los distintos tipos de formulación, F1, F2 y F3 no comparten intersección con los resultados de la variable digestibilidad lo que significa que muestra una diferencia en el comportamiento de sus medias (formulaciones), las que están representadas por asteriscos en la parte central de las columnas azules, lo que significa que no comparten una intersección, una diferencia significativa frente al experimento en lo que respecta a la variable digestibilidad.

Las formulaciones o tratamiento F1, F2 y F3 tuvieron un comportamiento descendente con respecto a la digestibilidad proteica observándose f1, f2 y F3 con valores de 91, 89 y 86 respectivamente para la variable digestibilidad proteica.

Figura 50

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre digestibilidad proteica



La tabla 52 expone un análisis de comparación múltiple cuyo propósito es examinar si existen diferencias significativas entre las medias de las temperaturas aplicadas en la investigación con respecto a su efecto en la digestibilidad proteica. Este procedimiento permite contrastar cada par de temperaturas para identificar variaciones estadísticamente relevantes que puedan influir en la capacidad de digestión de las proteínas en el producto evaluado. Los resultados revelan que, con un nivel de confianza del 95.0%, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas en términos de digestibilidad proteica. Esto sugiere que las variaciones en la temperatura, dentro del rango analizado, no afectan considerablemente la eficiencia en la digestión de las proteínas, lo cual podría ser útil

para determinar parámetros de procesamiento estables sin comprometer la calidad nutricional del producto.

Tabla 52

Pruebas de múltiples rangos para digestibilidad proteica por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

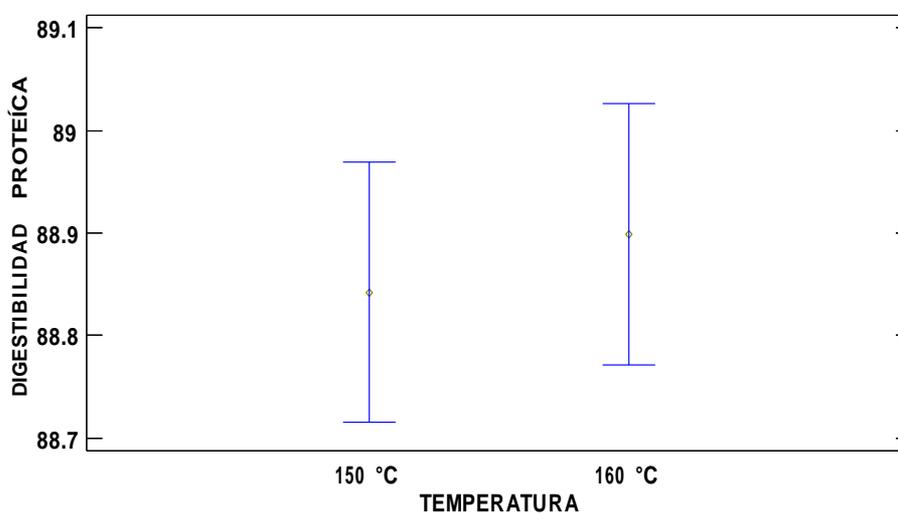
TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
150 °C	9	88.8422	0.082391	X
160 °C	9	88.8989	0.082391	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
150 °C - 160 °C		-0.0566667	0.253872

Nota: * indica una diferencia significativa.

Figura 51

Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre digestibilidad proteica

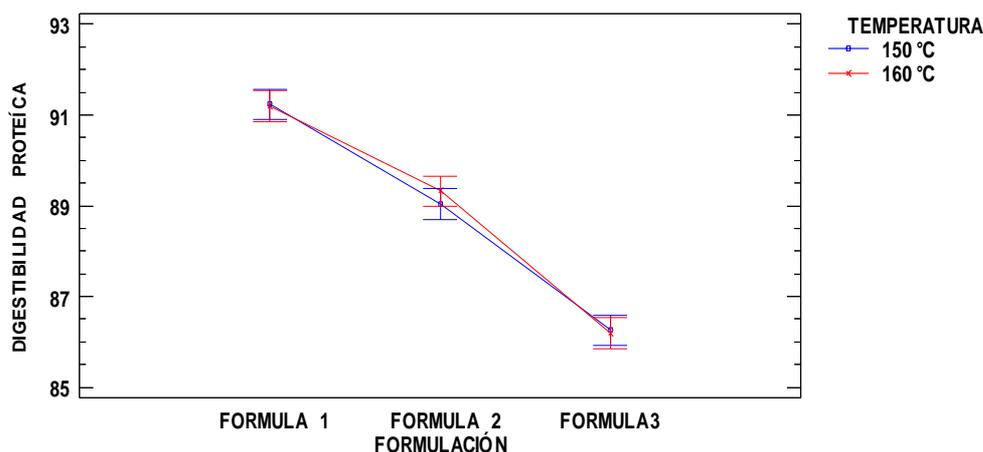


En la figura 51, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160°C, tienen medias totalmente diferentes, pero muestran regiones de intersección alineadas con respecto a la variable dependiente digestibilidad, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable digestibilidad

proteica lo que significa que no muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias. Entonces la temperatura no influye de modo significativo en el resultado de la digestibilidad proteica.

Figura 52

Interacción de efectos: formulación y temperatura sobre la digestibilidad proteica



En la figura 52, se muestra que conforme a la variación de los tratamientos formulaciones F1, F2 y F3, se observa un descenso de la digestibilidad proteica, esto debido a la composición de cada formulación. También se aprecia que la temperatura de 150°C y el de 160°C tienen un comportamiento casi paralelo para la variable digestión proteica por lo tanto no influye sobre la digestibilidad proteica, se reporta mayor digestión proteica con F1 91.00 %, luego F2 con 89.00 % y finalmente F3 con 86.00 %,

4.1.2. *Discusiones*

Los resultados son concordantes con los reportados por (Zamora, 2003) quien determinó una digestibilidad proteica de 89% para un producto extruido tipo snack a partir de proteínas y almidón y harinas de canavalia ensiformes (frijol). También (Pérez-Navarrete et al., 2007) en su trabajo de investigación “Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteína y almidón en mezclas de harinas de maíz y frijol lima”. Determinó que el proceso de extrusión mejora la biodisponibilidad de

la proteína y reporta valores superiores a 82% de digestibilidad proteica para productos extruidos. Los resultados en la investigación realizada son ligeramente superiores a los valores reportados debido al uso en la formulación de harina de sangre vacuno.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIONES PARA LA ACEPTABILIDAD

Tabla 53

Resultados de la prueba de aceptabilidad

Tratamiento	Formulaciones	Temperatura (°C)	Color (Promedio)
1 (9447)	F1 (13 HC y 9 HS)	150°C	3.99
2 (9210)		160°C	3.67
3 (3025)	F2 (16 HC Y 6 HS)	150°C	5.88
4 (3301)		160°C	5.90
5 (6025)	F3 (19 HC Y 3 HS)	150°C	5.33
6 (8386)		160°C	5.37

4.2.1. *Análisis de variable de varios factores de calor para resultados por el valor de aceptabilidad.*

La tabla 54, muestra el análisis de varianza para la variable de salida color, descomponiendo la variabilidad en contribuciones de los factores formulación y temperatura, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que la variable formulación y la interacción de las variables formulación por temperatura tienen valores-p menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 54*Análisis de varianza para color*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Formulación	13.7737	2	6.88687	810.2 2	0.0000
B: Temperatura	0.03735 5	1	0.03735 5	4.39	0.0579
INTERACCIONES					
AB	0.11791 1	2	0.05895 5	6.94	0.0100
RESIDUOS	0.102	12	0.0085		
TOTAL (CORREGIDO)	14.031	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 55*Pruebas de múltiples rangos para color por formulación*

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	6	3.82667	0.0376386	X
F3	6	5.35	0.0376386	X
F2	6	5.89333	0.0376386	X

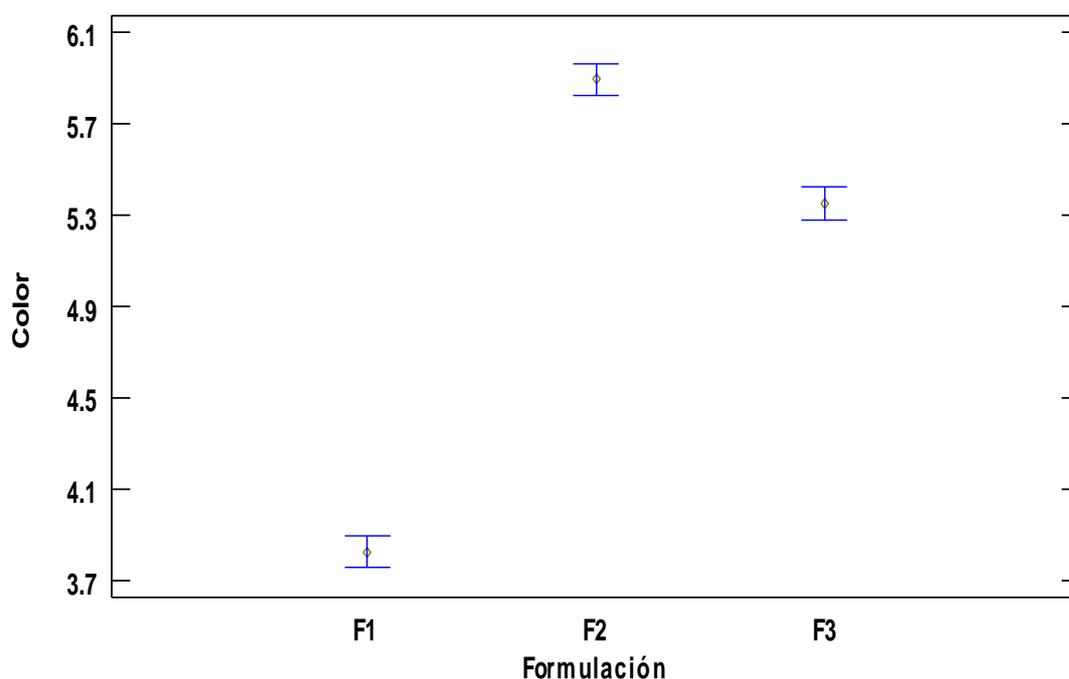
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1 - F2	*	-2.06667	0.142398
F1 - F3	*	-1.52333	0.142398
F2 - F3	*	0.543333	0.142398

Nota: * indica una diferencia significativa.

En la tabla 55, se utilizó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias de las formulaciones son significativamente diferentes con referencia al color del producto investigado. El resultado es que las tres formulas presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel de seguridad del 95.0%.

Figura 53

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre color



En la figura 53, se observa que los distintos tipos de formulación, F1, F2 y F3 comparten intersección con los resultados de la variable de color lo que significa que muestra una diferencia en el comportamiento de sus medias (formulaciones), las que están representadas por asteriscos en la parte central de las columnas azules, lo que significa que no comparten una intersección, una diferencia significativa frente al experimento en lo que respecta a la variable color.

Tabla 56*Pruebas de múltiples rangos para color por temperatura*

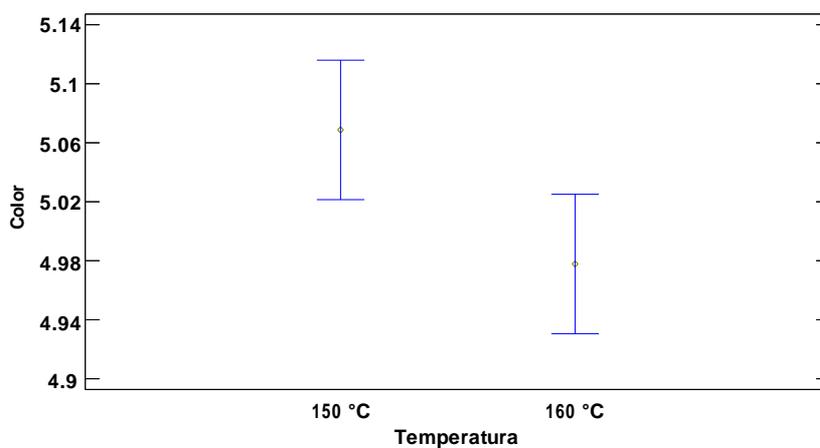
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
160 °C	9	4.9777 8	0.0307318	X
150 °C	9	5.0688 9	0.0307318	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
150 °C - 160 °C		0.0911111	0.0946944

Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 56 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar que temperaturas tienen medias significativamente diferentes. Mostrando que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas utilizadas en la investigación con respecto al color del producto investigado.

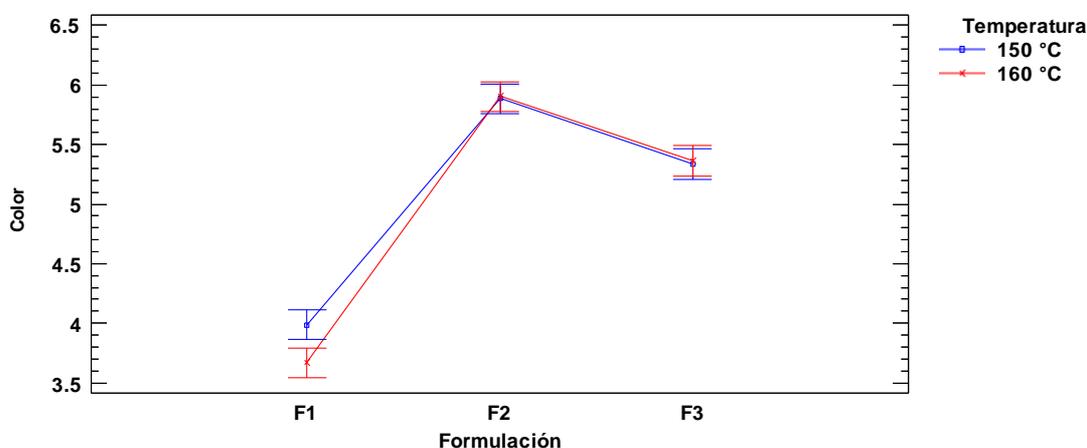
Figura 54*Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre color*

En la figura 54, se observa que los distintos tratamientos de temperatura 150°C y 160°C, tienen medias totalmente diferentes, pero muestran regiones de intersección alineadas con respecto a la variable dependiente color, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable COLOR lo que significa que no muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias.

En la figura 55, se observa que los distintos tratamientos (F1, F2 Y F3) a temperatura 150°C y 160°C, tienen medias totalmente diferentes entre F1 y F2, pero muestran regiones de intersección alineadas con respecto a la variable dependiente color, queda claro que comparten intersección con los resultados de la variable COLOR lo que significa que no muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias

Figura 55

Interacciones y 95% de Tukey HSD de formulación y temperatura sobre color



4.2.2. Evaluación del atributo olor

En la tabla 57, se presenta el análisis de varianza con respecto al atributo sensorial del olor y tiene como finalidad determinar si existen diferencias significativas en el olor.

