

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



TESIS

**EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE GRITS DE MAIZ
(*Zea mays L.*) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (*Amaranthus
caudatus*) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACION DEL CEREAL
EXTRUIDO**

PRESENTADO POR:

BR. OLINDA ZELMIRA ARAOZ CUEVA

BR. WILBER ROCA LAURA

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

ASESORA:

DRA. ING. MIRIAM CALLA FLOREZ

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE GRITS DE MAIZ (Zea mays L) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (Amaranthus caudatus) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACION DEL CEREAL EXTRUIDO

Presentado por: Bach. OLINDA ZELMIRA ARAOZ CUEVA DNIN° 76397973

presentado por: Bach. WILBER ROCA LAURA DNIN°: 44840814

Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por dos 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 5 %.

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 las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 13 de Agosto de 2025



Firma

Post firma Miriam Calla Florez

Nro. de DNI 24714509

ORCID del Asesor 0000-0003-0592-6454

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259483097831

ARAOZ CUEVA, Olinda Zelmira y ROCA LAURA, Wil...

EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE GRITS DE MAÍZ (Zea mays L.) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIW

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:483097831

Fecha de entrega

13 ago 2025, 2:59 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 sep 2025, 5:13 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE GRITS DE MAÍZ (Zea mays L.) POR HARINA DE SAN....pdf

Tamaño del archivo

4.5 MB

193 páginas

29.272 palabras

154.745 caracteres

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería de Procesos de la UNSAAC-Cusco.

Conforme con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Tesis de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, me permito presentar a su digna consideración la siguiente investigación titulada “EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE GRITS DE MAIZ (*Zea mays L.*) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACION DEL CEREAL EXTRUIDO”.

El propósito del presente estudio es evaluar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de kiwicha y ácido ascórbico en las propiedades sensoriales, físico-químicas y el índice de expansión del cereal extruido. Esta estrategia de fortificación contribuirá significativamente a cubrir los requerimientos de hierro y calidad proteica en los cereales extruidos que contribuyen en la dieta, ayudando así a combatir la alta prevalencia de anemia y desnutrición en el distrito de Pitumarca.

Asimismo, se analiza la influencia del porcentaje de adición de harina de sangre bovina en los atributos sensoriales que son color-olor-sabor, apariencia y fracturabilidad que son evaluadas por 90 panelistas no entrenados, también se toma en cuenta el estudio del índice de expansión del cereal extruido.

Recientemente, el interés por el desarrollo de alimentos funcionales y con alto valor nutricional ha crecido significativamente, impulsado por la demanda de los consumidores por productos más saludables y balanceados. En este contexto, este trabajo de tesis de elaboración de cereales extruidos busca una alternativa innovadora que permitan mejorar el perfil nutricional sin involucrar propiedades organolépticas y tecnológicas del producto final.

El maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) es el ingrediente base para elaborar desde los cereales extruidos, de acuerdo a su disponibilidad, costo reducido y adecuadas características

de extrusión. Sin embargo, su limitado contenido de proteínas y micronutrientes ha motivado la búsqueda de ingredientes complementarios que enriquezcan el producto final. La harina de la sangre-bovina destaca por su alto contenido proteico y de hierro hemínico, mientras que la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), reconocida como un pseudocereal ancestral, aporta aminoácidos esenciales, especialmente lisina, que está ausente en muchos cereales tradicionales. Su vitamina C no solo actúa como antioxidante, sino que también mejora la biodisponibilidad del hierro, potenciando el valor nutricional del producto.

La incorporación parcial de estos ingredientes en reemplazo de los grits de maíz podría representar una estrategia eficiente para desarrollar cereales extruidos de mayor perfil nutricional, sin afectar negativamente sus propiedades fisicoquímicas ni sensoriales. Sin embargo, es fundamental evaluar el impacto de esta sustitución en variables clave como la textura, color, sabor, índice de expansión, entre otros, para garantizar la aceptabilidad del producto por los consumidores.

Olinda Zelmira Araoz Cueva

Wilber Roca Laura

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con mucho amor y gratitud a mis adorados padres: Demetrio W. Araoz Delgado y Virginia Cueva Palomino por su amor único y apoyo continuo, por alimentar mis sueños con su ternura y fortaleza., les entrego estas páginas como testimonio de su infinito esfuerzo y como promesa de que seguiré haciendo que se sientan orgullosos.

A mis hermanos; Yeni, Fany, Darwin W, Verónica y a mis sobrinos mis héroes sin capa ustedes me enseñaron a ser fuerte, persistente por ser mi motivación silenciosa y mi recordatorio constante este logro también es de ustedes

A mi pareja Abraham mi soporte y motivación, mi refugio en las largas noches de estudio, por tu paciencia infinita y por recordarme, con tu amor, que todo esfuerzo florece en su momento. A mi hijo Jahaziel, mi pequeño sol, cuya luz convirtió el cansancio en fuerza y los días agotadores en razones para seguir adelante. Este logro, tejido con sus risas, apoyo y amor, es tan vuestro como mío.

Olinda Zelmira

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría, fuerza a lo largo de mi vida y poder concluir esta etapa más en mi vida.

A mis padres Fortunato, Macaria, Porfirio, Paulina. Por apoyar mis acciones y tareas.

A mis hermanos, por la confianza puesta en mí y haberme apoyado incondicionalmente en este proceso de formación.

A mi esposa Sonia, por ser mi compañera incondicional, por su amor, paciencia y apoyo constante en cada etapa del camino. Gracias por creer en mí incluso en los instantes más difíciles y por estar siempre a mi lado, brindándome fuerzas cuando más lo necesitaba.

A mis hijos Farid, Kiara y Said, mi mayor motivación y fuente de inspiración. Cada uno de ustedes representa un motivo para seguir creciendo, aprendiendo y superándome. Este logro también es para ustedes, con la esperanza de que les sirva como ejemplo de que, con esfuerzo, perseverancia y amor, todo es posible. Con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a la UNSAAC, Cusco, por su acogimiento durante nuestra formación profesional, que fortaleció nuestra disciplina y nos brindó las herramientas para convertirnos en profesionales que hoy somos. Este logro lleva su nombre y su esencia.

A la Facultad de Ingeniería de Procesos, a todos nuestros profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, guardianes del conocimiento y forjadores de profesionales, cuyo compromiso trasciende las aulas. Gracias por sembrar en mí, no solo conocimientos en procesos agroindustriales, sino también inspiración para innovar y eficiencia productiva. Cada lección, cada consejo y cada ejemplo recibido, hoy florece en este logro.

Con profunda admiración y gratitud a la Dra. Ing. Miriam Calla Florez, cuya invaluable guía, paciencia y sabiduría fueron faros indispensables en el desarrollo de la tesis. Su dedicación, apoyo académico y consejos oportunos no solo enriquecieron este trabajo, sino que también dejaron una huella imborrable en nuestra formación profesional.

A nuestros familiares que nos apoyaron en cada momento y ese amor incondicional que transformó los momentos difíciles en motivos para seguir adelante.

Olinda Zelmira

Wilber

INDICE

HOJA DE ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN	xvi
CAPITULO I	1
GENERALIDADES	1
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
HIPÓTESIS	7
HIPÓTESIS GENERAL.....	7
HIPÓTESIS ESPECÍFICO	7
JUSTIFICACIÓN	8
ANTECEDENTES	10
CAPITULO II.....	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1. MAÍZ.	14
2.1.1. PROCEDENCIA	14
2.1.2. VARIEDAD DE MAÍZ CULTIVADOS EN PERÚ.....	15
2.1.3. EL MAÍZ-AMARILLO-DURO	16
2.1.4. USOS DE MAÍZ AMARILLO DURO	16