Tabla 57*Análisis de varianza para olor*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A: Formulación	17.746	2	8.87301	234.32	0.0000
B: Temperatura	0.08405	1	0.08405	2.22	0.1621
INTERACCIONES					
AB	0.1317	2	0.06585	1.74	0.2172
RESIDUOS	0.4544	1 2	0.0378667		
TOTAL (CORREGIDO)	18.4162	1 7			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 57 descompone la variabilidad del olor por factores de formulación y temperatura, también muestra el efecto de la interacción de la formulación y temperatura sobre el olor. La formulación tiene un valor-p menor que 0.05 por lo tanto este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el atributo olor con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 58*Pruebas de múltiples rangos para olor por formulación*

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	6	3.78667	0.0794425	X
F3	6	5.52667	0.0794425	X
F2	6	6.12833	0.0794425	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1 - F2	*	-2.34167	0.300555
F1 - F3	*	-1.74	0.300555
F2 - F3	*	0.601667	0.300555

Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 58 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles formulaciones tienen medias significativamente diferentes. Mostrando que las tres formulaciones utilizadas en la investigación muestran diferencias estadísticamente significativas con una seguridad del 95.0%.

En la figura 56, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas básicas (maíz, cañihua y sangre bovina), tienen medias totalmente diferentes con respecto al valor de OLOR, no están alineadas con respecto a la variable dependiente valor de olor, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable olor lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento.

Figura 56

Medias y 95% de Tukey HSD de formulación sobre olor

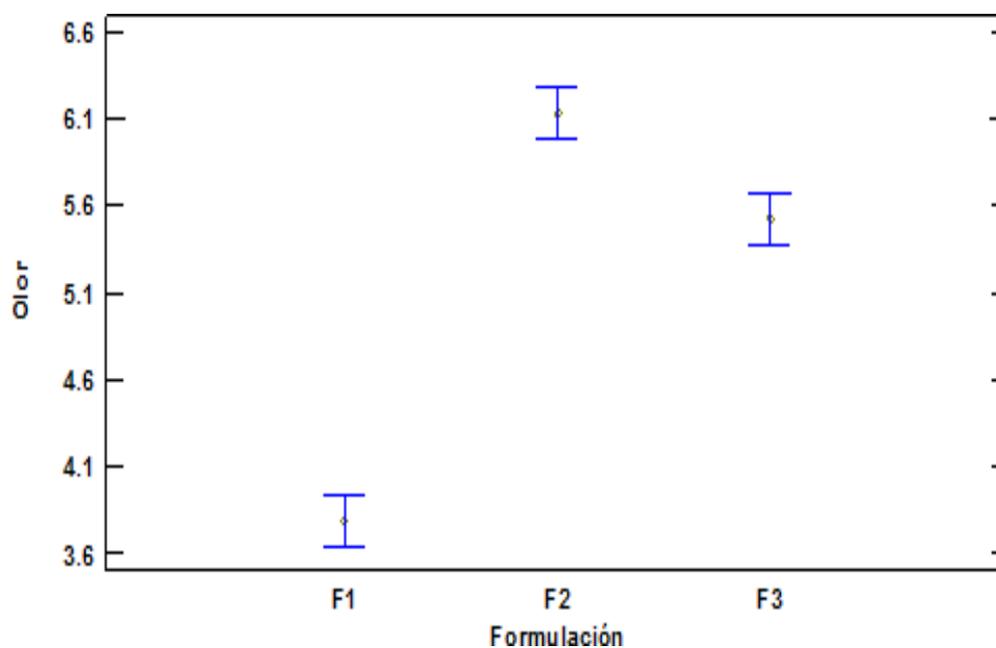


Tabla 59*Pruebas de múltiples rangos para olor por temperatura*

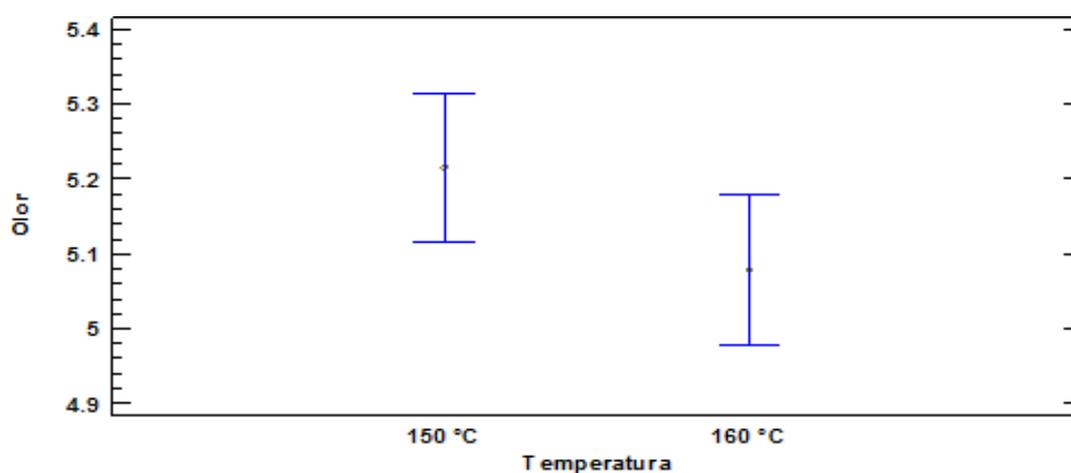
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
160 °C	9	5.07889	0.064864	X
150 °C	9	5.21556	0.064864	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
150 °C - 160 °C		0.136667	0.199868

Nota: * indica una diferencia significativa.

En la tabla 59 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias de las temperaturas son significativamente diferente sobre el olor. Mostrando que las temperaturas utilizadas en la investigación no tienen diferencias estadísticas significativas con una seguridad del 95.0% sobre la variable de salida olor.

Figura 57*Medias y 95% de Tukey HSD, temperatura sobre olor*

En la figura 57, se observa que los distintos tratamientos de formulaciones F1, F2 y F3 con diferentes contenidos de materias primas básicas (maíz, cañihua y sangre

bovina) , tienen medias totalmente diferentes con respecto al valor de olor, no están alineadas con respecto a la variable dependiente valor de olor, queda claro que no comparten intersección con los resultados de la variable olor lo que significa que si muestran una diferencia en el comportamiento de sus medias representadas en el punto medio de cada línea vertical por tratamiento con respecto a la temperatura.

4.2.3. Evaluación del atributo sabor

El estudio de variancia para el atributo sabor muestra que, no existe significación ($F_c < F_t 0.05$) tanto en panelistas como en los tratamientos (T1, T2, T3), es decir los panelistas no encontraron diferencias significativas al variar las cantidades de harina extruida de maíz, cañihua y sangre bobina.

Tabla 60

Análisis de varianza para sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A: Formulación	18.2283	2	9.11416	1234.42	0.0000
B: Temperatura	0.209089	1	0.209089	28.32	0.0002
INTERACCIONES					
AB	0.190711	2	0.0953556	12.91	0.0010
RESIDUOS	0.0886	12	0.00738333		
TOTAL	18.7167	17			

Nota: Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 60 descompone la variabilidad de sabor en contribuciones debidas a los factores formulación y temperatura, además de la interacción de la formulación por temperatura. Los valores-P en la tabla son menores que 0.05 para los factores formulación temperatura y la interacción de la formulación por la temperatura indicando de esta manera que tienen efecto estadísticamente significativo sobre sabor con una seguridad del 95.0%.

La tabla 61 aplica un procedimiento de comparación múltiple que se utilizó para determinar que formulaciones tienen medias significativamente diferentes. Mostrando que las tres formulaciones utilizadas en la investigación presentan medias estadísticamente significativas con una seguridad del 95.0% sobre el atributo sabor.

Tabla 61

Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por Formulación

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

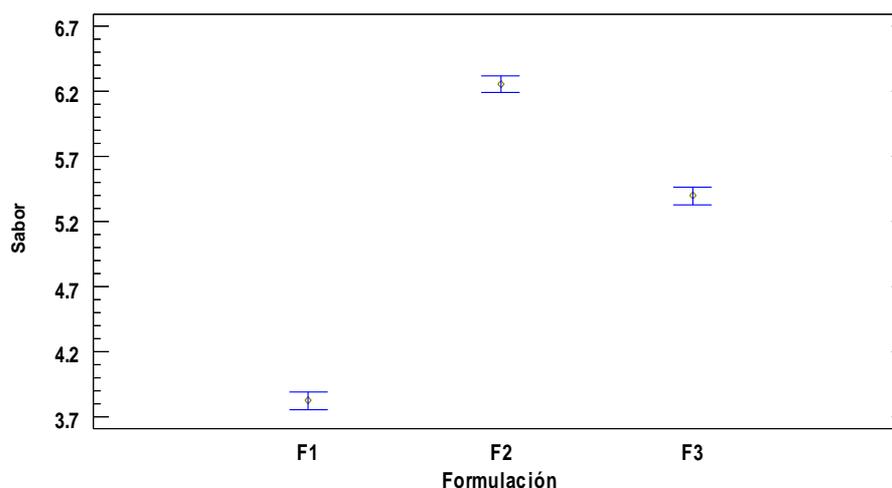
<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	6	3.82333	0.0350793	X
F3	6	5.39667	0.0350793	X
F2	6	6.25333	0.0350793	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1 - F2	*	-2.43	0.132715
F1 - F3	*	-1.57333	0.132715
F2 - F3	*	0.856667	0.132715

* indica una diferencia significativa.

Figura 58

Medias y 95% de Tukey HSD sobre sabor



Según la figura 58 las F1, F2 y F3 nos muestra con respecto al sabor según los panelistas es de que a mayor cantidad de sangre no es agradable para los panelistas, según la figura la F2 es más aceptado.

Tabla 62

Pruebas de múltiples rangos para sabor por temperatura

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Temperatura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
160 °C	9	5.05	0.0286421	X
150 °C	9	5.26556	0.0286421	X

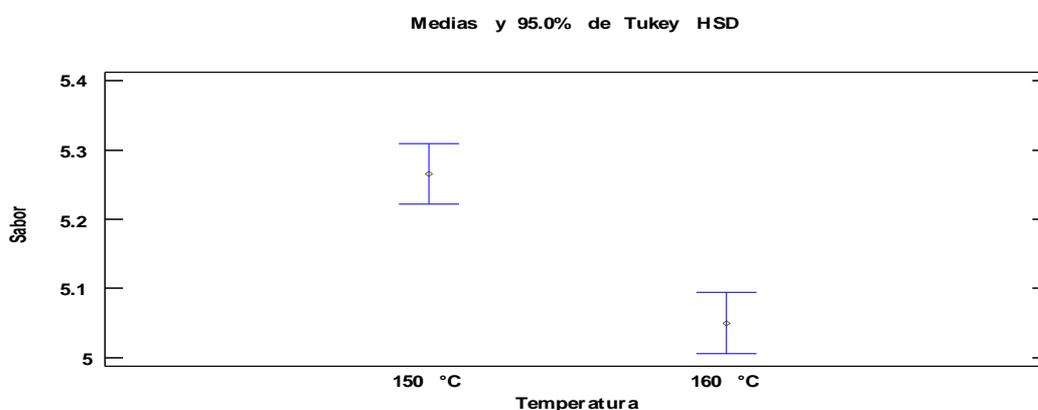
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
150 °C - 160 °C	*	0.215556	0.0882553

Nota: * indica una diferencia significativa.

La tabla 62, aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar que temperaturas tienen medias significativamente diferentes. Los resultados muestran que las medias de las temperaturas diferentes estadísticamente significativas con una seguridad del 95.0%.

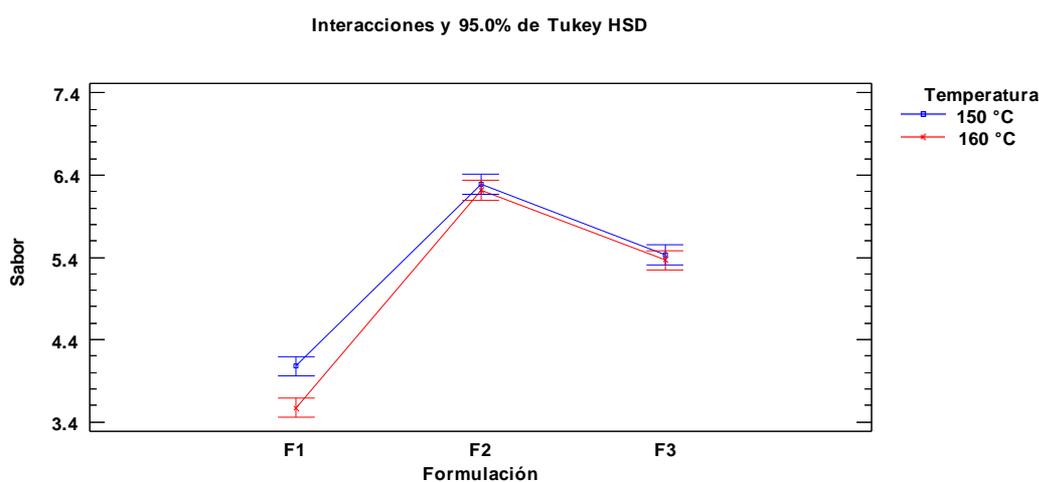
Figura 59

Medias y 95% de Tukey HSD de temperatura sobre el sabor



Según la figura 59 a temperatura de 150 °C mantiene el sabor y es más aceptado por los panelistas, y a temperatura de 160°C no mantiene el sabor y es menos aceptable debido a que a ido volatilizado sus componentes por el factor de la temperatura.

Figura 60 Interacciones y 95% de Tukey HSD de formulación y temperatura sobre el sabor



La figura 60, nos muestra la formulación F1, F2 y F3 a temperatura de 150°C y 160°C que existe una diferencia de sabor en f1 y f2 que es más aceptado por el panelista es el f2 mantiene el sabor característico medio.

4.2.4. *Discusiones*

Los parámetros sensoriales y su calidad de aceptación son indispensables al momento que el consumidor prefiera un producto u otro, por ello es preciso señalar que se busca en un snack que este tenga atributos agradables a los sentidos humanos (Santacruz, 2022), (Severiano-Perez, 2019) y (Schouten, y otros, 2015). La apreciación sensorial en el presente estudio tiene valores de aceptación similares a reportados en otros estudios similares como el snack de maíz y harina de calamar gigante de (Villafuerte, Elfer, Obiuspo, Maza, & Macavilca, 2015), que indican preferencias en contenidos promedios y no extremos de harina de calamar gigante en

analogía a la inclusión de la sangre bovina del presente estudio. En la especificidad de análisis sensoriales como el sabor, olor y color se tiene el snack deshidratado a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha, zanahoria), en cuyo análisis sensorial se reporta una aceptabilidad por la composición de mayor contenido en remolacha (Arias-Ramos, 2022). En el estudio realizado por (Choquehuanca & Masco, 2019), se menciona que la preferencia por los atributos sensoriales de su snack fue orientada por el sabor del plátano en su sabor, en caso análogo al presente estudio el contenido de sangre bovina determino las preferencias de calidad sensorial.

CONCLUSIONES

El proceso de extrusión tiene efecto significativo sobre la calidad nutricional, digestibilidad y aceptabilidad de alimentos snack a partir de las materias primas utilizadas en la investigación (harinas de maíz, harina de cañihua y harina de sangre bovina)

1. La formulación y la temperatura de extrusión influyen significativamente en las propiedades fisicoquímicas del snack a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bovina. Se determinó que la **fórmula 1** (52.5% harina de maíz, 19% harina de cañihua y 3% harina de sangre bovina), extruida a **150 °C**, presentó los valores más altos en **proteína (16.10%)**, **grasa (13.71%)** y **energía (452.72 kcal/100 g)**, lo que sugiere que esta combinación favorece el perfil nutricional del producto. Por otro lado, la **fórmula 3**, procesada a **160 °C**, alcanzó el mayor **índice de gelatinización (96.33)** y **índice de expansión (4.91)**, indicando que una temperatura más elevada mejora la textura y estructura del snack.
2. La formulación como la temperatura de extrusión influyen significativamente en la digestibilidad de la proteína in vitro del snack a base de harinas de maíz, cañihua y sangre bovina. Se determinó que la **fórmula 1** (52.5% harina de maíz, 19% harina de cañihua y 3% harina de sangre bovina) extruida a **160 °C** presentó la mayor digestibilidad de la proteína, con un valor de **91.16%**, lo que indica que el tratamiento térmico optimiza la desnaturalización y accesibilidad enzimática de las proteínas
3. El análisis sensorial del snack extruido demostró que la formulación influye significativamente en la aceptación del producto en términos de color, olor y sabor. Se determinó que la **fórmula 2** (52.5% harina de maíz, 16% harina de cañihua y 6% harina de sangre bovina) obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial, alcanzando **5.90 en color**, **6.12 en olor** y **6.25 en sabor** en una escala hedónica de 7 puntos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios adicionales para optimizar los parámetros del proceso de extrusión, como la temperatura, la velocidad del tornillo extrusor, la humedad de alimentación, la velocidad de alimentación, para mejorar aún más la calidad nutricional y sensorial del producto snack.
2. Investigar la inclusión de otros ingredientes locales y ricos en nutrientes, como quinua, amaranto u otros tipos de proteínas animales o vegetales, para diversificar y enriquecer la formulación del snack.
3. Evaluar el impacto de la adición de ingredientes funcionales como fibras dietéticas, antioxidantes naturales y prebióticos para mejorar la funcionalidad y el perfil de salud del producto final.
4. Realizar estudios de vida útil para determinar la estabilidad del producto snack en términos de calidad nutricional y sensorial durante el almacenamiento. Esto incluye análisis de cambios en la textura, sabor, contenido de humedad y valor nutricional a lo largo del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E. R. (2008). "Influencia de la temperatura y concentración en las características reológicas de la pulpa de carambola (*Averrhoa carambola* L.)". Huancayo – Perú.
- Ajita, T., & Jha, S. K. (2017). Extrusion cooking technology: Principal mechanism and effect on direct expanded snacks – An overview. *International Journal of Food Studies*, 6(1), 113–128. <https://doi.org/10.7455/ijfs/6.1.2017.a10>
- Alcantara, K., Oblitas, M., & Taype, L. (2020). Efectividad del consumo de productos alimenticios fortificados con hierro en el incremento de hemoglobina en niños de 6 meses a 6 años: Revisión sistemática. Lima-Perú: Universidad Científica del Sur.
- Alva, E., Bazan, E., Cabrera, J., Huaccha, K., & Rojas, S. (2013). Optimización de humedad y textura en snacks de manzana, evaluando espesor y temperatura de secado. *Agroindustrial Science*, 91-100.
- Alam, M. S., Kaur, J., Khaira, H., & Gupta, K. (2015). Extrusion and Extruded Products: Changes in Quality Attributes as Affected by Extrusion Process Parameters: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 445–473. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.779568>
- Aro Aro Juan Marcos y Calsin Cutimbo Marienela (2019) Elaboration of a food mixture based on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), barley (*Hordeum vulgare* L.), corn (*Zea mays*), bean (*Vicia faba* L.) and soybean (*Glycine max* L Merr) by cooking-extrusion process https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVALT_01bd90d77a8c1ce5c7bc043d13c8e635

- Arias-Ramos, H. (2022). Elaboración de snacks deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha, zanahoria) y sus análisis sensorial y bromatológico [Tesis de pregrado de Ingeniería en Agroindustrial y Ingeniería en Alimentos]. Universidad Dr. José M. Antigua Cuscatlan-El Salvador. Obtenido de <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/5108>
- Astuhuaman, L. (2007). Efecto de la cocción-extrusión en la fibra dietaria y en algunas propiedades funcionales de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) . Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Badii, M., & Castillo, M. A. (2007). Diseños experimentales e investigación científica. *Innovación de Negocios*, 283-300.
- Barandiarán Gamarra (2020) manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro editado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA Equipo Técnico de Edición y Publicaciones
- Boluarte, G., Ciscneros, F., & Fernandez, D. (2018). Efecto del tipo de agente de pelado, tiempo de cocción y contenido de humedad en la calidad de snacks fritos de maíz blanco gigante (*Zea mays*) . *Revista de la Sociedad Química del Perú.*, 118-128.
- Bravo, E., & Ortega, J. (2017). Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack extruido a base de arroz (*Oriza sativa* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) y torta desgrasada de Chia (*Sativa Hispanica* L.). Nuevo Chimbote-Peru: Universidad Nacional del Santa.
- Capuñay, K., & Rojas, J. (2020). Evaluación de los porcentajes de arroz ñelen, pallar y algarroba en la formulación de un complemento alimenticio extruido para preescolares [tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] repositorio institucional. Lambayeque-Peru. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8377>

- Castro Montoya Y. (2019). Efecto de las condiciones de extrusión y de la adición de harina de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) sobre propiedades nutrimentales y nutracéuticas de pastas alimenticias libres de gluten, a base de arroz quebrado
URI: http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB_UAS/830
- Choquehuanca, E., & Masco, Y. (2019). Influencia de la extrusión en las características fisicoquímicas en un snack a base de maíz (*zea mayz*), plátano (*mussa cavendish*) y yuyo (*chondracanthus chamissoi*)[tesis de grado licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Arequipa-Peru. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/09ab6534-5f32-4504-a64e-3f403ccbde1e>
- Cueva, P. (2012). Diseño de una planta Agroindustrial procesadora de alimentos extruidos tipo snack, a partir de soya (*Glycine max* L) y amaranto (*Amaranthus* sp) en la provincia de Pichincha. Quito-Ecuador: Universidad de las Americas.
- Espinoza, k., Roldan, D., & Martinez, N. (2021). Elaboracion de snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteina (*Dosidicus gigas*) y determinacion de su vida util. *Anales Cientificos*, 180-191. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1754/2267>
- Espinoza Córdova, Karina Mercedes, (2017), Desarrollo de un snack extruido a base de maíz enriquecido con harina de pota (*Dosidicus gigas*) precocida y de terminación de su vida útil <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3992>
- Espinoza Solís Raquel. (2023) Valor nutricional y evaluación de la aceptabilidad de un snack de maíz amarillo (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), mijo (*Panicum miliaceum*) y harina de pota (*Dosidicus gigas*) <https://hdl.handle.net/20.500.12893/12349>.
- Espinoza, K., Roldan, D., & Martinez, N. (2021). Elaboracion de snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteina de pota (*Dosidicus gigas*) y determinacion de su vida util. *Anales Cientificos*, 180-191.

- Espinoza-Calderón, Gustavo Adolfo ; Ruiz-Rodríguez, Alfonso ; Salazar-Silvestre, Elías
Principios metodológicos fundamentales para las mezclas alimenticias instantáneas
con harina de haba, quinoa y maíz Revista científico - profesional, ISSN-e 2550-
682X, Vol. 6, N°. 5, 2021, págs. 1128-1154
- FAO (2015) El maíz en la nutrición humana ISBN 92-5-303013-5 Código FAO: 86 AGRIS:
S01
- FEDNA (2021) Harina de sangre spray
https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-sangre-spray
- Galarza, R. (2011). Calidad Nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles
de hierro proveniente de harina de sangre bovina. Lima-Peru: Universidad Nacional
Mayor de San Marcos.
- García, J., Castillo, A., Ramírez, M., Redondo, G., & Larque, M. (2001). Comparación de
los procedimientos de Tukey, Duncan, Hsu y Bechhofer para seleccionar medias.
Agrociencia, 79-86.
- Gonzales, R., & Torres, R. D. (2002). Extrusion-Cocción de cereales. Boletín da Sociedade
Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos, 104-115.
- Gonzales-Gonzales, J. (2020). Determinación del contenido de ácidos grasos cis, trans,
saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en snacks mediante cromatografía de
gases. Lambayeque: Universidad Pedro Ruis Gallo de Lambayeque.
- González, L., & Pérez, M. (2020). Evaluación de la calidad proteica en productos
alimenticios. Revista de Ciencias Nutricionales, 12(2), 45-56.
- Graziella - Colato A., F. F. (2009). Rheological behavior of blueberry. Brazil.: Campinas
State University.
- Haug, W., & Lantzsch, H. J. (2022). The Maillard Reaction in Food Processing: Mechanisms
and Implications. Journal of Food Science and Technology, 59(4), 1220-1235.

- Haug, W., & Lantzsch, H. J. (2020). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(2), 128-132. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740700203>
- Huamani-H A., Ponce-Ramírez J., Málaga-Juárez J. (2020) Optimización del proceso de cocción de quinua utilizando el diseño 3k y la función de deseabilidad: Grado de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad y desprendimiento de cotiledones DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.10>
- Icarte, R. M. (2002). Caracterización del comportamiento reológico de sopa crema orientada a control de calidad. Valdivia, Chile.
- Iglesias Abad S., J. Alegre Orihuela, C. Salas Macías, J. Egúez Moreno (2018) Corn yield (*Zea mays*) improves with the use of Eucalyptus biochar. *Scientia Agropecuaria*, 2018, Vol. 9, No. 1, 25-32 ref. 31 DOI: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.03
- Kameko, J. (2005). Determinación de los parametros de extrusion de un extrusor de bjo costo para la obtencion de un amezcla para desayuno a partir de oca, olluco y quinua. Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Kocherla, P., Aparna, K., & Laskhmi, D. (2012). Development and evaluation of RTE (ready to eat) extruded snack using egg albumin powder and chesse powder. *Agricultural Engginnering International Journal*, 179-187.
- Lopez, M. (1992). Esatudio del tratamiento termico extrusion sobre las propiedades funcionales y reologicas del almidon de yuca. Armedia-Colombia: Universidad de Armedia.
- Lowry, S. (1992). Use and misuse of multiple comparisons in animal experimental. *Animal Science*, 1971-1977.
- Li, T.-X., Ji, L.-B., Jiang, Z.-R., Geng, Z.-Z., Shentu, H.-Q., Liu, M.-C., Xie, Y.-F., Hu, J., Liu, Y.-F., & Li, D.-L. (2020). Caramel products of glucose with water during

- heating process and their bioactivities. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 971–978. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1770788>
- Mancero Santillan E. (2018), Sobre el desarrollo de mezclas de alimentos andinos aminoacídicamente completas de bajo costo para la alimentación infantil *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición RNPS*: 2221. ISSN: 1561-2929.
- Mallma, F., & Quispe, E. (2015). Formulación de un extruido rico en hierro a partir de bazo bovino (*Bos taurus*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y grits de maíz (*Zea mays*) edulcorado con jarabe de yacon (*Smallantus sonchifollus*) para niños de tres años. Abancay-Peru: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mäkilä, L.; Laaksonen, O.; Ramos Diaz, J. M.; Vahvaselkä, M.; Myllymäki, O.; Lehtomäki, I.; Kallio, H. 2014. Exploiting blackcurrant juice press residue in extruded snacks. *LWT - Food Science and Technology* 57(2): 618-627.
- Manosalvas, A., Taimal, R., & Villacres, E. (2019). Efecto de la humedad de alimentación y temperatura de extrusión sobre el contenido nutricional de un snack a base de maíz, chocho y papa. *Revista Bases de la Ciencia*, 67-80. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1911/2688>
- Martel Galarza Ronny y Arellano Cairo Yadira (2013) Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4814516>
- Medina-Espinoza, W., Ancco-Vizcarra, T., Huaman-Castilla, N., & Apaza-Vizcarra, A. (2011). Developing Tunta Snacks, hard yellow Corn (*Zea mays*) and Carrot (*Daucus carota*) processed by Extrusion. *CienciAgro*, 2(2), 291-296. Obtenido de <http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rca/v2n2/v2n2a05.pdf>

- Mercier, C., & Linko, O. J. (1998). *Extrusion Cooking*. Inc. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Mujica A. & Jacobsen Sven-E. *La quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres* Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard
- Muñante, M. (2021). *Potencial bioaccesible de ácidos grasos del snack comercial de almendra y sacha Inchi (Pluekenia volubilis L)*. Tarapoto: Universidad nacional de San Martín.
- Muñoz, E., Chernikoff, R., & Possa, H. y. (2006). *Modelo predictivo del comportamiento reológico de pulpas de fruta (Pera)*. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo. Argentina.
- Murillo González R. (2020) *aplicación de la tecnología de extrusión en productos con alto contenido en proteína*, Universidad Politécnica de Valencia <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150018/Murillo%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa%20de%20extrusi%C3%B3n%20en%20productos%20con%20alto%20contenido%20en%20prote%C3%ADna.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nieto Ugarte, Katherine Yakeline, (2019). *Formulación de una sopa instantánea con alto contenido nutricional a base de harina de sangre de vacuno encapsulada* <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15381>
- Obradovi, V., Bavi, J., & Jozinovi, A. (2014). Improvement of nutritional and functional properties of extruded food products. *Journal Food Chemistry*, 189-206.
- Obregón Yupanqui, Mirian Estéfani, (2023). *Propiedades tecnofuncionales, térmicas y estructurales de una mezcla alimenticia extruida y fortificada con pulpa de nopal*

(*Opuntia ficus indica*) y harina de quinua germinada (*Chenopodium quinoa* Willd).

URI <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8144>

Orellana, M. (2015). Correlacion entre la percepcion sensorial y el analisis quimico de la rancidez en un snack. Guatemala: Universidad de Guatemala.

Patil, S., Anne, M., Sue, B., Charles, m., & Brennan, S. (2017). Investigation of the combination of legumes and cereal in thw development of extrudate snacks and its effects on physico chemical propierties and in vitro stach digestion. *Journal Food Chemistry*, 32-41.

Perez, A. (2009). Determinacion de las condiciones tecnicas para la elaboracion de un snack de maiz enriquecido con soya a escala industrial. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Pérez-Navarrete Cecilia, David Betancur-Ancona, Meris Casotto, Andrés Carmona y Juscelino Tovar (2017) Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteína y almidón en mezclas de harinas de maíz y frijol lima versión impresa ISSN 0004-0622versión On-line ISSN 2309-5806

Pérez, M., Rodríguez, J., & Gómez, L. (2023). Nutritional and functional properties of bovine blood meal. *Journal of Animal Nutrition*, 58(4), 678-690.