2.1.5.	TAXONOMÍA DEL MAÍZ AMARILLO DURO	17
2.1.6.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y AMINOACÍDICA	18
2.1.7.	GRITS DE MAIZ:	19
2.1.8.	PROCESO DE OBTENCION DE GRITS DE MAIZ POR MOLIENDA SECA	20
2.2.	KIWICHA.....	20
2.2.1.	ORIGEN	20
2.2.2.	MORFOLOGÍA.....	21
2.2.3.	TAXONOMÍA	22
2.2.4.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	23
2.2.5.	VARIEDAD Y/O ECO TIPOS.....	24
2.2.6.	USOS	24
2.3.	SANGRE BOVINA	25
2.3.2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	26
2.3.3.	MÉTODOS PARA OBTENER HARINA DE SANGRE-BOVINA.	27
2.4.	ÁCIDO-ASCÓRBICO.....	28
2.5.	ANEMIA Y LA DESNUTRICION.....	28
2.6.	EL HIERRO.....	29
2.6.2.	REQUERIMIENTO DE HIERRO.	31
2.6.3.	ALIMENTOS CON HIERRO QUE PREVIENEN LA ANEMIA.	32
2.7.	EXTRUSIÓN.....	33
2.7.1.	MÉTODOS DE EXTRUSIÓN	33

2.7.2. PROCESOS DE EXTRUSIÓN	36
2.7.4. EFECTOS DE LA EXTRUSIÓN:.....	38
2.7.5. CARACTERÍSTICAS TECNOFUNCIONALES DE LOS PRODUCTOS EXTRUIDOS	40
2.7.6. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO. ...	43
2.8. SCORE QUÍMICO.	44
2.9. EVALUACIÓN SENSORIAL	45
CAPITULO III	47
MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1. SITIO DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	48
3.2.1. PARA OBTENER HARINA DE SANGRE BOVINA:.....	48
3.2.1.1. MATERIA PRIMA:	48
3.2.2. PARA OBTENER GRITS DE MAIZ Y HARINA DE KIWICHA.	49
3.3. METODOLOGÍA.....	51
3.3.2. METODOLOGÍA PARA OBTENER HARINA DE SANGRE-BOVINA.....	52
3.3.3. METODOLOGÍA PARA OBTENER GRITS DE MAÍZ	54
3.3.4. METODOLOGÍA PARA OBTENER HARINA DE KIWICHA.....	56
3.3.5. METODO PARA ELABORAR CEREAL EXTRUIDO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	57
3.3.6. MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL	59
3.3.7. METODO PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	59

3.3.8. METODO PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE EXPANSIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO.	60
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	62
3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO	63
3.5.1. DIAGRAMA EXPERIMENTAL	64
CAPITULO IV	65
RESULTADOS Y DISCUSIONES	65
DISCUSIONES	104
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFIA	111
ANEXOS.....	123

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquematización Del Grano De Maíz Amarillo Duro.....	18
FIGURA 2. Estructura de sección transversal (a) y longitudinal (b) de la kiwicha ...	22
FIGURA 3. Representación de extrusor de un solo tornillo.....	34
FIGURA 4. Tornillo-unico / Tornillos-gemelos.....	36
FIGURA 5. Propagación directa en un extrusor.....	38
FIGURA 6. Maíz no procesado/extruido (gránulos gelatinizados).	39
FIGURA 7. Diagrama de flujo para la Elaboración de un producto extruido con 10% de fortificación de hierro proveniente de harina de sangre bovina.....	43
FIGURA 8. Esquema para obtener harina de sangre-bovina	52
FIGURA. 9. Diagrama cualitativo para la elaboración de grits de maíz	54
FIGURA 10. Diagrama para obtener harina de Kiwicha	56
FIGURA 11. Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de cereal extruido.	57
FIGURA 12.	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional del maíz amarillo duro.....	18
Tabla 2: Composición aminoacídica del maíz amarillo duro.....	19
Tabla 3: Compuestos nutritivos de la kiwicha	23
Tabla 4: Composición de aminoácidos.....	24
Tabla 5: Composición proximal y contenido de hierro de la harina de sangre bovina	26
Tabla 6: Composición de aminoácidos de la harina de sangre bovina.....	26
Tabla 7: Requerimientos Dia/Hierro conforme OMS	32
Tabla 8:	46
Tabla 9:	51
Tabla 10: Tratamientos en estudio según computo aminoacídico.....	51
Tabla 11:	59
Tabla 12:	62
Tabla 13: Resultados de prueba sensorial "color".....	65
Tabla 14: ANOVA "COLOR".....	65
Tabla 15: Pruebas de Múltiples Rangos "color"	65
Tabla 16: Resultados de análisis sensorial para el atributo “olor”	68
Tabla 17: Análisis de varianza para el atributo "OLOR"	68
Tabla 18: Resultados de análisis sensorial para el atributo “sabor”	69
Tabla 19: Análisis de varianza para el atributo “SABOR”.....	70
Tabla 20: Pruebas de múltiples rangos para atributo “sabor”.....	70
Tabla 21: Resultados de análisis sensorial “fracturabilidad”.....	72
Tabla 22: Análisis de varianza para el atributo “FRACTURABILIDAD”	73

Tabla 23. Pruebas de múltiples rangos por tratamiento para el atributo “fracturabilidad”	73
Tabla 24. Resultados de análisis sensorial para el atributo "apariencia"	76
Tabla 25. ANOVA para la “APARIENCIA”	76
Tabla 26. Pruebas de Múltiples Rangos “apariencia”	77
Tabla 27. Resultados de laboratorio de análisis fisicoquímica del cereal extruido. .	79
Tabla 28. ANOVA para Proteína.....	80
Tabla 29.	80
Tabla 30. Análisis de varianza para HIERRO mg/100 g por tratamiento.	82
Tabla 31. Prueba de Múltiples Rangos para hierro.....	83
Tabla 32. ANOVA para CARBOHIDRATOS.....	85
Tabla 33. Prueba de Múltiple Rangos “carbohidratos”.	86
Tabla 34. Análisis de varianza para ENERGÍA kcal/100 g por tratamiento.	88
Tabla 35.	88
Tabla 36. ANOVA para FIBRA% por tratamiento.	90
Tabla 37. Prueba de múltiples rangos para fibra	91
Tabla 38. Análisis de varianza para grasa por tratamiento	93
Tabla 39.	94
Tabla 40. ANOVA para “CENIZA”.....	96
Tabla 41. Pruebas de múltiples rangos “ceniza” por tratamiento.....	96
Tabla 42.	99
Tabla 43. ANOVA “ÍNDICE de EXPANSIÓN”.	99
Tabla 44. Prueba de Múltiples Rangos “índice de expansión” por tratamiento.	100
Tabla 45. Computo aminoacídico y químico de los tratamientos.	104
Tabla 46. Resultados de hierro obtenidos por el laboratorio.....	105

Tabla 47. Resultado de análisis fisicoquímico obtenidos por el laboratorio.	106
---	-----

Tabla 48. Índice de Expansión de los cereales extruidos	107
--	-----

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICA 1. Gráfica de medias Tukey a 99% “COLOR”	67
---	----

GRAFICA 2. Gráfica de medias tukey a 99% para el atributo “OLOR”	69
---	----

GRAFICA 3. Gráfica de medias tukey 99% para el atributo "SABOR"	72
--	----

GRAFICA 4. Grafica de medias tukey 99% para la "FRACTURABILIDAD"	75
---	----

GRAFICA 5. Grafica de medias tukey a 99% para la "APARIENCIA"	78
--	----

GRAFICA 6. Nivel de medias tukey a 99% para “PROTEINA”	82
---	----

GRAFICA 7. Grafica de medias Tukey para el contenido de HIERRO	84
---	----

GRAFICA 8. Grafica de medias Tukey para CARBOHIDRATO %	87
---	----

GRAFICA 9. Grafica de medias tukey para ENERGÍA kcal/100 g	90
---	----

GRAFICA 10. Grafica de medias tukey HSD 99% para FIBRA %	92
---	----

GRAFICA 11. Grafica de medias de tukey HSD a 99% para GRASA %	95
--	----

GRAFICA 12. Grafica de medias Tukey a 99% para CENIZA%	98
---	----

GRAFICA 13. Grafica de Tukey para el ÍNDICE de EXPANSIÓN.....	102
--	-----

HOJA DE ABREVIATURAS

ENDES: Encuesta Demográfica y de la Salud Familiar.

ADC: Análisis Descriptivo Cuantitativo.

SAQMIC: Servicios Analíticos, Químicos Y Microbiológicos En Aguas Y Alimentos.

DESCO: Centro De Estudios Y Promoción Del Desarrollo.

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

UNICEF: united Nations International CHILDREN'S Emergency en español significa Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas Para la infancia.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las naciones unidas.

HTST: Alta temperatura corto tiempo.

WAI: Índice de absorción de agua.

WSI: Índice de solubilidad en agua.