QaliWarma. (2022). Especificaciones tecnicas de alimentos que forman parte de la prestacion de servicios alimentario 2022 del programa nacional de alimentacion escolar QaliWarma. Lima-Peru.: Viceministerio de Prestaciones Sociales. Obtenido de <https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2022/56SNACK-DE-PRODUCTOS-NATURALES.pdf?v=1.0>

Quesada Dayana y Gómez Georgina (2019) ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente DOI: <https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063>

- Quiroz, Villacres y Taimal (2019) Efecto de la humedad de alimentación y temperatura de extrusión sobre el contenido nutricional de un snack a base de maíz, chocho y papa
DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i3.1911
- Ramos, L. (2022). Aspectos tecnologicos para la extrusion de cereales andinos. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rehal, J., Kaur, G., Kaur, A., & Sing, A. (1017). Comparatibe evaluation of Diffetent Attributesof the existing Extruded Snacks. Journal of Krishi Vigyan, 1134-1141.
- Repo-Carrasco, R., Pilco, J., & Encina, C. (2011). Desarrollo y elaboracion de un snack extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa Wild*) y maiz /*Zea mays*). Ingenieria Industrial, 209-224.
- Revelo, A. (2010). Desarrollo y evaluacion de las tecnologias de un snack laminado a partir de quinua. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Romero Guía Michael (2018) Proceso de extrusión y paletización de alimentos. Universidad Nacional la Molina Lima Perú. <https://es.scribd.com/document/448946751/romero-guia-michael>.
- Salud, O. P. (2009). Alimentación y nutrición del niño. Washington, D.C: OPS.
- Sandoval, N. (1993). Elaboracion de un producto tipo snack (bocadito) a partir de la mezcla de harinas d emaiz /*Zea mays*) y pituca (*Colocasia esculenta*). Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Santacruz, C. (2022). Formulación de un cereal extruido a base de arroz (*Oryza sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y fortificado con harina de sangre de vacuno. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10136>
- Saville, D. (1990). Multiple comparison procedures_ the practical solution. The American Statistician, 174-180.

- Schouten, D., Steur, H., De pelsmaeker, S., Largat, S., Bourdeafult, I., & Gellynch, X. (2015). «An integrated method for the emotional conceptualization and sensory characterization of food products: The EmoSensory Wheel.». *Food Research International*, 7(8), 96-107. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2448-5705201900030000400042&lng=en
- Severiano-Perez, P. (2019). What is and how is the sensory evaluation used? *Inter disciplina*, 7(19), 157-163. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sing, S., Gamlath, S., & Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 916-929.
- Smith, J. (2020). Properties and uses of yellow dent corn. *Journal of Agricultural Science*, 78(2), 345-358. <https://doi.org/10.1234/jas.2020.345>
- Tian, M., Liu, H., & Hu, Q. (2021). In vitro digestion and antioxidant activity of proteins from different sources. *Journal of Food Science*, 86(3), 1294-1304. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15846>
- Valencia-Chamorro, S. (2020). Nutritional and health benefits of Andean crops. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 45-60.
- Valenzuela-Legarde, J. (2017). Botanas expandidas a base de mezclas de harinas de calamar, maiz, y papa: efecto de las variables del proceso sobre las propiedades físico-químicas. *Journals Food*, 118-124.
- Villalva Eulogio, Cynthia Aracelly, (2019) “Efecto de extensores amiláceos sobre las características físico-químicas, fitoquímicas, funcionales y sensoriales en la extrusión de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*)” <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5424>

- Vandresen, S. (2009). Efecto de la temperatura sobre el comportamiento reológico de los jugos de zanahoria. *Rev. científica. Brasil*.
- Vílchez Túpac, L. M., Guevara Pérez, A., & Encina Zelada, C. (2012). Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (*Lepidium meyenii* Walp). *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Villafuerte, U., Elfer, O., Obiuspo, E., Maza, S., & Macavilca, E. (2015). Elaboration of hard yellow corn (*Zea mays*) Snacks enriched with giant squid (*Dosidicus gigas*). *Ciencia e Investigacion*, 18(2), 73-82. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/download/13612/12019/46993>
- Vito, J. (2019). Determinacion de la vida util mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota (*Dosindicus gigas*). Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Wang, Y., & Ryu, G. (2013). Physical propierties of extruded com grits with com fibre by CO₂ injection extrusion. *Journal Food Engginering*, 14-20.
- Zamora, Nelson C. (2003) Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad in vitro de proteínas y almidón en harinas de Canavalia ensiformis. versión impresa ISSN 0004-0622versión On-line ISSN 2309-5806 Universidad Central de Venezuela. Caracas
- Zhu, Q., Wang, X., & Zhang, Y. (2022). In vitro digestibility and bioavailability of amino acids in protein-rich foods. *Food Chemistry*, 367, 130835. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130835>

ANEXOS

Anexo 1 Ficha de aceptabilidad sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAID DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



INVESTIGACION: "EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRUSION EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO SNACK A BASE DE HARINAS DE MAIZ (*Zea mays*), CAÑIHUA (*Chenopodium canihua cook*) Y SANGRE BOVINA".

NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIÓN. - Por favor, pruebe las muestras e indique su nivel de agrado, marcando con el número que mejor corresponda, según la escala presentada para cada uno de los atributos evaluados.

PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO
7	Gusta mucho
6	Gusta moderadamente
5	Gusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
3	Disgusta ligeramente
2	Disgusta moderadamente
1	Disgusta mucho

ATRIBUTO	CODIGO					
	9447	9210	3025	3301	6025	8386
COLOR						
OLOR						
SABOR						
TEXTURA						

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS.

Anexo 2 Certificado de analisis



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



CERTIFICADO DE ANALISIS N° 102/UNSAC

SOLICITANTE : Bach. VELÁSQUEZ MEZA, Miriam Yoni.
 : Bach. FLOREZ HUILLCA, Yaquelin.
 PROCEDENCIA : UNSAAC – INGENIERIA AGROINDUSTRIAL.
 TITULO DEL PROYECTO : EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRUSION EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO SNACK A BASE DE HARINAS DE MAIZ (*Zea mays*), CAÑIHUA (*Chenopodium canihua cook*) Y SANGRE BOVINA"
 CANTIDAD : 06MUESTRAS
 ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICAS, INDICE DE GELATINIZACION Y DIGESTIBILIDAD PROTEICA
 FECHA DE RECEPCION : 02-09-2022
 FECHA DE ENSAYO : 02-09-2022
 FECHA DE EMISION : 20-09-2022

DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:

MUESTRA	HUMEDAD (%)			CENIZA (%)			PROTEINA (%)			GRASA (%)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
9447	1.40	1.42	1.43	2.54	2.56	2.52	16.01	16.00	16.02	13.70	13.71	13.72
9210	1.20	1.22	1.21	2.56	2.58	2.55	15.99	15.98	15.97	13.50	13.52	13.48
3025	1.41	1.44	1.39	2.24	2.26	2.23	14.07	14.08	14.06	12.68	12.66	12.64
3301	1.22	1.23	1.20	2.26	2.28	2.27	14.01	14.02	14.04	12.48	12.50	12.48
6025	1.42	1.44	1.42	1.84	1.86	1.85	12.02	12.03	12.01	11.62	11.64	11.60
8386	1.23	1.24	1.20	1.86	1.84	1.79	11.98	11.96	11.99	11.50	11.52	11.48

MUESTRA	CHOS (%)			ENERGIA KCAL/100g			HIERRO (mg/100g)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
9447	66.35	66.31	66.31	452.74	452.63	452.80	32.64	32.63	32.62
9210	66.75	66.70	66.79	452.46	452.40	452.36	32.68	32.66	32.67
3025	69.60	69.56	69.68	448.80	448.50	448.72	21.58	21.56	21.59
3301	70.03	69.97	70.01	448.48	448.46	448.52	21.62	21.60	21.62
6025	73.10	73.03	73.12	445.06	445.00	444.92	10.98	10.97	10.96
8386	73.43	73.44	73.54	445.14	445.28	445.44	11.02	11.00	11.04

DETERMINACIONES FISICAS, INDICE DE GELATINIZACION Y DIGESTIBILIDAD PROTEICA

MUESTRA	pH			Acidez (Exp. H ₂ SO ₄) (%)			INDICE DE GELATINIZACION (%)			DIGESTIBILIDAD PROTEICA (%)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
9447	5.80	5.78	5.81	0.38	0.37	0.39	94.02	94.01	94.03	91.22	91.23	91.26
9210	5.75	5.76	5.74	0.39	0.40	0.38	94.04	94.05	94.03	91.18	91.17	91.22
3025	6.08	6.07	6.09	0.35	0.34	0.36	95.07	95.08	95.07	89.02	89.04	89.05
3301	6.16	6.14	6.12	0.36	0.37	0.35	95.08	95.09	95.08	88.98	90.02	88.97
6025	6.40	6.41	6.39	0.24	0.23	0.22	96.28	96.27	96.30	86.26	86.22	86.28
8386	6.36	6.37	6.35	0.28	0.27	0.29	96.31	96.33	96.34	86.18	86.20	86.17

CONCLUSIÓN: Los resultados de humedad, proteína y grasa están conformes.
 Puno, 20 de setiembre del 2022



INIA
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CAÑIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO





PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



CERTIFICADO DE ANALISIS N° 0101/UNSAAC

SOLICITANTE : -Bach. VELÁSQUEZ MEZA, Miriam Yoni
 -Bach. FLOREZ HUILLCA, Yaquelin.
 PROCEDENCIA : UNSAAC – INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
 TITULO DEL PROYECTO : EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRUSION EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO SNACK A BASE DE HARINAS DE MAIZ (*Zea mays*), CAÑIHUA (*Chenopodium canihua cook*) Y SANGRE BOVINA”
 CANTIDAD : 06 MUESTRAS
 ANALISIS SOLICITADO : -FISICO QUIMICAS, pH, ACIDEZ, DIGESTIBILIDAD PROTEICA Y MICROBIOLÓGICO
 FECHA DE RECEPCION : 02-09-2022
 FECHA DE ENSAYO : 02-09-2022
 FECHA DE EMISION : 20-09-2022

DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:

MUESTRA	% HUMEDAD	% CENIZA	% PROTEINA	% GRASA	% CARBOHIDRATOS	ENERGIA KAL/100g
1.- 9210	1.14	2.00	9.22	12.00	75.64	447.44
2.- 3301	0.50	2.45	10.19	13.69	73.17	456.65
3.- 9447	1.40	2.11	14.07	12.97	69.45	451.21
4.- 8386	1.36	1.46	15.53	11.93	69.72	448.37
5.- 2060	1.13	1.79	16.01	12.19	68.88	449.27
6.- 3025	0.70	2.58	14.07	13.60	69.05	454.88

DETERMINACION DE pH, ACIDEZ Y DIGESTIBILIDAD PROTEICA:

MUESTRA	pH	% Acidez (Exp. Ácido sulfúrico)	% DIGESTIBILIDAD PROTEICA
1.- 9210	6.36	0.81	85.25
2.- 3301	6.16	0.81	86.20
3.- 9447	5.85	0.54	88.38
4.- 8386	5.87	0.81	90.05
5.- 2060	6.25	0.675	90.93
6.- 3025	6.02	0.54	89.22

DETERMINACION DE MICROBIOLÓGICO:

ENSAYOS	1.- 9210	2.- 3301	3.- 9447	4.- 8386	5.- 2060	6.- 3025	m	M
Aerobios mesofilos (UFC/g)	1,0x10 ²	1,2x10 ²	1,2x10 ²	1,3x10 ²	1,0x10 ²	1,3x10 ²	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes Totales (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	10	10 ²
Bacillus cereus (UFC/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	10 ²	10 ³
Mohos (UFC/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	10 ²	10 ⁴
Salmonella sp (en 25 g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausencia/	----

CONCLUSIÓN: Los resultados de humedad, proteína y grasa están conformes.
 Puno, 20 de setiembre del 2022



Jorge Canhua Rojas
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO





INDUSTRIAS ALIMENTARIA

CERESUR E.I.R.L.

FECHA: DICIEMBRE DEL 2024
EDICIÓN: EQUIPO HACCP
APROBADO POR: GERENTE GENERAL
CODIGO: 03

OFRECEMOS PRODUCTOS CERESUR ATENDEMOS A INSTITUCIONES Y A PROGRAMAS SOCIALES
Venta al por mayor de alimentos, bebidas y elaboración de productos de molinería

FICHA TECNICA

NOMBRE DEL PRODUCTO D.S 004-2011-AG, Reglamento de inocuidad agroalimentaria.	1. HARINA DE MAÍZ				
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Alimento crudo a partir de granos (maíz) los cuales fueron sometidos a un proceso de molenda y homogenizado, para la obtención de la harina, para su consumo es necesario someter a un proceso de cocción completa.				
INGREDIENTE	Maíz				
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	Atributos		Especificación		
	Humedad		Máximo 15 %		
	Acidez expresada en ácido sulfúrico		Máximo 0.15 %		
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Atributos		Especificación		
	Color		Característico al producto		
	Aspecto		Homogéneo sin grumos, exento de materias extrañas.		
	Olores y sabores		Exento de olores y sabores extraños		
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	AGENTE MICROBIANO				
	Mohos	n	c	m	M
	Escherichia coli	5	2	10 ⁴	10 ⁶
	Bacillus cereus*	5	2	10 ³	10 ⁴
	Salmonella/25g	5	0	Ausencia/25g	—
(*) solo para harinas de arroz y/o maíz. Donde: n: Número de unidades de muestra por examinar c: Número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa m: Límite mínimo aceptable M: Límite máximo aceptable					
CONSUMIDORES POTENCIALES	Niños en edad infantil (5 a 7 años) y escolar (6 a 12 años) y público en general.				
INTENCIÓN DE USO	Verter el contenido total del producto (para 100 g de producto que rinde 3 raciones) en 3 tazas de agua tibia, hacer hervir a temperatura de ebullición por un tiempo mínimo de 10 minutos, remover para no formar grumos hasta obtener una mezcla homogénea, una vez concluido el tiempo de cocción consumir.				
PRESENTACIÓN Y EMPAQUE Fuente: art. 118° y 119° del D.S Nº 007-98-SA	Bolsas de polipropileno/ Polietileno de alta densidad de primer uso: 100gr a 10 Kg. de capacidad / por unidad. Todo ello colocado en bolsones de polipropileno cocidas / Bolsones de Polietileno de alta densidad de 10 kg a 50kg.				
VIDA UTIL ESPERADA	12 meses en envase original, cerrado, almacenado en un ambiente fresco y seco.				
INSTRUCCIONES Y RÓTULO EN LA ETIQUETA Fuente: D.S 004-2011-AG, Reglamento de inocuidad agroalimentaria.	Los envases del producto, además de los requisitos aplicables especificados en la "NTP 209.038 ALIMENTOS ENVASADOS. Para la impresión de estos rótulos se utiliza tinta indeleble de uso alimentario, la que no se desprenden, ni se borra con el rozamiento y manipuleo. Etiquetado", indican en idioma español, lo siguiente:				
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN En Art. 75°, 76° y 77° del D.S Nº 007-98-SA	<ul style="list-style-type: none"> • Registro sanitario • Código de lote de producción • Valor nutricional por 100g de producto. • Condiciones de conservación • Declaración de ingredientes y aditivos • Nombre y dirección de la empresa. • RUC. • Modo de preparación 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de producción • Fecha de vencimiento • Recomendaciones • Marca del producto (CERESUR) • Peso neto • Código de Trazabilidad • Nombre del producto 				
El producto se almacena sobre panhuetas en un lugar fresco, seco, ventilado y limpio a temperatura ambiente (17°C- 20°C.) y humedad (< 70 %). Sin exposición al sol. El producto debe ser transportado y distribuido en unidades que no lleven otros productos, garanticen la integridad del producto. Vehículos limpios y desinfectados, debidamente sanitizados y sin olores objetables, y se toman las medidas preventivas para evitar la contaminación del producto.					