IE: Índice de expansión.

g/dl: gramos por decilitro.

HR: Humedad Relativa.

MP: Materia Prima.

AA: Aminoácido.

AISI 304: Se trata de un acero inoxidable austenítico de aleación tipo 18/8, con un contenido de cromo del 18% y níquel del 8%, según el American Iron and Steel Institute.

AOAC: Asociacion of Official Analytical Chemist.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo: Determinar el porcentaje adecuado de grits de maíz (GM), harina de kiwicha (HK) y harina de sangre bovina (HSB) para la elaboración del cereal extruido, evaluar el análisis sensorial, fisicoquímico y el índice de expansión. Se desarrollaron seis tratamientos mediante el método del cómputo aminoacídico cuyas variables de porcentaje de sustitución son: **T1** (70% GM, 5% HK y 25% HSB), **T2** (70% GM, 10% HK y 20% HSB), **T3** (80% GM, 5% HK y 15% HSB), **T4** (80% GM, 10% HK y 10% HSB), **T5** (90% GM, 5% HK y 5% HSB) y **T6** (90% GM, 10% HK y 0% HSB). El cereal extruido fue elaborado en un extrusor de doble tornillo. Los tratamientos mostraron un contenido de hierro decreciente desde T1 con 19.4 mg/100 g de hierro, T2 con 15.8 mg/100 g de hierro, T3 con 12.9 mg/100 g de hierro, T4 con 9.8 mg/100 g de hierro, T5 con 6.4 mg/100 g de hierro y T6 con 3.6mg/100 g de hierro al igual que el contenido proteico T1 con 21.4%, T2 con 19.3%, T3 con 18.2%, T4 con 15.9%, T5 con 10.3% y T6 con 8.6%, el análisis estadístico se llevó a cabo mediante un diseño completamente al azar DBCA haciendo uso del programa STATGRAPHICS centurión, donde el T5 resultó como el mejor tratamiento que cumple con las mejores condiciones sensoriales con una puntuación promedio de 5 en escala hedónica correspondiente a “**me gusta**”. Los tratamientos presentan un índice de expansión como T1 con 1.92, T2 con 1.85, T3 con 1.87, T4 con 1.92, T5 con 1.92 y T6 con 2.60. Donde el tratamiento T5 se considera como expansión media con 1.92 con una fracturabilidad agradable al paladar. Asimismo, el tratamiento T5 resulto microbiológicamente apto para el consumo humano. Finalmente se concluye que el T5 con 90%GM, 5% HK, 5% HSB y ácido ascórbico mejoran significativamente la calidad nutricional de productos extruidos.

Palabras claves: Extruido, grits de maíz, harina de Kiwicha, harina de sangre bovina, hierro y ácido ascórbico

CAPITULO I

GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

La extrusión de alimentos es una tecnología ampliamente utilizada a nivel global, destacando por su eficiencia en la producción de alimentos innovadores. Este proceso combina múltiples operaciones unitarias como mezcla, cocción, amasado y moldeo en un solo sistema continuo, ofreciendo ventajas significativas en productividad, ahorro energético y versatilidad para crear productos con texturas y formas diversas (Fellows,1994; Kameco,2005). En Perú los alimentos extruidos especialmente los snacks, son populares entre la población infantil (Kameco, 2005). Sin embargo, esta tecnología podría aprovecharse para desarrollar productos fortificados que aborden problemas nutricionales críticos, como la deficiencia de hierro y la anemia que afectan al 40 % de niños menores de 3 años (INEI, 2021).

En este sentido, el hierro hemínico, presente en fuentes animales como la carne y la sangre bovina, representa una solución prometedora debido a su alta biodisponibilidad. A diferencia del hierro no hemínico. El hierro hemínico se absorbe directamente en el intestino delgado (duodeno y yeyuno) con una eficiencia del 15 – 35 %, siendo menos susceptible a inhibidores como los fitatos (Gonzales, 2005). La sangre bovina, sub producto de la industria cárnica, es particularmente rica en este nutriente, con un 18 % de proteínas y un perfil de aminoácidos esenciales (lisina, leucina y triptófano) que complementan su valor nutricional (lucas, 2005). Su aprovechamiento no solo reduciría el desperdicio de recursos, sino que también ofrecería una alternativa sostenible para combatir la anemia (Beltrán y Perdomo, 2007).

Por otro lado, la harina de Kiwicha constituye un ingrediente promisorio por su destacado perfil nutricional, particularmente por su contenido en proteína de alta calidad 13 a 18 % y contenido de aminoácidos esenciales como lisina (5.2 g/100 g de proteína) (Repo-Carrasco et al,2003). Pero su absorción se ve limitado por la presencia de fitatos y polifenoles, para contrarrestar este efecto, el ácido ascórbico (vitamina C) se incorpora como un potenciador clave, capaz de incrementar la absorción y especialmente del hierro.

En este contexto, con el trabajo de tesis elaboración de cereal extruido con sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, Kiwicha y ácido ascórbico, busca una alternativa sostenible para combatir la anemia y la desnutrición. Ya que el cereal extruido es muy aceptable por los niños(as) y la población en general. Este trabajo se estructura en cuatro capítulos: generalidades, marco teórico, materiales y métodos, resultados y discusiones seguido de conclusiones y recomendaciones.

PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, los patrones alimentarios de niños y adolescentes han experimentado un cambio significativo, caracterizado por el creciente consumo de productos ultra-procesados, como los snacks extruidos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), estos alimentos contienen altos niveles de grasas, azúcares y sodio, pero carecen de micronutrientes esenciales como el hierro, lo que contribuye al incremento de deficiencias nutricionales, especialmente en poblaciones vulnerables de países en vías de desarrollo.

En el Perú, la problemática nutricional infantil se manifiesta de forma alarmante. Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES, 2024), reporta un incremento de anemia de 40% a 43.7% en niños menores de 3 años, una condición que se agrava en zonas rurales y altoandinas. En el Distrito de Pitumarca, la prevalencia de anemia infantil en niños de 3 años alcanza el 49.9 %, una de las más altas a nivel nacional (Redesarrollo, 2024). Además, en la provincia de Canchis, donde se ubica el distrito de Pitumarca, se ha reportado una tasa de desnutrición crónica infantil del 44.1 %, lo que evidencia un panorama de alta vulnerabilidad nutricional. Esta situación se desarrolla en un entorno donde los patrones alimentarios incluyen productos altamente industrializados como los snacks extruidos, que, si bien son accesibles y de frecuente consumo, poseen bajo valor nutricional y no contribuyen significativamente al requerimiento diario de nutrientes clave como hierro, proteínas y fibra (Castro et al., 2020).

La actual oferta alimentaria, dominada por productos de bajo contenido nutricional, no favorece la mejora del estado nutricional de los consumidores, especialmente de los grupos en situación de riesgo como es el distrito de Pitumarca. Esta realidad contrasta con la disponibilidad de ingredientes locales subutilizados que poseen alto valor nutricional y funcional, como la **harina de sangre bovina**, fuente de hierro hemínico y proteínas de alta biodisponibilidad, y la **kiwicha** (*Amaranthus caudatus*), un pseudocereal andino que

contiene entre 13 % y 20 % de proteínas, alta digestibilidad (superior al 90 %) y destacadas propiedades tecnológicas aplicables en productos extruidos (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2022).

Diversos estudios han explorado el uso de harina de sangre bovina en productos extruidos como una estrategia para mejorar el perfil proteico y mineral. Flores-Mancha et al. (2021) desarrollaron un extruido enriquecido que evidenció incrementos en los niveles de hierro y proteínas, aunque con aceptación sensorial moderada. De manera similar, Rodríguez-Alegría et al. (2020) reportaron que la inclusión de hasta un 10 % de sangre bovina mejora la calidad nutricional del snack, pero también genera cambios desfavorables en el color y sabor. Estos antecedentes evidencian avances relevantes, pero también revelan limitaciones sensoriales y tecnofuncionales que requieren mayor investigación.

La tecnología de extrusión de doble tornillo se presenta como una alternativa eficiente para la elaboración de productos alimentarios con valor agregado, permitiendo transformar materias primas no convencionales en snacks con mejores características fisicoquímicas, sensoriales y tecnológicas. No obstante, el uso de ingredientes no convencionales como la sangre bovina plantea retos específicos en términos de aceptabilidad del consumidor, por lo que es indispensable evaluar de forma integral sus efectos sobre el producto final.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo formular un snack extruido a base de grits de maíz, harina de sangre bovina y harina de kiwicha, como una alternativa con mayor densidad nutricional frente a los productos comerciales convencionales. Se evaluará su comportamiento tecnológico (índice de expansión), su composición nutricional (proteínas, hierro, energía, carbohidratos, grasa, fibra y ceniza) y sus propiedades sensoriales (color, sabor, olor, fracturabilidad y apariencia). Si bien el estudio no busca intervenir directamente sobre la prevalencia de anemia, sí pretende aportar al desarrollo de alimentos con potencial funcional que diversifiquen la dieta y mejoren la calidad

nutricional de poblaciones vulnerables, como del Distrito de Pitumarca Provincia de Canchis del Departamento de Cusco.

Pregunta General:

¿Cómo influye la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, kiwicha y ácido ascórbico en las características sensoriales, composición fisicoquímica y comportamiento del índice de expansión del cereal extruido?

Preguntas Específicas:

1. ¿Como determinar el porcentaje adecuado de sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha para la elaboración del cereal extruido?
2. ¿Cómo se ven afectadas las propiedades sensoriales del cereal extruido por la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico?
3. ¿Cómo varían las propiedades fisicoquímicas del cereal extruido por la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico?
4. ¿Qué efecto tiene la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico sobre el índice de expansión del cereal extruido?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz (*Zea mays* L.) por harina de sangre bovina, harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y ácido ascórbico en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y el índice de expansión del cereal extruido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el porcentaje adecuado de sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha para la elaboración del cereal extruido.
2. Determinar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico en las propiedades sensoriales como color, olor, sabor, fracturabilidad y apariencia del cereal extruido.
3. Evaluar las variaciones en las propiedades fisicoquímicas de proteína, hierro, carbohidrato, energía, fibra, grasa y ceniza.
4. Analizar el impacto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico sobre el índice de expansión del cereal extruido.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

La sustitución parcial de grits de maíz (***Zea mays* L.**) por harina de sangre bovina, kiwicha (***Amaranthus caudatus***) y ácido ascórbico afectan significativamente las propiedades sensoriales, las características fisicoquímicas y el índice de expansión del cereal extruido.

HIPÓTESIS ESPECÍFICO

1. La sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha en la elaboración del cereal extruido mejora significativamente su perfil nutricional.
2. La sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico modifica de manera significativa las propiedades sensoriales del cereal extruido.
3. La sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico produce cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas del cereal extruido.
4. El índice de expansión del cereal extruido se ve afectado significativamente por la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico.

JUSTIFICACIÓN

En el Distrito de Pitumarca, ubicado en la Provincia de Canchis del Departamento Cusco, se observa una creciente preocupación por el estado nutricional de la población, especialmente en grupos vulnerables de niños de 3 años. Según el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2022), esta región presenta indicadores preocupantes de anemia y desnutrición crónica infantil, asociados en gran medida a dietas monótonas y pobres en proteínas de alta calidad y micronutrientes esenciales como el hierro. En este contexto, la innovación alimentaria orientada a la producción de alimentos nutritivos, accesibles y culturalmente aceptados es una necesidad prioritaria.

El maíz (*Zea mays* L.) es un alimento básico en la dieta de las comunidades altoandinas y es utilizado frecuentemente como insumo principal en la elaboración de productos extruidos. Sin embargo, su perfil nutricional es limitado en cuanto a contenido proteico y aminoácidos esenciales, por lo que su enriquecimiento con ingredientes funcionales es una estrategia adecuada para elevar el valor nutricional de productos procesados. En este sentido, la sustitución parcial de grits de maíz con harina de sangre bovina, harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y ácido ascórbico representa una alternativa prometedora.

La harina de sangre bovina, subproducto de origen animal rico en proteínas de alto valor biológico y hierro hemo, ofrece una solución efectiva para combatir la anemia, problema prevalente en la zona. Su uso en alimentos no solo permite valorizar un subproducto poco aprovechado, sino también contribuir a una alimentación más funcional. Por su parte, la kiwicha es un pseudocereal originario de los Andes, con gran tradición en la agricultura familiar de zonas como Pitumarca. Es reconocida por su alto contenido de proteínas, lisina y compuestos antioxidantes, lo que refuerza su potencial como ingrediente nutracéutico.

El ácido ascórbico (vitamina C), por su parte, no solo actúa como antioxidante natural, mejorando la estabilidad del producto, sino que además favorece la absorción del hierro no hemínico que se encuentra en los vegetales (espinacas, lentejas, kiwicha) y el hierro hemínico que es de origen exclusivo de fuentes animales (carne roja, hígado, sangrecita, pescado), potenciando el valor nutricional del cereal extruido (Hurrell & Egli, 2010).

Esta investigación cobra relevancia no solo desde el punto de vista nutricional, sino también social y económico. El desarrollo de un cereal extruido fortificado con insumos locales puede impulsar la producción agrícola de kiwicha, fomentar la economía circular mediante la valorización de subproductos cárnicos y promover la seguridad alimentaria en las comunidades rurales de Pitumarca. Además, este tipo de productos puede ser utilizado en programas sociales de alimentación escolar, como Qali Warma, que buscan mejorar la nutrición infantil en zonas altoandinas.

Finalmente, al evaluar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre, kiwicha y ácido ascórbico sobre las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y el índice de expansión del cereal extruido, se podrá determinar la viabilidad tecnológica de este producto, abriendo paso a su futura implementación a escala piloto o industrial.

ANTECEDENTES

Galarza & Cairo, (2011). Tesis titulada “Calidad Nutricional de un Producto Extruido Fortificado con dos Niveles de Hierro Provenientes de harina-sangre-bovina”. El propósito de este trabajo de exploración fue saber la calidad sobre nutrición de un producto extruido fortificado con dos escenarios de hierro que llega de harina de sangre bovina: 10% y 15% además un producto extruido sin fortificar (0%) como exhibe de comparación. La harina de sangre bovina se consiguió por deshidratado-atomizado, para el extruido se utilizó un extrusor (tornillo sin-fín). La calidad sobre nutrición fue desde el valor de hierro, bromatología, rasgos físicos, propiedades químicas, pruebas microbiológicas y la prueba de aceptabilidad por medio de la evaluación organoléptica. Llegando así a la conclusión de que el producto extruido fortificado con 10% (31,87 mg/100 g de hierro y 12.47g/100 g de proteína), de procedencia de harina con sangre vacuna, dio buena calidad nutritiva y de mayor aceptación que el extruido-fortificado con 15% (38,08 mg/100 g de hierro y 13.80g/100 g de proteína) y en el producto extruido con 0% (2.99mg/100 g de hierro y 7.19g/100 g de proteína), 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”.

Aro Aro, (2002). “El presente trabajo de investigación “Elaboración de una mezcla alimenticia a base de Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*), Cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), Cebada (*Hordeum vulgare L.*), Maíz (*Zea mays L.*), Haba (*Vicia faba L.*) y Soya (*Glycine max L. Merr*) por proceso de cocción - extrusión” que se emplearon para formular y elaborar una mezcla instantánea para la alimentación de niños de edad escolar, se realizaron formulaciones utilizando el método del cómputo químico siendo favorecida la mezcla que contiene 28.8% de Quinoa, 9.25% de Cañihua, 5% de cebada, 6% de Haba, 3% de Maiz, 8% Soya, 29.50 de Azucar, 8% de Aceite vegetal, 0.2% de esencia, 2% de Fosfato

Tricalcico y 0.25 de Vitaminas. Posteriormente fueron evaluadas las características funcionales de la mezcla instantánea obteniéndose los siguientes resultados, índice de absorción de agua con 6.1%, índice de solubilidad de agua con 19.8%, índice de expansión con 1.64cm y el índice de solubilidad de nitrógeno con 35%.”

Garay Barrios , (2018). “En su trabajo de investigación titulado "Formulación y Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de Galletas Anti anémicas reforzadas con Chenopodium-Quinoa) y la sangre del ganado bovino, con el propósito de indagar sobre la formulación y propiedades de galletas, usando trigo(10%), quinua (20%) y sangre bovina (50%), preliminarmente se eligió Tratamiento 1 (30%), Tratamiento 3 (40%) y Tratamiento 5 (50%) de suplencia sangre bovina, llevándolas a evaluación sensorial prioridad por medio de una escala hedónica exigida, 30 panelistas semi entrenados, indicándonos tener buen color, gusto y textura correcta el tratamiento T5.