OFICINA Y PLANTA DE PRODUCCIÓN: CARRETERA PANAMERICA SUR S/N SICUANI – CANCHIS - CUSCO – PERU

RUC: 20601696879
E-MAIL: Ceresur1906@hotmail.com
www.ceresur.com.pe

Anexo 4 Ficha técnica harina de cañihua



INDUSTRIAS ALIMENTARIA

CERESUR E.I.R.L.

FECHA: DICIEMBRE DEL 2024
EDICION: EQUIPO HACCP
APROBADO POR: GERENTE GENERAL
CODIGO: 03

OFRECEMOS PRODUCTOS CERESUR ATENDEMOS A INSTITUCIONES Y A PROGRAMAS SOCIALES
Venta al por mayor de alimentos, bebidas y elaboración de productos de molinería

FICHA TECNICA

NOMBRE DEL PRODUCTO D.S 004-2011-AG, Reglamento de inocuidad agroalimentaria.	2. HARINA DE CAÑIHUA				
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Alimento crudo a partir de granos (cañihua) las cuales fueron sometidas a un proceso de molienda y homogenizado, para la obtención de la harina, para su consumo es necesario someter a un proceso de cocción completa.				
INGREDIENTE	Cañihua.				
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	Atributos		Especificación		
	Humedad		Máximo 15 %		
Acidez expresada en ácido sulfúrico		Máximo 0.15 %			
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS	Atributos		Especificación		
	Color		Característico al producto		
	Aspecto		Homogéneo sin grumos, exento de materias extrañas.		
Olores y sabores		Exento de olores y sabores extraños			
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	AGENTE MICROBIANO				
		n	c	m	M
	Mohos	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Escherichia coli	5	2	10	10 ²
	Bacillus cereus*	5	2	10 ³	10 ⁴
	Salmonella/25g	5	0	Ausencia/25g	—
(*) solo para harinas de arroz y/o maíz Donde: n: Número de unidades de muestra por examinar c: Número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa m: Límite mínimo aceptable M: Límite máximo aceptable					
CONSUMIDORES POTENCIALES	Niños en edad infantil (5 a 7 años) y escolar (6 a 12 años) y público en general.				
INTENCIÓN DE USO	Verter el contenido total del producto (para 100 g de producto que rinde 3 raciones) en 3 tazas de agua tibia, hacer hervir a temperatura de ebullición por un tiempo mínimo de 10 minutos, remover para no formar grumos hasta obtener una mezcla homogénea, una vez concluido el tiempo de cocción consumir.				
PRESENTACION Y EMPAQUE Fuente: art. 118° y 119° del D.S Nº 007-98-SA	Bolsas de polipropileno/ Polietileno de alta densidad de primer uso: 100gr a 10 Kg. de capacidad / por unidad. Todo ello colocado en bolsones de polipropileno cocidas / Bolsones de Polietileno de alta densidad de 10 kg a 50kg.				
VIDA ÚTIL ESPERADA	12 meses en envase original, cerrado, almacenado en un ambiente fresco y seco.				
INSTRUCCIONES Y RÓTULO EN LA ETIQUETA Fuente: D.S 004-2011-AG, Reglamento de inocuidad agroalimentaria.	Los envases del producto, además de los requisitos aplicables especificados en la "NTP 209.038 ALIMENTOS ENVASADOS. Para la impresión de estos rótulos se utiliza tinta indeleble de uso alimentario, la que no se desprenden, ni se borra con el rozamiento y manipuleo. Etiquetado", indican en idioma español, lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Registro sanitario • Código de lote de producción • Valor nutricional por 100g de producto. • Condiciones de conservación • Declaración de ingredientes y aditivos • Nombre y dirección de la empresa. • RUC. • Modo de preparación • Fecha de producción • Fecha de vencimiento • Recomendaciones • Marca del producto (CERESUR) • Peso neto • Código de Trazabilidad • Nombre del producto 				
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN En Art. 75°, 76° y 77° del D.S Nº 007-98-SA	El producto se almacena sobre parihuelas en un lugar fresco, seco, ventilado y limpio a temperatura ambiente (17°C- 20°C.) y humedad (< 70 %). Sin exposición al sol. El producto debe ser transportado y distribuido en unidades que no lleven otros productos, garanticen la integridad del producto. Vehículos limpios y desinfectados, debidamente sanitizados y sin olores objetables, y se toman las medidas preventivas para evitar la contaminación del producto.				

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
CERESUR E.I.R.L.
Indith Milagros Gutierrez Huamani
GERENTE GENERAL

OFICINA Y PLANTA DE PRODUCCIÓN: CARRETERA PANAMERICA SUR S/N SUCUNI – CANCHIS - CUSCO – PERU

RUC: 20601696879

E-MAIL: Ceresur1906@hotmail.com

www.ceresur.com.pe

Descripción del Producto:

Nombre del Producto	Nombre Comercial	Descripción	Composición
Hemoglobina Bovina Desecada - Consumo Humano.		<p>Es un producto de origen natural, obtenido a partir de la centrifugación de la sangre de bovinos de mataderos con inspección veterinaria ante- y post-mortem (IPSA), recolectada y procesada bajo estrictas condiciones sanitarias, de higiene, seguridad y trazabilidad.</p> <p>La hemoglobina es sometida a un proceso de deshidratación spray dryer, lo que garantiza la alta solubilidad, conservación de las propiedades funcionales y nutricionales del producto (proteínas de alto valor biológico).</p>	Hemoglobina Bovina + Citrato de Sodio

Características**Sensorial**

Parámetro	Especificación	Método
Aspecto físico	Polvo en particular finas	Visual
Color	Vino tinto	Visual
Olor	Característico	Organoléptico
Sabor	Característico	Organoléptico

Físico-químicas

Parámetro	Especificación	Método
Proteína (Nx6.25)	Mínimo 90 %	Kjeldahl
Humedad	Máximo 8%	Estufa 105°C peso constante
Grasa	0.2 %	Extracción Soxhlet
pH	7 - 8	pH-metro
Solubilidad	Mínimo 95 ± 1 %	Gravimétrico (w/w)
Cenizas	Máximo 4%	Calcinación a 550°C



FICHA TÉCNICA

Hemoglobina Bovina Desecada
Consumo Humano

ESP-03-H | Edición: #0 | Fecha: 13/7/2020 | Hoja 2 de 3

Microbiológicas

Parámetros microbiológicos	Especificación	Método
Aerobios Mesófilos	≤ 100,000 UFC/g	AOAC 990.12
Salmonella (25g)	Ausencia	MLG 4.05 USDA-FSIS
Coliformes totales	≤100 UFC/g	(BAM), 8 th Edition, Chapter 4.
E. Coli genérico	≤100 UFC/g	(BAM), 8 th Edition, Chapter 4.
E. Coli 0157-H7 (25 g)	Ausencia	AOAC 991.14

Aminoácidos (%p/p en base a la materia seca)

Parámetro	Especificación	Método
Lisina, total	6.25 %	ESS_3.4.7.219
Arginina	4.63 %	ESS_3.4.7.219
Cistina	1.94 %	ESS_3.4.7.219
Metionina	0.73 %	ESS_3.4.7.219
Treonina	2.84 %	ESS_3.4.7.219
Leucina	6.84 %	ESS_3.4.7.219
Valina	4.97 %	ESS_3.4.7.219
Histidina	2.14 %	ESS_3.4.7.219
Fenilalanina	3.88 %	ESS_3.4.7.219
Isoleucina	2.27 %	ESS_3.4.7.219
Tirosina	3.83 %	ESS_3.4.7.219
Triptófano	1.30 %	ESS_3.4.7.219
Glicina	2.52 %	ESS_3.4.7.219
Serina	5.06 %	ESS_3.4.7.219
Prolina	3.83 %	ESS_3.4.7.219
Alanina	3.27 %	ESS_3.4.7.219
Ácido aspártico	7.43 %	ESS_3.4.7.219
Ácido glutámico	10.3 %	ESS_3.4.7.219

* Análisis de Aminoácidos realizados en Laboratorios Exact Scientific Inc. (USA),
1355 Pacific Place, Suite 101, Ferndale, WA 98248, Phone: (360) 733-3205, Fax:
(888) 818-2978, Email: lab@exactscientific.com, Fecha: 17/12/2018

Tabla Nutricional (Ración: 100 g)

Parámetro	Especificación
Calorías	362
Proteínas	90g
Grasas	0.2g
Carbohidratos	0g
Hierro (mínimo)	250 mg (2,500 ppm)

www.protena.com.ni

NICARAGUA | BOLIVIA | COLOMBIA





FICHA TÉCNICA

Hemoglobina Bovina Desecada
Consumo Humano

ESP-03-H | Edición: #0 | Fecha: 13/7/2020 | Hoja 3 de 3

Aplicaciones

Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Como ingrediente en la fortificación de alimentos con hierro hémico • Colorante en la industria cárnica • Suplemento proteico, sustituto cárnico
Recomendaciones de uso:	<p><u>Fortificación:</u> Dosis de 1 a 7 % según tipo de alimento</p> <p><u>Colorante:</u> 0.5 a 1 % dependiendo de los ingredientes en la formulación</p>
Presentación y empaque:	Bolsas serigrafadas de polipropileno grado alimentario, con recubrimiento interno de polietileno. Peso neto: 25 kg.
Sistema de distribución:	Se transporta en camiones cerrados y/o contenedores secos, a temperatura ambiente.
Vida útil del producto:	1 año a partir de su fecha de elaboración
Condiciones de manejo y conservación:	Este producto debe ser almacenado en un lugar cerrado, fresco y seco. Estibar en pallets a una altura mínima de 35 cm del piso, 50 cm de la pared. Para exportación se requiere que los pallets de madera sean fumigados y certificados por IPSA.
Número de identificación GTIN:	74-33200-73901-3



www.protena.com.ni

NICARAGUA | BOLIVIA | COLOMBIA



Anexo 6 Hoja de seguridad harina de sangre



Hoja de seguridad

Hemoglobina Bovina Desecada
Consumo Humano

Sección I

Identificación del producto e información del fabricante			
Nombre comercial del producto			
Nombre común o genérico			
Nombre de la compañía fabricante		Proteinas Naturales, S.A.	
Dirección del fabricante		Km 27 carretera panamericana norte, Nicaragua	
N° de teléfono	(+505) 89661566 (+505) 22240393	N° de fax	--

Sección II

Composición e información sobre los ingredientes peligrosos		
Nombre común o genérico del componente peligroso (adjunte hoja si es necesario)	% (especificar)	N° CAS
No es tóxico	No aplica	No aplica
Información sobre composición		
Hemoglobina Bovina	100 %	No aplica

Sección III

Medidas para primeros auxilios	
Efecto por	Detalle
Inhalación	Mover a la persona a un lugar con aire fresco
Ingestión	Proporcione agua, no es necesario inducir al vómito
Contacto con los ojos	No permitir que la persona se frote los ojos. dejar fluir agua potable por unos minutos, moviendo el ojo en todas las direcciones.
Contacto con la piel	Ninguna

Sección IV

Efectos sobre la exposición aguda por primera vez	
Contacto ocular	Puede causar irritación ligera, si se expone a altas concentraciones del polvo sin la protección adecuada.
Contacto dérmico	No causa irritación en la piel.
Inhalación	Puede causar irritación ligera en vías respiratorias y tos, solo si inhala altas concentraciones de polvo, sin la protección respiratoria adecuada.
Ingestión	No es tóxico
Antídoto recomendado	No tiene antídoto específico, tratar al paciente sintomáticamente
Información para el médico	La Hemoglobina Bovina no es tóxica



www.protenainternational.com

GUATEMALA | NICARAGUA | PANAMÁ | COLOMBIA | PERÚ | BOLIVIA

Sección V

Medidas contra el fuego	
Punto de inflamabilidad	0
Límite de inflamabilidad (si existen)	No existen
Agentes extintores	Ninguno
Equipo de protección para combatir el fuego	Ninguno
Productos peligrosos por combustión	No aplica

Sección VI

Medidas en caso de derrames o fugas	
La hemoglobina bovina debe recogerse con escoba y pala, utilizar equipos de limpieza cotidianos.	

Sección VII

Manipulación y almacenamiento	
Temperatura de almacenamiento	Temperatura ambiente
Condiciones de almacenamiento	Este producto debe ser almacenado en un lugar fresco, seco y sin exposición al sol. Estibar en pallets a una altura mínima de 15 cm del piso, 50 cm de la pared para evitar humedad y roturas. Manéjese con cuidado como todo producto alimenticio
Manipulación de recipientes	Conserve el producto en su envase original etiquetado y cerrado herméticamente.
Efectos de la exposición a la luz del sol, calor, atmósferas humedad, entre otros.	Manténgase en un lugar seco a temperatura ambiente. Temperatura de descomposición, el calor de vaporización y la corrosividad no aplican.

Sección VIII

Controles a la exposición y equipo de protección personal	
Condiciones de ventilación	Adecuadas al local de uso
Equipo de protección respiratorio	Mascarilla
Equipo de protección ocular	Utilizar anteojos de protección
Equipo de protección dérmica	Ninguna en particular
Datos de control a la exposición (TLV, PEL, STEL)	Ninguna

Sección IV

Propiedades físicas y químicas	
olor y apariencia	Olor característico, color rojo vino
Gravedad específica	No aplica
Solubilidad en agua y otros disolventes	>90 %
Punto de fusión	No aplica
Punto de ebullición	No aplica
pH	7-8
Estado de agregación a 25°C y 1 ATM	No aplica

Sección X

Estabilidad y reactividad	
Estabilidad	Producto estable bajo condiciones normales de almacenamiento
Incompatibilidad	No tiene
Riesgos de polimerización	No ocurre
Productos de la descomposición peligrosos	No aplica

Sección XI

Información sobre toxicología	
Dosis letal media oral o dérmica (DL ₅₀)	No disponible. Producto No Tóxico
Dosis letal media por inhalación (CL ₅₀)	No disponible. Producto No Tóxico

Sección XII

Información sobre los efectos sobre la ecología
No tiene efectos de riesgo eco-toxicológico sobre el medio ambiente. Es un producto orgánico y biodegradable.

Sección XIII

Consideraciones sobre la disposición final del producto
<ul style="list-style-type: none"> • Es un producto 100% orgánico y biodegradable. Se debe disponer según la legislación ambiental vigente del país. • El empaque puede ser enviado a reciclaje.

Sección XIV

Información sobre el transporte

- No presenta ninguna restricción para su transporte tanto por vía aérea, marítima o terrestre.
- El transporte debe garantizar las condiciones de higiene e inocuidad.

Sección XV

Información regulatoria

Leyes y reglamentos para el registro y control de la producción, manufactura, manipulación, almacenamiento, fraccionamiento, distribución y uso de subproductos animales.