Dicha muestra fue sometida al análisis fisicoquímica y microbiológica, dando como resultado que el producto es apto para el consumo humano cumpliendo con lo exigido por la FAO (1981); conteniendo humedad 3.20%, índice de peróxido 0.15meq/Kg de aceite o grasa, ceniza 1.30, acidez 0.09%, mohos UFC/g < 10”.

Araujo & Perez, (2019), investigó la eficacia de un alimento innovador para combatir la anemia en mujeres embarazadas, para la elaboración de las galletas, se prepararon cuatro formulaciones distintas, las concentraciones utilizadas fueron 0% (control), 3-7-10%, peso a peso total de la harina de trigo. El análisis composicional arrojó resultados interesantes: humedades inferiores al 5.2% y un contenido de cenizas por debajo del 2.5%, indicativos de una buena conservación y densidad nutricional, a partir de una fortificación del 7%, se notó una disminución en el contenido graso, lo que conllevó a una reducción del valor calórico total de las galletas. El valor de carbohidratos fue constante relativamente estable, oscilando entre el 64% y el 66% en todas las formulaciones, en cuanto al contenido de hierro, se registró

un aumento proporcional a la cantidad de sangre añadida. Las formulaciones con 7% y 10% de fortificación, que proporcionaron 36.1 mg y 43.8 mg de hierro por cada 100 g de producto, respectivamente. Las excepciones notables fueron la apariencia oscura y tostada, que se acentuaron en la formulación con diez por ciento fortificada, textura-crujiente, para la cual no se observó tendencia en relación con el nivel de fortificación.

Soliz Poveda, (2014), Un estudio innovador con el objetivo de obtener un alimentos enriquecido con hierro, utilizando como base la sangre-bovina. Los investigadores optaron por desarrollar mini cupcakes, un producto atractivo y de fácil consumo, fortificado con sangre bovina procesada. La sangre bovina, rica en hierro, se sometió a dos métodos distintos de deshidratación: liofilización y secado en bandejas. Las concentraciones probadas fueron 0% (como control), 5%, 10% y 15% de harina de sangre en relación con el resto de los ingredientes. Para la aceptabilidad se degusto con treinta jueces-entrenados. Los resultados de esta evaluación sensorial fueron reveladores: Los mini cupcakes elaborados sin harina de sangre (0%) y aquellos con un diez por ciento de sangre-bovina resultaron ser los más apreciados por los jueces; Particularmente, estos resultados sugieren que es posible incorporar una cantidad significativa de harina de sangre (10%), los cuales fueron sometidos a análisis bromatológico y microbiológico las formulaciones elaboradas con 10% de harina de sangre obtuvo: 12.05% de proteína y el de 0% de harina de sangre un 9.01%.

Lazaro Ramos , (2016), investigó sobre la elaboración, aceptabilidad y eficacia de galletas nutricionales enriquecidas con harina de sangre bovina para mejorar los niveles de hemoglobina en escolares de 6 a 11 años de un colegio. Se desarrollaron tres formulaciones de galletas, reemplazando el 20%, 25% y 30% harina-trigo/sangre-bovina. La versión con 25% de sustitución resultó ser la más aceptada entre los 21 estudiantes que participaron en la evaluación sensorial. El análisis nutricional reveló que las galletas con 20 –25 -30% de harina

sangre-bovina con contenido de 17.77, 22.24 y 26.65 mg de hierro por 100 g, respectivamente. Las pruebas microbiológicas confirmaron galletas consumibles.

Lucas Aguirre, (2005), Evaluó el valor nutritivo de galletas con sangre-bovina deshidratada mediante atomización. Con tres variantes: galletas con 5-8% de fortificación, y un grupo control sin fortificación, las galletas con 8% de fortificación mostraron alto (hierro-proteína) (13.07 gramos /100 gramos y 24.04 miligramos/100 gramos). Las galletas con 5% fortificadas presentaron niveles intermedios (10.99gramos / 100gramos proteína y 20.96 miligramos/100 gramos de hierro), mientras que el grupo control tuvo los niveles más bajos (8.72 gramos/100 gramos de proteína y 8.32 miligramos/100 gramos de hierro). La prueba microbiológica confirmó que las galletas son consumibles para humanos, con niveles aceptables de aerobios-mesófilos y coliformes, y ausencia de salmonella. En cuanto a la aceptabilidad sensorial, sabor, olor y apreciación general, las galletas del grupo control fueron las más aceptadas (40% de preferencia), seguidas por las galletas con 5% de fortificación (35%) y finalmente las de 8% (25%). En conclusión, las galletas con 5% de fortificación se consideraron la mejor opción, ofreciendo un buen equilibrio entre valor nutricional mejorado y aceptabilidad por parte de los consumidores.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.MAÍZ.

2.1.1. PROCEDENCIA

Según indagaciones peruanas e internacionales, Perú y México se consideran los orígenes mundiales del maíz. Esta información fue compartida por Alexander Grobman, profesor emérito de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (David, 2018).

Grobman explicó que estos hallazgos son el resultado de excavaciones arqueológicas realizadas entre 2007-2011 en los yacimientos de Paredones y Huaca-Prieta, en La Libertad, en la zona-costal norte del Perú. Los análisis efectuados en 15 muestras de maíz obtenidas durante estas excavaciones arrojaron resultados sorprendentes (David, 2018), estas muestras revelaron una antigüedad que oscila entre 6.504 y 7.775 años, lo que las sitúa en un período histórico anterior al maíz descubierto en Guilá Naquitz, en el estado mexicano de Oaxaca. Las muestras mexicanas, por su parte, se dataron en aproximadamente 6.300 años de antigüedad (David, 2018), esta revelación no solo confirma la importancia de Perú en la historia del maíz, sino que también sugiere que el cultivo y la domesticación de este cereal en la región andina podrían ser más antiguos de lo que se pensaba anteriormente. Estos hallazgos contribuyen significativamente a nuestra comprensión del pasado agrícola y el porvenir de las civilizaciones tempranas en América, la evolución del maíz es realmente impresionante. Hace diez años se había establecido que este cultivo nació hace 9.000 años, en un valle en el sur-oeste de la nación Mexicana, desde una plantula muy silvestre denominada “teosinte” (*Zea mays-spp-parviglumis*), el 2012, estudiosos del equipo del Dr. Grobman, evidenciaron muestras de la existencia del maíz en la región costera de Perú desde hace seis mil setecientos años, los cuales daban a conocer visibles contradicciones con

los encontrados en la cueva “Guilá Naquitz” (Oaxaca, México), con cinco mil cuatrocientos años de antigüedad.

2.1.2. VARIEDAD DE MAÍZ CULTIVADOS EN PERÚ

El maíz (***Zea mays***) presenta diversas variedades con características y usos específicos:

1. Maíz duro (***Z. m. indurata***): Granos redondeados y duros, con endospermo vítreo. Usado para alimentación humana y animal, y para producir fécula. Ampliamente cultivado en los trópicos.
2. Maíz reventón (***Z. m. everta***): Similar al duro, pero con más endospermo duro. Granos pequeños que explotan con calor, produciendo palomitas. Cultivo limitado en los trópicos.
3. Maíz dentado (***Z. m. identata***): Forma de diente, con más endospermo blando. Principal variedad para grano y ensilaje. El blanco se usa para consumo humano, el amarillo para animales.
4. Maíz harinoso (***Z. m. amilacea***): Común en México y los Andes. Rico en almidón blando, usado en alimentación humana y bebidas especiales. Destaca el "Blanco Gigante del Cuzco".
5. Maíz ceroso (***Z. m. ceratina***): Endospermo opaco y ceroso, rico en amilopectina. Cultivo limitado, textura similar al alimentos yuca.
6. Maíz opacado-2 y MPC: Alto en aminoácidos esenciales, especialmente lisina y triptófano. Endospermo muy blando.
7. Maíz dulce (***Z. m. saccharata***): Consumido como mazorca verde por su alto contenido de azúcar. Poco cultivado en trópicos debido a su bajo rendimiento.
8. Maíz baby: Cosechado temprano para uso como hortaliza, fresco o envasado.