Sección XVI

Otra información

- Es el producto obtenido mediante la centrifugación de la sangre bovina de mataderos certificados USDA recolectada y procesada bajo estrictas condiciones de higiene.
- La hemoglobina es sometida a un proceso de deshidratación por Spray Dryer que garantiza la conservación de las propiedades funcionales de las proteínas.

Anexo 7 Registro sanitario de harina de sangre

4085-2023 Nro. Exp. 14135-2023-R	
REGISTRO SANITARIO Para la puesta en el mercado nacional de alimentos y bebidas de consumo humano REGISTRO ACTIVO	
A. EMPRESA	
PROTEINAS NATURALES DEL PERU S.A.C. - PROTENAPE S.A.C.	
RUC:	20600950879
Calle LAS ESMERALDAS NRO. 581, (A 1 CDRA. DE AV. PALERMO) LA VICTORIA, LIMA, LIMA	
Teléfono/fax:	-
Rep. Legal:	BACA LÓPEZ OSCAR ALFREDO
B. FABRICACIÓN	
BOLIVIA	
SOCIEDAD AGROINDUSTRIAL SCANBIOTEK S.R.L.	
B1. ALMACENAMIENTO	
PROTEINAS NATURALES DEL PERÚ S.A.C.	
Calle LAS ESMERALDAS NRO. 581, LA VICTORIA, LIMA, LIMA	
C. ALIMENTOS Y BEBIDAS	Código del Registro Sanitario
1. HEMOGLOBINA BOVINA DESHIDRATADA (EN POLVO) PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA "PROVITA", en saco de polipropileno de 25 Kg, envase primario (interno): bolsa de polietileno de baja densidad, envase secundario: serigrafado (externo), saco de 3 pliegues: papel kraft manón ex de 25 Kg Vida Útil del Producto: vida útil a dos años (02)	E8000318E NAPONT
D. REGISTRO	
La Dirección General de Salud Ambiental autoriza la inscripción o reinscripción en el Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano de los productos descritos en el ítem C bajo las siguientes condiciones:	
<ul style="list-style-type: none"> a. La empresa y su representante legal son solidariamente responsables de que los productos descritos en el ítem C sean puestos en el mercado nacional en condiciones inocuas y aptas para el consumo humano. b. El envase del producto debe consignar el Código del Registro Sanitario, el lote de fabricación y la fecha de vencimiento del producto c. Cualquier cambio o nuevo diseño en el envasado, envase, presentación o etiquetado, sólo requerirá una notificación a DIGESA, la cual incorporará automáticamente dicho cambio en el Registro. d. La vigencia de la presente autorización de inscripción o reinscripción en el Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas es de cinco años a partir de la fecha de su expedición. e. Esta inscripción esta sujeta a vigilancia y monitoreo sanitario por parte de DIGESA, la cual podrá revocarla. f. La empresa está obligada a comunicar por escrito a la DIGESA cualquier cambio o modificación en los datos o condiciones bajo las cuales se otorgó el Registro Sanitario a un producto o grupo de productos, por lo menos siete (7) días hábiles antes de ser efectuada, acompañando los recaudos o información que sustente dicha modificación. 	
Lima, 9 de Marzo del 2023	
DIGESA Las Amapolas # 350 Urb. San Eugenio, Linco (Lima 14) Lima - Perú	Atención Mesa de Partes: Lunes a Viernes de 7:30 am - 3:30 pm.
Teléfonos (511) 631-4430	Correo Electrónico digesaconsu@minsa.gob.pe
	Página Web http://www.digesa.minsa.gob.pe

Anexo 8 Informe de ensayo de harina de maíz



CALIBRACIONES, INSPECCIONES, CERTIFICACIONES Y
LABORATORIOS CICERLAB E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° IE-PT-2605-097-2022

Emitido en Sicuani, el 26 de mayo del 2022

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
 N° ORDEN DE TRABAJO : PT-097-26122023
 EMPRESA : INDUSTRIAS ALIMENTARIA CERESUR E.I.R.L.
 DIRECCIÓN : CARRETERA PANAMERICANA SUR NRO 516
- 2. DATOS DEL SERVICIO**
 PRODUCTO : HARINA DE MAIZ
 LOTE : 18052022
 FECHA DE PRODUCCIÓN : 18/05/2022
 FECHA DE VENCIMIENTO : 18/05/2023
 TAMAÑO DEL LOTE : 4 TONELADAS
 ASUNTO : Análisis Físicoquímicos (ANAL) / (microbiológicos) Análisis Físico Sensoriales
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 02 unidades de 500g.
 REFERENCIA DEL LABORATORIO : MB-01/FQ-01 / FS-01
- 3. DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA**
 LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente.
 METODO DE TOMA DE MUESTRA : Bolsa de polietileno / Temperatura Ambiente
 PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO : Jr. Canchis nro. 207 Sicuani, 18 de mayo del 2022
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN :
 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS : 18 de mayo del 2022
 FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS : 26 de mayo del 2022

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS FÍSICO-SENSORIALES

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS FS-01
Color	-	Característico al producto.
Sabor y olor	-	Libre de sabores extraños, rancio o indeseable (fungos u otros).
Aspecto	-	Harina (excluye de otros extrínsecos (pedregallos, tierra, trozos vivos o muertos)).

4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS MB-01				
		N1	N2	N3	N4	N5
Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Recuento de Vibrios	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Numeración de Coliformes Totales	NMP/g	<5*	<5*	<5*	<5*	<5*
Recuento de Bacillus cereus	UFC/g	<100*	<100*	<100*	<100*	<100*
Detección de Salmonella spp	Salmonella spp/20g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

* Número estimado, UFC: Unidades Formadoras de Colonias, NMP: Número Más Probable

4.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS FQ-01
Humedad	%	11.20
Acidez (esp. En ácido sulfúrico)	%	0.08
Proteínas	%	12.25
Grasa	%	4.15
Cenizas	%	2.55
Fibra cruda	%	2.52
Energía total	Kcal/100g	339.15
Carbohidratos	%	63.20
Plomo	ppm	<0.001(*)
Cadmio	ppm	<0.001(*)

(*) L.D: Límite de Detección: <0.02 ppm

4.4. MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Sabor y olor, Color, Aspecto	MIP-ISO 4121:2006 (revisada al 2019), Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas. 1ª Edición.
Recuento de Aerobios mesófilos	PDA ISAM Octavo Ed. Ed. Rev. A/1998, January 2001, Chapter 3, Item A a la D 2001 Aerobic Plate Count - Conventional Plate Count Method.
Numeración de Coliformes	ISO 4852:2006 2006 Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coliforms - Colony count technique.

Los resultados de los ensayos se han realizado en el laboratorio de CICERLAB E.I.R.L. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del laboratorio. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a las muestras analizadas.

JR. CANCHIS NRO. 207 URB. MANUEL PRADO (COSTADO DEL COLEGIO JAPAM) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
 Teléfono: 930609557 E-mail: cicerlab@hotmail.com

INF/Ver: 01/1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° IE-PT-2605-097-2022

Emiido en Sicuani, el 26 de mayo del 2022

Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. Se significado y métodos de enumeración. Pág. 265-285. 2da Ed. Reimpresión 2000 1993. B. cereus. Recuento de <i>Proteus</i> B. cereus.
Recuento de Mohs	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Se significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167. 2da Ed. Reimpresión 2000 1993. Método de Recuento de Levaduras y Mohs por sombo en placa en caldo medio.
Recuento de Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Se significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167. 2da Ed. Reimpresión 2000 1993. Método de Recuento de Levaduras y Mohs por sombo en placa en caldo medio.
Detección de <i>Salmonella</i> spp	ISO 6579-1:2017 / Anexo 1:2020 (Excepción 9.3.3.9.4.3 y Anexo C) 2020 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of <i>Salmonella</i> - Part 1: Detection of <i>Salmonella</i> spp. Amendment 1: Broader range of isolates. International agreement to the status of Annex D, and correction of the composition of MSXB and SC.
Humedad	NTP 205 002 1979 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS: Determinación del contenido de humedad. Método usual.
Acidos	NTP 205 009 1975 (Revisada el 2016) HARNAS: Determinación de la acidez titulable.
Proteína	NTP 205 005 2018 CEREALES Y MENESTRAS: Cereales: Determinación de proteínas totales (método de Kjeldahl).
Grasa	COVENIN 1785-81 PRODUCTOS DE CEREALES Y LEGUMINOSAS: Determinación de grasas.
Cenizas	NTP 205 008 1975 (Revisada el 2016) HARNAS: Determinación de cenizas.
Fibra cruda	NTP 205 003 2016 CEREALES Y MENESTRAS: Determinación de la fibra cruda, y su corrigenda NTP 205 003 2017/CT 1 2018 CEREALES Y MENESTRAS: Determinación de la fibra cruda. CORREGENDA TECNICA 1. 1ª Edición.
Carbohidratos	Cálculo interno.
Energía total	Cálculo interno.
Punto cadmo	AOAC 990.11-2005(2005) Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in Foods: Atomic absorption spectrophotometry after dry ashing.

5. OBSERVACIONES

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ¹⁾ Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.



CICERLAB
ING. FRANK JOSE ATCHAYA AGUILERA
CIP. N° 71713
CPE DE LABORATORIOS

Los resultados de los ensayos se han realizado en el laboratorio de CICERLAB E.I.R.L. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del laboratorio. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a las muestras analizadas.

JR. CANCHIS NRO. 207 URB. MANUEL PRADO (COSTADO DEL COLEGIO JAPAM) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
Teléfono: 930609557 E-mail: cicerlab@hotmail.com

INF/Ver: 01 / 2 de 2

Anexo 9 Informe de ensayo harina de cañihua


CALIBRACIONES INSPECCIONES CERTIFICACIONES Y LABORATORIOS CICERLAB E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° IE-PT-2805-098-2022

Emitted in Sicuani, on May 28, 2022

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 N° ORDEN DE TRABAJO: PT-066-28052022
 EMPRESA: INDUSTRIAS ALIMENTARIA CERESUR E.I.R.L.
 DIRECCION: CARRETERA PANAMERICANA SUR NRO 5/N

2. **DATOS DEL SERVICIO**
 PRODUCTO: HARINA DE CAÑIHUA
 LOTE: 20052022
 FECHA DE PRODUCCION: 20/05/2022
 FECHA DE VENCIMIENTO: 20/05/2023
 TAMAÑO DEL LOTE: 3 TONELADAS
 ASUNTO: Análisis Fisicoquímico / Análisis Microbiológico / Análisis Fisico Sensoriales
 CANTIDAD DE MUESTRAS: 02 unidades de 500g
 REFERENCIA DEL LABORATORIO: MS-01/ FQ-01 / FS-01

3. **DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA**
 LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Muestra proporcionada por el cliente.^{1/}
 METODO DE TOMA DE MUESTRA: Bolsa de polietileno / Temperatura Ambiente
 PRESENTACION DEL PRODUCTO: Jr. Cañchis nro. 207 Sicuani, 21 de mayo del 2022
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de mayo del 2022
 FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 28 de mayo del 2022
 FECHA DE TERMINO DE ANALISIS: 28 de mayo del 2022

4. **RESULTADOS**

4.1. **ANÁLISIS FISICO-SENSORIALES**

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS FS-01
Color	—	Característico al producto
Sabor y olor	—	Libre de sabor y olor amargo, rancio o indeseable (fungos u otros)
Aspecto	—	Harina suelta de granos azules (pedacitos, arena, insectos vivos o muertos)

4.2. **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS MB-01				
		N1	N2	N3	N4	N5
Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Recuento de Mohos	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Numeración de Coliformes Totales	NMP/g	<5*	<5*	<5*	<5*	<5*
Recuento de Bacilos gramas	UFC/g	<80*	<80*	<80*	<80*	<80*
Detección de Salmonella spp	Salmonella spp/25g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

^{1/} Númeración en UFC: Unidades Formadoras de Colonias; NMP: Numero Más Probable

4.3. **ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS**

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS FQ-01
Humedad	%	10.45
Acidez (ácido En ácido sulfúrico)	%	0.01
Proteínas	%	12.50
Grasa	%	5.55
Cenizas	%	2.70
Fibra cruda	%	1.97
Energía total	Kcal/100g	353.35
Calcio soluble	%	54.25
Plomo	ppm	<0.001(%)
Cadmio	ppm	<0.001(%)

PL: L: Límite de Detección: <0.02 ppm

4.4. **MÉTODOS DE ENSAYO**

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Sabor y olor, Color, Aspecto	HTP ISO 4121:2008 (previsto el 2019), Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuesta cuantitativa. 1ª Edición
Recuento de Aerobios mesófilos	FDA (BAM) Online 8th Ed. Rev. A/1998 January 2001, Chapter 3, Part A a la D 2001 Aerobic Plate Count, Conventional Plate Count Method
Numeración de Coliformes	ISO 4832:2006/2006 Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coliforms - Colony count technique

Los resultados de los ensayos se han realizado en el laboratorio de CICERLAB E.I.R.L. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del laboratorio. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a las muestras analizadas.

INF/ Ver. 01 / 1 de 2

JR. CANCHIS NRO. 207 URB. MANUEL PRADO (COSTADO DEL COLEGIO JAPAM) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
 Teléfono: 930609557 E-mail: cicerlab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO N° IE-PT-2805-098-2022

Emitted in Sicuani, on 28 de mayo del 2022

Recuento de Bacterias aerobias	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. Se significado y métodos de enumeración. Pág. 285-286 2da Ed. Reimpresión 2000 1993. B. cereus. Recuento de Presuntos B. cereus.
Recuento de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 155-167 2da Ed. Reimpresión 2000 1993 Método de Recuento de Levaduras y Mohos por sembrado en placas en todo el medio.
Recuento de Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 155-167 2da Ed. Reimpresión 2000 1993 Método de Recuento de Levaduras y Mohos por sembrado en placa en todo el medio.
Detección de Salmonella spp	ISO 9579-1:2017 / Amd 1:2020 (Excepción 9.3.3 y 9.4.3 y Anexo D) 2020 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp. Amendment 1. Broader range of incubation temperatures. amendment to the status of Annex D and correction of the composition of MSWR and SC.
Humedad	NTP 205 002 1979 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación del contenido de humedad. Método visual.
Acidez	NTP 205 029 1975 (Revisada el 2019) HARNAS. Determinación de la acidez titulable.
Proteína	NTP 205 005 2018 CEREALES Y MENESTRAS. Cereales. Determinación de proteínas totales (método de Kjeldahl).
Grasa	CONVENIO 1785-BI PRODUCTOS DE CEREALES Y LEGUMINOSAS. Determinación de grasas.
Cenizas	NTP 205 038 1979 (Revisada el 2019) HARNAS. Determinación de cenizas.
Fibra cruda	NTP 205 060 2019 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda y su contenido NTP 205 903 2017/CT 1 2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. CORRIGENDA TÉCNICA 1. 1ª Edición.
Carbohidratos	Cálculo estándar.
Energía total	Cálculo estándar.
Pomo cadavérico	AOAC 999.11. 2006(2009). Lead, Cadmium, Copper, Iron and zinc in foods. Atomic absorption spectrophotometry after dry ashing.

5. OBSERVACIONES

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL DA.
- ** Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.