Estas variedades muestran la diversidad del maíz, adaptándose a diferentes usos alimentarios y condiciones de cultivo, (Paliwal & Acosta, 2009).

9. Maíz morado, es una variedad genética de maíz peruano; una mazorca (tusa y grano) formado en un 85% de grano y 15% de coronta (tusa), este fruto contiene el pigmento denominado antocianina, utilizado frecuentemente en la preparación de bebidas como la chicha morada y postres. (Otiniano Vasquez, 2012)

2.1.3. EL MAÍZ-AMARILLO-DURO

Clasificado científicamente como *Zea mays* L. variedad *indurata*, se distingue por su endospermo vítreo, cristalino y translúcido, compuesto principalmente por almidón córneo. Esta variedad puede presentar granos de color blanco o amarillo, con un pericarpio que varía entre blanco y jaspeado de diversos colores. Se caracteriza por tener una maduración intermedia y una notable resistencia a plagas y enfermedades.

En el contexto peruano, esta variedad es conocida como "maíz perla" o "maíz de gallina". Su cultivo se adapta bien a las condiciones climáticas cálidas y tropicales, siendo común encontrarlo en las regiones costeras, selváticas y en los valles bajos de la sierra del país. En cuanto a su utilización, en la costa se aprovecha como forraje, mientras que en otras regiones se emplea principalmente en la alimentación de cerdos y aves de corral (Palomino Quispe, 2014).

2.1.4. USOS DE MAÍZ AMARILLO DURO

El maíz aporta con la economía global, sirviendo no solo como alimento para humanos y ganado, sino también como insumo para muchos alimentos procesados. En las regiones tropicales, aproximadamente el 40% de la producción de maíz se destina a la alimentación animal, principalmente para el ganado y la industria avícola (PALIWAL, 2001). En cuanto al consumo humano, el maíz se procesa de diversas formas. Se puede consumir

tanto maduro como inmaduro, y a menudo se muele para obtener harina. Estas harinas son usadas en diversidad de productos, incluyendo almidones y panes. El proceso de molienda también permite obtener (sémola, semolina, almidon, harina fina y harina granulada) Estos productos intermedios, a su vez, encuentran aplicación para distintos productos, demostrando la versatilidad.

2.1.5. TAXONOMÍA DEL MAÍZ AMARILLO DURO

El maíz amarillo y su relevancia se debe a tres factores principales: su valor histórico, su importancia económica y su notable capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y tipos de suelo (Quevedo Vasques, 2019).

a. CLASE TAXONÓMICA

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliidae

Orden: Poales

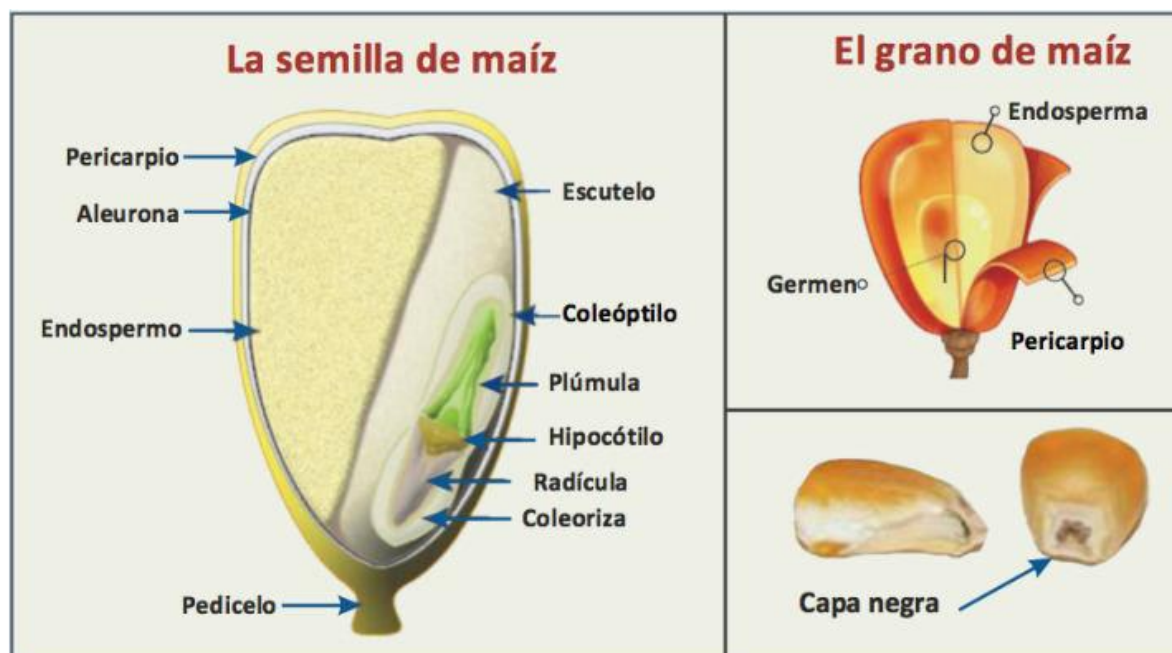
Familia: Poaceae

Sub familia: panicoideae

Tribu: Andropogoneae

b. ESTRUCTURA DEL MAÍZ

FIGURA 1. Esquemmatización Del Grano De Maíz Amarillo Duro



Fuente: (Alviárez Gutierrez, 2020)

2.1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y AMINOACÍDICA

Tabla 1: Composición nutricional del maíz amarillo duro.

Nutriente	Valor / 100 gramos
Agua(gramos)	10.37
Energía(kilocaloria)	365
Proteína(gramos)	9.42
Grasa(gramos)	4.74
Cenizas(gramos)	1.20
Carbohidratos(gramos)	74.26
Hierro(miligramos)	2.71
Fibra-Total(gramos)	7.3

Fuente: (U.S.Department of Agriculture, 2015) Mencionado por Robinson Marlon

Aylas Huamán 2017.

Tabla 2: Composición aminoacídica del maíz amarillo duro

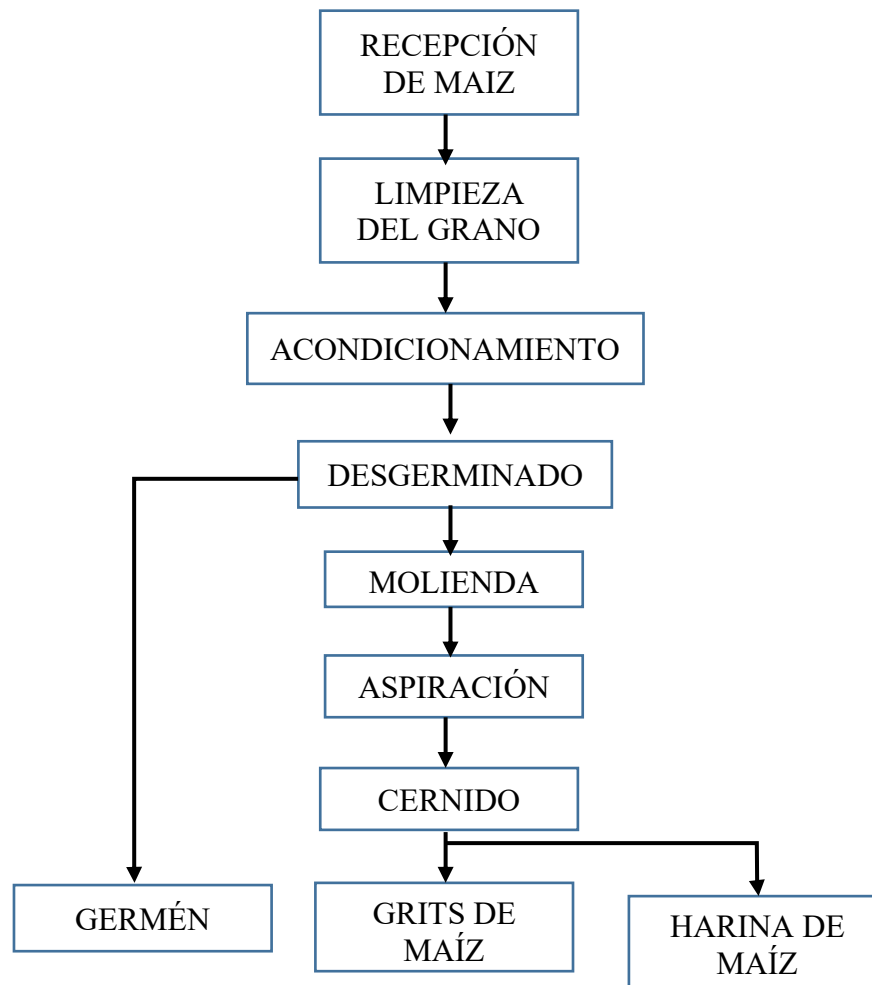
Aminoácidos	Miligramos / gramos proteína
Histidina	33.3
Isoleucina	36.9
Leucina	134.5
Lisina	33.3
Metionina + Cisteína	50.3
Fenilalanina + tirosina	52.1
Treonina	35.7
Triptófano	7
Valina	53.5

Fuente: (U.S.Department of Agriculture, 2015) Mencionado por Robinson Marlon Aylas Huaman 2017.

2.1.7. GRITS DE MAIZ:

El grits se obtiene de la porción dura del endospermo del maíz amarillo duro, que ha sido sometido a procesos de limpieza, separación de la cascarilla del germen y del endospermo suave como resultado de la desgerminación y molienda seca, para producir cristales con bajos contenidos de grasa desprovistos de fibra, con olor y color característico del maíz sano apto para el consumo humano. (AGRO GRAIN S.A., 2023)

2.1.8. PROCESO DE OBTENCION DE GRITS DE MAIZ POR MOLIENDA SECA



Fuente: (Crespin, et al., 2013)

2.2.KIWICHA

2.2.1. ORIGEN

La kiwicha ocupaba un lugar destacado en la dieta de los incas, comparable en importancia a la papa y el maíz (Repo-Carrasco, 2014). Este cultivo ya era conocido por las poblaciones preincaicas antes de la llegada de los españoles, quienes posteriormente la introdujeron en Europa como planta ornamental (Repo-Carrasco, 1998).

Los granos de kiwicha, originalmente de tonalidad oscura, fueron modificados por los agricultores antiguos hasta obtener una variedad de color blanco, la cual se caracteriza por un mejor sabor y calidad al ser reventada (Sauer, 1977; citado por Repo-Carrasco, 2014).

Aunque la kiwicha no pertenece a la familia de las gramíneas, se clasifica como un pseudocereal debido a que sus semillas pueden molerse para obtener harina y utilizarse de manera similar a los cereales (Repo-Carrasco, et al, 2010).

2.2.2. MORFOLOGÍA

(Peña , 2010), menciona las cuatro partes del grano.

- EPISPERMO (cubrimiento seminal, capa-células-finas),
- ENDOSPERMO (parte segunda de protección en la capa granular),
- EMBRIÓN (cotiledones con abundante proteína)
- PERISPERMA (estructura interna contiene almidones).

Los *Amaranthus*, género al que pertenece la kiwicha, no se clasifican como cereales debido a su embrión dicotiledóneo. Los cereales-gramíneos son monocotiledóneas, con un cotiledón llamado escutelum/escudo. Por esta razón, los granos del género *Amaranthus* se denominan pseudocereales (Reyes, 2007).

La planta de kiwicha muestra una variedad de colores, que pueden ser (púrpura-verde-amarillo-rosado-rojo). Las hojas, que miden 6,5cm a 15 cm de largo (alternas/opuestas), enteras y algo pecioladas, con tonalidades que van del verde oscuro al magenta. Es un cultivo anual cuyo tallo puede alcanzar una altura de 0,80 a 2,50 m (Peña , 2010)

2.2.3. TAXONOMÍA

Según: (Pérez Avila , 2010)

a. TAXONOMÍA DE LA KIWICHA

División: Fanerogama

Clase: Dicotiledóneae

Sub clase: Archyclamidae

Orden: Centrospermales

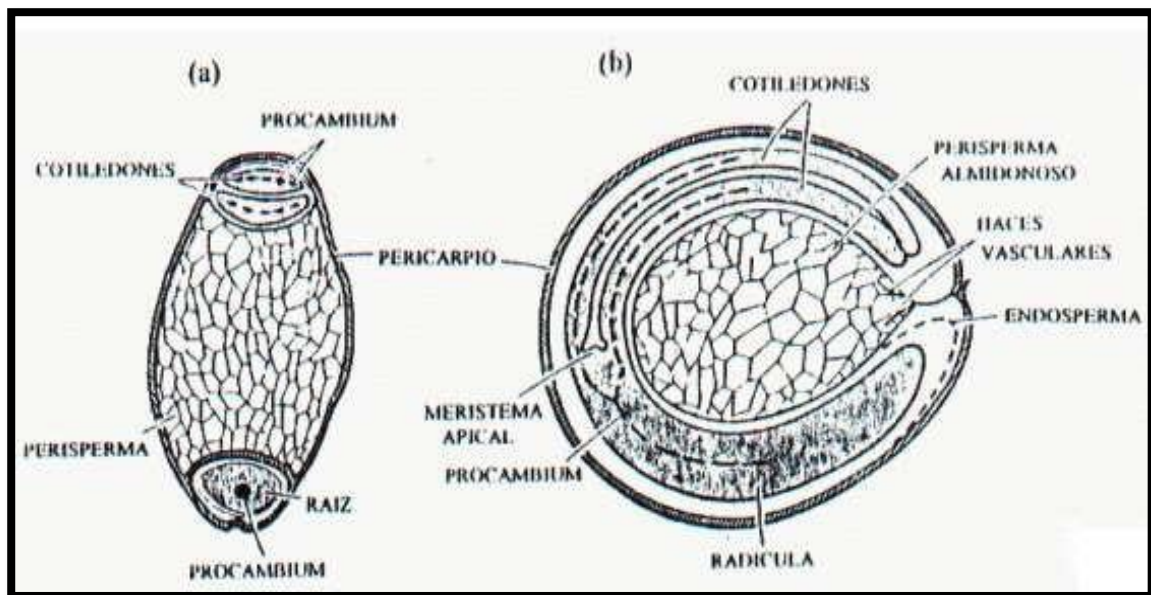
Familia: Amaranthaceae

Género: Amaranthus

Especie: Caudatus, cruentus

b. ESTRUCTURA DE LA KIWICHA

FIGURA 2. Estructura de sección transversal (a) y longitudinal (b) de la kiwicha



Fuente: (Irving et al. , 1981).

2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

El Amaranto se destaca por ser nutricional. La kiwicha, una variedad de Amaranto, supera a otros cereales en su valor energético. Una característica ventajosa es que no requiere la separación de su harina; al contrario, la combinación de ambas constituye una fuente significativa de energía. Los granos de almidón de la kiwicha miden (1-3.5 micrones), diametralmente, similar a los de la quinua, pero menores que el trigo o maíz. Esta particularidad en el tamaño de sus granos los hace especialmente útiles para aplicaciones industriales. (EL PAN ALEGRE, 2012).

Tabla 3: Compuestos nutritivos de la kiwicha

En 100 gramos	
Calorías(kilocalorias)	371
Agua(gramos)	11.29
Proteínas(gramos)	13.56
Grasas(gramos)	7.02
Carbohidratos(gramos)	64.16
Hierro (mg)	3.4
Ceniza (g)	2.88
Fibra dietética (g)	6.70

Fuente: (USDA, 2015). Mencionado por Robinson Marlon Aylas Huaman 2017.

La Kiwicha tiene un alto contenido de amino-ácidos limitantes y funcionales (lisina), escaso en vegetales y vital al formarse el cerebro del hombre.

Tabla 4: Composición de aminoácidos

Aminoácidos	miligramos/ 100 gramos de proteína
Histidina.	25
Isoleucina	52
Leucina	46
Lisina	67
Metionina + Cisteína	35
Fenilalanina + tirosina	63
Treonina	51
Triptófano	11
Valina	45

FUENTE: (Ayala, 2014)

2.2.5. VARIEDAD Y/O ECO TIPOS

En Perú existen cuatro variedades reconocidas en el registro de granos de semillas (PÉREZ AVILA , 2010).