Los resultados de los ensayos se han realizado en el laboratorio de CICERLAB E.I.R.L. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del laboratorio. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a las muestras analizadas.

INFI Ver: 01 / 2 de 2

JR. CANCHIS NIRO, 207 URB. MANUEL PRADO (COSTADO DEL COLEGIO JAPAM) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
Teléfono: 930609557 E-mail: cicerlab@hotmail.com

Anexo 10 Fotografías de la obtención de muestras

Fotografía 1: Pesado de Materia Prima



Fotografía 2: Pesado de Materia Prima



Fotografía 3: Mezclado de Insumos



Fotografía 4: Mezclado de Insumos



Fotografía 5: Extrusión



Fotografía 6: Recepción del producto extruido



Fotografía 7: Recepción de snack



Fotografía 8: Recepción de snack



Fotografía 9: Enfriado de producto SNACK



Fotografía 10: Enfriado de Producto SNACK



Fotografía 11: Enfriado de Producto SNACK



Fotografía 12: Enfriado de Producto SNACK



Fotografía 13: Pesado e muestras para analisis de laboratorio



Fotografía 14: Pesado e muestras para analisis de laboratorio



Fotografía 14: Sellado de muestras para laboratorio



Fotografía 15: Sellado de muestras para análisis de laboratorio



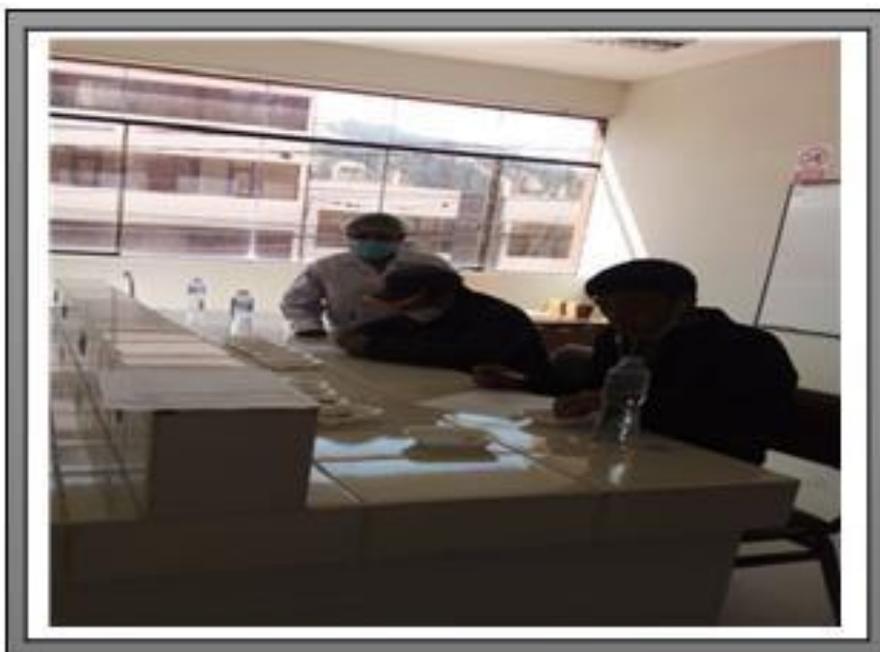
Fotografía 16: Muestras para analisis de laboratorio



Fotografía 18: Muestras para analisis de laboratorio



Fotografía 19: Evaluación sensorial



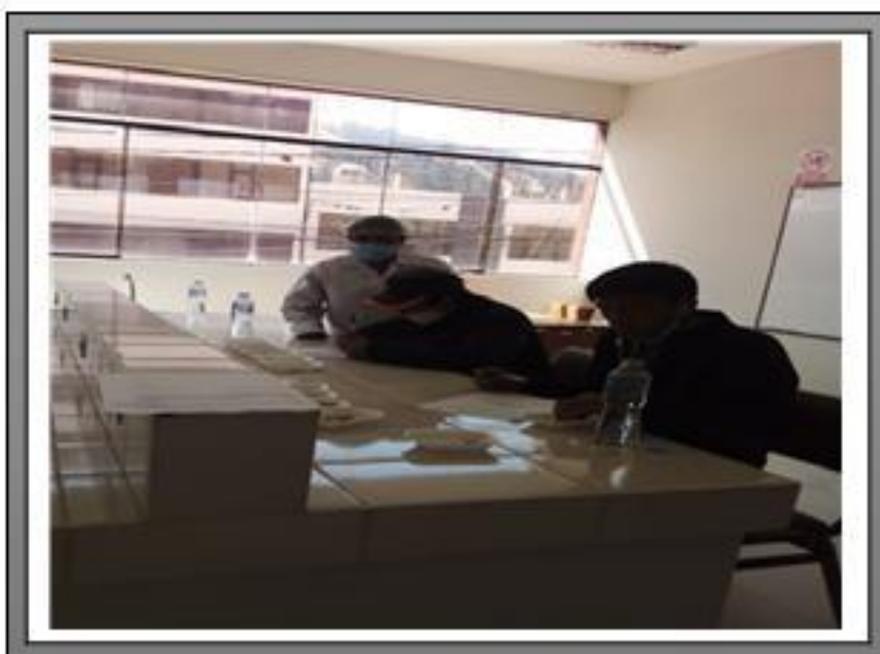
Fotografía 20: Evaluación sensorial



Fotografía 21: Evaluación sensorial



Fotografía 22: Evaluación sensorial



Anexo 11 Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA

NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS A BASE DE GRANOS Y OTROS, DESTINADOS A PROGRAMAS SOCIALES DE ALIMENTACIÓN Aprobada mediante Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA el 17 de Mayo de 2006

CAPITULO I **DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 1°.- Base Legal

La presente Norma Sanitaria tiene como base legal la Ley 26842, Ley General de Salud y el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas aprobado por Decreto Supremo 007-98-SA, que en su Cuarta Disposición, Complementaria, Transitoria y Final dispone la expedición de normas sanitarias aplicables a la fabricación de productos alimenticios.

Artículo 2°.- Referencias técnicas

La presente Norma Sanitaria contiene referencias técnicas de las Normas del *Codex Alimentarius* para Alimentos Elaborados a base de Cereales para Lactantes y Niños y el Código Internacional Recomendado de Prácticas y Principios Generales de Higiene de los Alimentos y referencias técnicas de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para Alimentos Cocidos de Reconstitución Instantánea.

Artículo 3°.- Objeto

Establecer las condiciones y requisitos sanitarios a que deben sujetarse la fabricación, almacenamiento y distribución de los alimentos producidos a base de granos y otros, para garantizar su calidad sanitaria e inocuidad en protección de la salud de los consumidores beneficiarios de los programas sociales de alimentación.

Artículo 4°.- Alcance

Están comprendidas dentro de los alcances de la presente Norma Sanitaria, todas las personas naturales o jurídicas que participan o intervienen en cualquiera de los procesos u operaciones que involucra el desarrollo de actividades y servicios relacionados con los alimentos materia de esta norma destinados a Programas Sociales de Alimentación.

Artículo 5°.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Sanitaria es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y se aplica a los alimentos a base de granos y otros (tubérculos, raíces, frutas, etc), sean cocidos o que requieren cocción (extruidos, expandidos, tostados, en polvo, hojuelas, otros), y de reconstitución instantánea que no requieren cocción (enriquecidos y sustitutos lácteos, mezclas fortificadas y papillas), que están destinados a Programas Sociales de Alimentación (PSA). No incluye a los productos de la panificación.

Artículo 6°.- Aplicación del Sistema HACCP

Dado que los alimentos destinados a programas sociales son considerados de alto riesgo y por la vulnerabilidad de los beneficiarios, el fabricante conforme a la legislación sanitaria vigente, debe aplicar el Sistema HACCP para el control de la calidad sanitaria e inocuidad de los productos que fabrica.

CAPITULO II **DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES EN** **VIGILANCIA SANITARIA Y VIGILANCIA NUTRICIONAL**

Artículo 7°.- Ministerio de Salud.

a. Vigilancia Sanitaria

El Ministerio de Salud a través de su Dirección General de Salud Ambiental –DIGESA- es la autoridad sanitaria en materia de alimentos y bebidas que ejerce la vigilancia sanitaria a nivel

nacional de los establecimientos de fabricación y almacenamiento de los alimentos materia de la presente norma sanitaria. Los alimentos donados por entidades y organismos nacionales y extranjeros que tengan como destino la alimentación de grupos beneficiarios de los Programas Sociales de Alimentación, están sujetos a vigilancia sanitaria según la legislación vigente.

Las dependencias desconcentradas de salud ambiental de nivel territorial, que cuenten con personal profesional capacitado en sistemas de vigilancia sanitaria con enfoque de riesgo, y en evaluación del sistema HACCP, ejercerán por delegación del Ministerio de Salud la vigilancia sanitaria de dichos establecimientos.

b. Vigilancia Nutricional

El Ministerio de Salud a través del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud, es el responsable de conducir el sistema de vigilancia nutricional de los alimentos y las investigaciones que se requiere en el campo nutricional, así como la validación de tecnologías orientadas al cambio de comportamiento alimentarios nutricionales relacionados a la salud. Realiza el control de calidad nutricional de alimentos, y recomienda la combinación óptima de productos de origen regional o local para la preparación de raciones. En materia de su competencia, realiza la supervisión de las plantas que elaboran alimentos y verifica el cumplimiento de los valores nutricionales mínimos que deben cumplir los alimentos destinados a los diferentes programas de alimentación social.

Se encuentra dentro de su competencia la supervisión y control de las formulaciones alimenticias y la correcta adición de micronutrientes a la ración diaria establecida para el Programa del Vaso de Leche, así como el pronunciamiento sobre la aplicación correcta de los criterios de evaluación relacionados con la calidad nutricional, porcentajes y componentes nutricionales establecidas por las disposiciones legales correspondientes.

Artículo 8°.- Municipalidades

En materia sanitaria, las Municipalidades en el ámbito de su competencia, son responsables de promover y vigilar el estricto cumplimiento de las condiciones higiénicas sanitarias y la aplicación de las buenas prácticas de manipulación de los alimentos a nivel del transporte, distribución y consumo final.

En materia nutricional, las Municipalidades son responsables de que los alimentos que adquieren y distribuyen en el marco de los Programas Sociales de Alimentación de su competencia, cumplan con los valores nutricionales mínimos establecidos por el Ministerio de Salud, a través del CENAN y otros que disponga el CENAN, los cuales deben ser establecidos clara y específicamente en las bases de licitaciones y tablas de evaluación correspondientes, con el fin de asegurar el cumplimiento de la calidad nutricional de los alimentos materia de la presente norma sanitaria.

CAPITULO III DEL PRODUCTO

Artículo 9°.- Definiciones

Para la aplicación de la presente Norma Sanitaria están comprendidos los alimentos industrializados a base de granos como las gramíneas (trigo, cebada, avena, otros), las leguminosas (soya, tarwi, frijoles, otros) y las quenopodiáceas (quinua, kiwicha, cañihua, otros), y otros vegetales como tubérculos, raíces y frutas. Siendo descriptos los siguientes:

- a. Productos cocidos de reconstitución instantánea, como enriquecidos lácteos, sustitutos lácteos, mezclas fortificadas, papilla (destinada a niños entre 6 y 36 meses), otros similares.
- b. Productos crudos, deshidratados y precocidos que requieren cocción, como harinas, hojuelas, otros similares.
- c. Productos cocidos de consumo directo como extruidos, expandidos, hojuelas instantáneas, otros similares.

Artículo 10°.- Características de composición, calidad sanitaria e inocuidad

Para que un producto sea considerado apto para el consumo humano en el marco de los Programas Sociales de Alimentación deben cumplir con las características de composición y calidad sanitaria siguientes:

a. CRITERIOS NUTRICIONALES

Las características de composición y calidad nutricional deben cumplir con lo establecido por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud. Los valores nutricionales mínimos de la ración alimenticia de los programas sociales a cargo de las municipalidades se ajustarán a lo establecido en la legislación correspondiente.

b. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Los aditivos alimentarios utilizados en estos productos y los niveles máximos permitidos se sustentan en lo dispuesto por el *Codex Alimentarius* y la legislación nacional.

Los aditivos para productos cocidos de reconstitución instantánea son:

ADITIVOS ALIMENTARIOS		Dosis Máxima en 100 g de producto (peso en seco)
EMULSIONANTES	Lecitina	1.5 g.
	Mono y Di glicérido	1.5 g.
REGULADORES DE Ph	Hidrogen carbonato de sodio	Limitado por las BPM y dentro del límite para el sodio que no exceda de 100mg/100g de producto listo para consumo.
	Bicarbonato de potasio	Limitados por las BPM.
	Carbonato de calcio	
	Ácido L(+) láctico	1.5 g.
ANTIOXIDANTES	Ácido cítrico	2.5 g.
	Concentrado de varios tocoferoles	300mg/kg de grasa, solas o mezcladas.
	α-tocoferol	
	Palmitato de L-ascórbico	200mg/Kg de grasa.
AROMAS (*)	Ácido L-ascórbico y sus sales de sodio y potasio	50 mg expresado en ácido ascórbico y dentro del límite para el sodio que no exceda de 100mg/100g de producto listo para consumo.
	Extracto de vainilla	Limitada por las BPM.
	Etil vainilina Vainilina	7 mg en el producto listo para consumo.
ENZIMAS	Carbohidrasas de malta	Limitadas por las BPM.
LEVADURAS	Carbonato de amonio	Limitados por las BPM.
	Hidrogen carbonato de amonio	

(*) Solo para productos destinados a niños de 6 a 36 meses. Para los otros grupos etarios se podrán utilizar otros aromas naturales y artificiales permitidos por el *Codex Alimentarius* y por la autoridad sanitaria, limitado por las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM).

c. CRITERIOS FISICO QUÍMICOS

Los criterios físico químicos se sustentan en lo dispuesto por el *Codex Alimentarius* quedando sujetos a las enmiendas y actualizaciones correspondientes.

Los criterios físico químicos relacionados a la calidad nutricional se sujetarán a lo dispuesto por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud.

Criterios físico químicos de implicancia sanitaria de los alimentos cocidos de reconstitución instantánea:

Humedad	Menor o igual a 5%
Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	Menor o igual a 0.4%
Gelatinización	Mayor a 94%
Índice de peróxido	Menor a 10mEq/Kg de grasa
Saponina (formulación con quinua)	Ausente
Aflatoxina	No detectable en 5ppb

Criterios físico químicos de implicancia sanitaria de:

	Máximo % de Humedad	Máximo % de Acidez (*)
Extruidos y/o expandidos proteinizados o no, hojuelas, que no requieren cocción	5	0.15
Hojuelas a base de granos (gramíneas) que requieren cocción	12 – 12.5	0.2 (cebada) 6.0 (avena) (**)
Hojuelas a base de granos (quenopodiáceas) que requieren cocción	13.5	0.2
Harinas a base de granos, tubérculo, raíces, frutas que requieren cocción	15	0.15

(*) Expresada en ácido sulfúrico

(**) Expresada en ácidos grasos libres

d. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

Los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad se sujetarán a lo expresado en la presente norma sanitaria de acuerdo a lo siguiente:

Papilla (destinada a niños entre 6 a 36 meses)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g/ml	
					M	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	9	3	10	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ⁴
Levaduras	2	3	5	2	10 ²	10 ⁴
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella</i> /25g (*)	15	2	60(*)	0	0	---
(*) Hacer compuesto para analizar n= 5						

Productos cocidos de reconstitución instantánea, como enriquecidos lácteos, sustitutos lácteos, mezclas fortificadas, otros similares.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g/ml	
					M	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	6	3	5	1	10 ³	10 ⁴
Levaduras	3	3	5	1	10 ³	10 ⁴
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella</i> /25g (*)	12	2	20	0	0	---
(*) Hacer compuesto para analizar n= 5						

Productos crudos, deshidratados y precocidos que requieren cocción como hojuelas, harinas, otros similares.						
AGENTE MICROBIANO	Categoría	Clase	n	c	Limite por g/ml	
					M	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Coniformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Levaduras	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella</i> /25g	10	2	5	0	0	---

Anexo 12 Especificación técnica Qali Warma

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ALIMENTARIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA

 PERÚ Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
		Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541-2023-MIDIS/PNAEQW-DE
Versión N° 03	CEREAL EXPANDIDO/EXTRUIDO CÓDIGO: CER-CE-2023	
		Pág. 1 de 4

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- 1.1 Denominación técnica Cereal Expandido/Extruido
 1.2 Tipo de alimentos No Perecible
 1.3 Grupo de alimentos Derivados de cereales
 1.4 Descripción general

Cereal extruido	Es el producto elaborado a base de la mezcla de cereales y granos andinos (quinua, cañihua o kiwicha) y/o leguminosas y/o tubérculos y/o raíces u otros ingredientes, los cuales son mezclados para formar una masa que es sometida a un proceso de extrusión, con o sin adición de azúcar o panela o miel de abeja, con o sin fortificación, sin adición de aditivos, sólo se permitirá el uso de saborizantes y/o colorantes naturales
Cereal expandido (incluye tipo pop)	Es el producto elaborado a partir de granos enteros (trigo y/o maíz y/o quinua y/o kiwicha y/o cañihua y/o otros cereales) con o sin adición de azúcar o panela o miel de abeja, con o sin fortificación, el cual ha sido sometido a un proceso de expansión o insuflado; sin adición de aditivos, sólo se permitirá el uso de saborizantes y/o colorantes naturales



Formado digitalmente por
 QALI WARMA Núcleo Operativo
 20230714099 Juan
 Miliari Day 1° B°
 Fecha: 24.08.2023 20:04:40 -05:00

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

2.1 Características Organolépticas

Característica	Especificación	Referencia
Olor y sabor	Exento de olores y sabores ajenos a la naturaleza del producto	Requisito del PNAEQW
Color	De acuerdo a la composición del producto	
Textura	Crocante	
Aspecto	Libre de materias extrañas	

2.2 Características Físico Químicas

Característica	Especificación	Referencia
Humedad (%)	Máximo 5	RM N° 451-2008/MINSA Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a Programas Sociales de Alimentación.
Acidez (expresado en ácido sulfúrico) (%)	Máximo 0,15	
*Índice de Gelatinización (%)	Mayor a 94	
Aflatoxina	No detectable en 5 ppb	
**Saponina	Ausente	
Proteínas (%)	Mínimo 8,5	Requisito del PNAEQW
Azúcar total (g/100g)	Según normatividad vigente	Ley N°30021 "Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N°017-2017-SA
Sodio (mg/100g)	Según normatividad vigente	
Grasas saturadas (g/100g)	Según normatividad vigente	

(*) Solo aplica para productos extruidos

(**) aplica para los productos que contengan quinua



Formado digitalmente por
 QALI WARMA Núcleo Operativo
 20230714099 Juan
 Miliari Day 1° B°
 Fecha: 24.08.2023 21:18:21 -05:00

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE
FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO
ALIMENTARIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE
ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA

 PERU	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
	CEREAL EXPANDIDO/EXTRUIDO		Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541- 2023-MIDIS/PNAEQW- DE
Versión N° 03	CÓDIGO: CER-CE-2023		Pág. 2 de 4

2.3 Características Microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	—

Fuente: R.M N° 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Criterio IX.5 A Productos cocidos de consumo directo como extruidos, expandidos, hojuelas instantáneas, otros.

3. PRESENTACIÓN

3.1 Presentación y envases

Los envases utilizados deben ser de primer uso y sellados herméticamente, de acuerdo a las siguientes características:

Envase	Tipo	Material	Capacidad
Envase primario	Bolsa	Polipropileno Biorientado (BOPP) metalizado	Mn. 0,018 kg
	Bolsa	Polipropileno Biorientado (BOPP) cristal	
Envase secundario	Bolsa	Poliétileno (PE)	Establecido por el fabricante
	Caja	Cartón corrugado	

3.2 Vida útil

Establecida por el fabricante, según la declaración en el Registro Sanitario ante la autoridad sanitaria competente.

3.3 Rotulado

El contenido del rotulado debe ceñirse a lo dispuesto en el Artículo 117° del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas aprobado mediante Decreto Supremo N° 007-98-SA, NTP 209.652:2017 ALIMENTOS ENVASADOS Etiquetado Nutricional 3ra. Edición y NTP 209.038:2019. ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado de alimentos preenvasados, 8va. Edición, debiendo contener en el envase de presentación unitaria la siguiente información mínima:

- Nombre del producto
- Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración del producto
- Contenido neto
- Nombre o razón social y dirección del fabricante
- Código de lote
- Fecha de vencimiento
- Condiciones especiales de conservación
- Código de Registro Sanitario
- Información nutricional

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE
FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO
ALIMENTARIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE
ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA

 PERÚ	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
Versión N° 03	CEREAL EXPANDIDO/EXTRUIDO		Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541- 2023-MIDIS/PNAEQW- DE Pág. 3 de 4
CÓDIGO: CER-CE-2023			

El rótulo debe estar consignado en el envase de presentación unitaria, en idioma castellano, con caracteres de fácil lectura, en forma completa y clara, visible, legible e indeleble, el mismo que no debe desprenderse ni borrarse. La información del rotulado no debe inducir a engaño al consumidor. No se permite el uso de etiqueta autoadhesiva para ninguna información del rotulado, que pretenda reemplazar la información consignada en el rotulado original, en ningún caso, a excepción de lo dispuesto por la autoridad sanitaria competente, siempre que no se refiera a la composición original del producto y cuya disposición no reemplace ni oculte la información del rotulado original.

4. REQUISITOS DE CERTIFICACIÓN OBLIGATORIOS

4.1 Documentación Obligatoria

- a) Copia simple del Registro Sanitario del producto y anotaciones, expedido por la DIGESA, el que debe corresponder al producto, marca, envase y presentación, vigente hasta el último día de distribución de la entrega correspondiente.
- b) Copia simple de la Resolución Directoral que otorga la Validación Técnica Oficial del Plan HACCP emitida por la DIGESA, otorgada para la línea de proceso productivo (extruido y/o expandido) del producto requerido, vigente durante la fabricación del producto.

4.2 Certificación Obligatoria

- a) Original con firma digital y código QR¹ del certificado o informe de inspección de lote con "símbolo de acreditación", emitido por un Organismo de Inspección acreditado ante el INACAL-DA, el mismo que debe adjuntar original con firma digital y código QR² del informe de ensayo con "símbolo de acreditación", que contemple el resultado del análisis de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas establecidas en las especificaciones técnicas del producto (por código de lote y presentación), realizados por un Laboratorio de Ensayo acreditado por el INACAL-DA.
 - En caso no exista Organismo de Inspección que cuente con el alcance de inspección de lote por muestreo para el alimento, se acepta certificados o informes de inspección de lote emitidos sin símbolo de acreditación.
 - Todos los ensayos microbiológicos y por lo menos uno (01) de los ensayos organolépticos y/o fisicoquímicos deben ser realizados con métodos de ensayo acreditados.

En caso no exista laboratorio de ensayo que cuente con método de ensayo acreditado para las características organolépticas y fisicoquímicas, se puede utilizar métodos de ensayo no acreditados realizados por un laboratorio de ensayo acreditado por el INACAL-DA.

Los ensayos se realizan considerando lo siguiente:

¹ Código QR que muestre el certificado o informe de inspección de lote

² Código QR que muestre el informe de ensayo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE
FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO
ALIMENTARIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE
ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA

Versión N° 03	CEREAL EXPANDIDO/EXTRUIDO	Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541- 2023-MIDIS/PNAEQW- DE
		CÓDIGO: CER-CE-2023
		Pág. 4 de 4

- **Análisis Organoléptico y Físicoquímico**

El número de unidades de muestra para los ensayos organolépticos y físicoquímicos es por una vía, de acuerdo a la NTP-ISO 2859-1:2013 (revisada el 2023): *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. 4a Edición, nivel de inspección especial S4, plan de muestreo simple para inspección normal y LCA 0,65 (para efecto de extracción de la muestra).*

- **Análisis Microbiológico**

El número de unidades de muestra para los ensayos microbiológicos debe ser de acuerdo al plan de muestreo establecido en la "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" aprobada con R.M N° 591-2008/MINSA. No se permite compositar, salvo indicación expresa en la norma sanitaria en mención.

Se aceptan certificados o informes de inspección e informes de ensayo con fecha de emisión no mayor a seis (06) meses, los mismos que deben estar vigentes hasta el plazo máximo de liberación correspondiente; asimismo, no se acepta que mediante carta o adenda se rectifiquen los resultados de análisis emitidos en el documento original, ni las revalidaciones que amplíen la vigencia de los certificados o informes de inspección e informes de ensayo.

El alimento debe cumplir con lo establecido en la versión vigente de las "Generalidades" de las Especificaciones Técnicas de Alimentos del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma.

5. ANEXOS

5.1 Denominaciones Individuales

CÓDIGO	NOMBRE DEL ALIMENTO
CER-CE-01-2023	CEREAL EXTRUIDO
CER-CE-02-2023	CEREAL EXPANDIDO O TIPO POP

Anexo 13 Computo químico para formulaciones

FORMULA 1: COMPUTO QUIMICO															
MATERIA PRIMA	CANTIDAD	HUMEDAD		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		FIBRA		CENIZA		HIERRO (mg)	
HARINA DE MAIZ	52.50	6.62	12.60	3.10	5.90	1.10	2.10	41.11	78.30	1.21	2.30	0.58	1.10	2.00	3.80
HARINA DE CAÑIHUA	19.00	2.32	12.20	2.66	14.00	0.82	4.30	12.16	64.00	1.86	9.80	1.03	5.40	2.28	12.00
HARINA DE SANGRE	3.00	0.24	8.00	2.70	90.00	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00		0.12	4.00	7.50	250.00
ACEITE VEGETAL	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AZUCAR	10.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	9.92	99.20	0.00	0.00	0.02	0.20	0.01	0.10
LECHE EN POLVO	5.00	0.20	3.99	1.35	27.00	1.31	26.10	1.81	36.10	0.00		0.35	6.90	0.01	0.20
SABOR VAINILLA	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
ALBUMINA DE HUEVO	2.00	0.18	9.00	1.56	78.00	0.01	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	8.00	0.02	1.20
BHT	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
TOTAL	100.00	9.55		11.97		11.24		64.99		3.07		2.25		11.82	
[]															
REQUERIMIENTO	ENERGIA ≤ 400 Kcal	PROTEINA (≤ 10, ≥ 35)		GRASA (≤ 20, ≥ 35)		CHOS (≤ 45, ≥ 65)		HIERRO (mg/100g.) (≤ 10, ≥ 40)							
TOTAL	408.97	11.97		11.24		64.99		11.82							
ENERGIA PROVENIENTE DE		47.87		101.14		259.97									
PORCENTAJE DE ENERGIA		11.71		24.73		63.57									

FORMULA 2. COMPUTO QUIMICO

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	HUMEDAD		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		FIBRA		CENIZA		HIERRO (mg)	
HARINA DE MAIZ	52.50	6.62	12.60	3.10	5.90	1.10	2.10	41.11	78.30	1.21	2.30	0.58	1.10	2.00	3.80
HARINA DE CAÑIHUA	16.00	1.95	12.20	2.24	14.00	0.69	4.30	10.24	64.00	1.57	9.80	0.86	5.40	1.92	12.00
HARINA DE SANGRE	6.00	0.48	8.00	5.40	90.00	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00		0.24	4.00	15.00	250.00
ACEITE VEGETAL	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AZUCAR	10.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	9.92	99.20	0.00	0.00	0.02	0.20	0.01	0.10
LECHE EN POLVO	5.00	0.20	3.99	1.35	27.00	1.31	26.10	1.81	36.10	0.00		0.35	6.90	0.01	0.20
SABOR VAINILLA	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
ALBUMINA DE HUEVO	2.00	0.18	9.00	1.56	78.00	0.01	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	8.00	0.02	1.20
BHT	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
TOTAL	100.00	9.43		14.25		11.11		63.07		2.78		2.21		18.96	

REQUERIMIENTO	ENERGIA ≤ 400 Kcal	PROTEINA (≤ 10, ≥ 35)	GRASA (≤ 20, ≥ 35)	CHOS (≤ 45, ≥ 65)	HIERRO (mg/100g.) (≤ 10, ≥ 40)
TOTAL	409.31	14.25	11.11	63.07	18.96
ENERGIA PROVENIENTE DE		56.99	100.03	252.29	
PORCENTAJE DE ENERGIA		13.92	24.44	61.64	

FORMULA 3: COMPUTO QUIMICO

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	HUMEDAD		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		FIBRA		CENIZA		HIERRO (mg)	
HARINA DE MAIZ	52.50	6.62	12.60	3.10	5.90	1.10	2.10	41.11	78.30	1.21	2.30	0.58	1.10	2.00	3.80
HARINA DE CAÑIHUA	13.00	1.59	12.20	1.82	14.00	0.56	4.30	8.32	64.00	1.27	9.80	0.70	5.40	1.56	12.00
HARINA DE SANGRE	9.00	0.72	8.00	8.10	90.00	0.02	0.20	0.00	0.00	0.00		0.36	4.00	22.50	250.00
ACEITE VEGETAL	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AZUCAR	10.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	9.92	99.20	0.00	0.00	0.02	0.20	0.01	0.10
LECHE EN POLVO	5.00	0.20	3.99	1.35	27.00	1.31	26.10	1.81	36.10	0.00		0.35	6.90	0.01	0.20
SABOR VAINILLA	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
ALBUMINA DE HUEVO	2.00	0.18	9.00	1.56	78.00	0.01	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	8.00	0.02	1.20
BHT	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Total	100.00	9.30		16.53		10.99		61.15		2.48		2.17		26.10	

REQUERIMIENTO	ENERGIA ≤ 400 Kcal	PROTEINA ($\leq 10, \geq 35$)	GRASA ($\leq 20, \geq 35$)	CHOS ($\leq 45, \geq 65$)	HIERRO (mg/100g.) ($\leq 10, \geq 40$)
TOTAL	409.65	16.53	10.99	61.65	26.10
ENERGIA PROVENIENTE DE		66.11	98.93	244.61	
PORCENTAJE DE ENERGIA		16.14	24.15	59.71	