- OSCAR BLANCO. Color del grano blanco cremoso.
- NOEL VIETMEYER. Color del grano crema dorado.
- INIA/413- MOROCHO AYACUCHO
- INIA/414 – TARAY

En el centro de experimentacion agricola Santa Ana cuenta con tres eco-tipos promisorios

- ECO/2015
- ECO/2009
- ICTA 01/ 0012-0 Bolivia

2.2.6. USOS

(KIWICHA (*Amaranthus caudatus*), 2017), la materia harinosa kiwicha se destaca por su versatilidad culinaria, siendo ideal para elaborar muchos productos (pan, crepes, mazamorras y dulce). Además, se puede incorporar fácilmente

en bebidas como jugos y leches vegetales, así como en platos salados como sopas y cremas, enriqueciendo su perfil nutricional. En el ámbito industrial, la harina de kiwicha se emplea como complemento del trigo, mejorando significativamente el contenido proteico de los productos finales. Este uso refleja su poder nutritivo de los alimentos procesados. La kiwicha, junto con otros granos y cereales andinos, representa una valiosa herramienta en la lucha contra la desnutrición. Su incorporación en la dieta puede contribuir a mitigar los problemas de malnutrición y sus consecuencias negativas, como el bajo rendimiento académico y el retraso en el desarrollo, que afectan principalmente a las zonas más desfavorecidas del país. Por lo tanto, la promoción y el uso generalizado de la kiwicha podrían tener un impacto significativo para mejorar la salud de las poblaciones vulnerables.

2.3. SANGRE BOVINA

El fluido-sangre, como subproducto del sacrificio de la industria de carnes, es una fuente rica en hierro y proteínas de alto valor nutricional. Sin embargo, frecuentemente es desechada, generando problemas de contaminación significativos. Algunos países invierten en el tratamiento de la sangre antes de su vertido, lo que supone un alto costo. Para abordar esta situación y evitar el desperdicio, se están implementando estrategias para el uso a gran escala de la sangre bovina, fomentando su valorización y su incorporación en la dieta humana (Ofiri & Hsieh, 2011).

2.3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 5: Composición proximal y contenido de hierro de la harina de sangre bovina

Nutriente	Cantidad
Cantidad de agua (g/100 g)	6.23
Ceniza (g/100 g)	4.07
Proteína (g/100 g)	83.71
Grasa (g/100 g)	0.09
Glúcidos totales (g/100 g)	5.90
Valor calórico (kcal)	80
Hierro (mg/100 g)	385.20
N x 6.38	

Fuente: (Lucas Aguirre , 2005)

Tabla 6: Composición de aminoácidos de la harina de sangre bovina

Aminoácidos	mg de aminoácido/ 100 g de proteína
Histidina	59
Isoleucina	4
Leucina	130
Lisina	92
Metionina + Cisteína	12
Fenilalanina + tirosina	130
Treonina	42
Triptófano	14
Valina	89

Fuente: (McGandy & Harper, 1989)

2.3.3. MÉTODOS PARA OBTENER HARINA DE SANGRE-BOVINA.

Para la obtención de harina de sangre bovina se utilizan los siguientes métodos:

a. Secado convencional (tradicional)

Este proceso consiste en someter la sangre cruda del animal a un secado en un digestor (Lopez y Cpas, 2004) (Madrid Vicente, 1999), en el secado por calentado continuo el agua (constitución-superficial), para llegar a contenido de hidratación de 5 a 10 %

b. Coagulado, prensado y secado de sangre.

Método continuo, es poner al medio (contenedor/sangre/cruda y el secador/convencional), un tercer envase para generar coagular la sangre inyectando vapor caliente. Luego de coagular, se procede al prensado, separando el agua y la pasta transcurre al secado como finalización (Lopez y Cpas, 2004) (Madrid Vicente, 1999)

c. Coagulado, centrifugado y secado.

El proceso descrito utiliza un sistema de coagulación continua para el tratamiento de la sangre. Inicialmente, la sangre almacenada se transfiere a un coagulador fabricado en acero inoxidable. Este dispositivo emplea vapor a 90°C y está equipado con un tornillo transportador de baja frecuencia que asegura una distribución uniforme del vapor caliente. Tras la coagulación, la sangre caliente se somete a un proceso de centrifugación en una decantadora centrífuga horizontal, que logra eliminar hasta el 75% del suero, dejando menos del 1.5% de sólidos en el suero resultante. Finalmente, la sangre coagulada y centrifugada, ahora rica en sólidos, se somete a un secado final mediante una corriente de aire caliente (Lopez y Cpas, 2004) (Madrid Vicente, 1999)

Las ventajas de este proceso son:

- El secado se concreta en poco tiempo (60 – 180 minutos)
- Producto de alta calidad.

2.4. ÁCIDO-ASCÓRBICO

Vitamina C, es un compuesto cristalino con un suave aroma distintivo. Se caracteriza por ser hidrosoluble y posee propiedades antioxidantes. Su versatilidad lo hace necesario en la industria alimentaria, donde se utiliza como anti-oxidante en productos alimenticios y bebidas. Además, desempeña un rol importante en la nutrición, mejora aspectos del procesamiento de alimentos y tiene propiedades antisépticas. Su capacidad para disolverse en agua y sus múltiples funciones lo convierten en un aditivo confiable y eficaz en diversos contextos alimentarios y nutricionales.

2.5. ANEMIA Y LA DESNUTRICION

La anemia constituye un trastorno caracterizado por niveles reducidos de hemoglobina en los eritrocitos que circulan por el torrente sanguíneo, por debajo de los parámetros considerados normales según los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Estos valores de referencia toman en cuenta variables como la edad del paciente, el género y las condiciones del entorno, particularmente la altura sobre el nivel del mar. Si bien puede presentarse sin síntomas evidentes, esta condición representa un problema de salud que necesita evaluación y manejo médico apropiado (FAO/OMS, 2015).

La hemoglobina constituye una proteína férrica localizada en los eritrocitos, responsable de otorgar a la sangre su tonalidad rojiza distintiva. Esta proteína cumple la función vital de distribuir oxígeno por todo el cuerpo, proceso fundamental para el adecuado desempeño de las funciones corporales (FAO/OMS, 2015).

Este trastorno hematológico puede manifestarse en personas de cualquier edad, origen étnico o racial. Su frecuencia de aparición es diversa, encontrándose variantes frecuentes junto con otras de presentación excepcional. La intensidad del cuadro anémico presenta un amplio espectro, desde formas leves hasta manifestaciones severas que pueden comprometer la vida del paciente cuando no reciben el tratamiento oportuno (FAO/OMS, 2015), **Valores**

de referencia en población pediátrica (6 meses a 11 años): Rango normal: 11.0-14.0 g /dl; Anemia de grado leve: 10.0-10.9 g/dl; Anemia moderada: 7.0-9.9 g/dl; Anemia severa: <7.0 g/dl

Estos rangos ayudan a identificar y clasificar la anemia en diferentes grupos de edad infantil, considerando la altitud hasta 1000 msnm.

En el **Centro de Salud de Combapata**, correspondiente a Pitumarca, se detectó que **31.8 %** de los niños menores de 3 años tenían anemia (23.1 % leve, 8.7 % moderada), superando el umbral del 20 % que la OMS considera salud pública (Calsina Calcina, 2019)

La anemia ferropénica coexiste con la desnutrición; aunque no hay datos específicos de Pitumarca, estudios en Cusco reportan una significativa asociación entre ambas condiciones. (Panca Vargas & Pereira Carazas, 2024)

Pitumarca presenta niveles **alarmantemente altos de desnutrición crónica (48 %)** y **anemia infantil (31.8 %)**, vinculados a su pobreza estructural, condiciones de vida precarias y limitado alcance a los servicios de salud. Estas cifras superan los umbrales considerados de emergencia por la OMS, lo que subraya la urgente necesidad de soluciones nutricionales adecuadas. Esto constituye un sólido respaldo para desarrollar tecnologías alimentarias locales, como cereales extruidos fortificados, que atiendan esta problemática.

2.6. EL HIERRO.

(Monsen & Cook, 2015), El hierro es un micronutriente esencial que desempeña un papel crucial en diversos procesos bioquímicos y fisiológicos del organismo. Su importancia radica en su participación en múltiples funciones metabólicas y enzimáticas. Es importantísimo para desarrollar el cuerpo humano, y tiene una función insustituible en la formación de la molécula de hemoglobina. En comparación con otros oligoelementos, el hierro se encuentra en cantidades más elevadas en el organismo, lo que subraya su relevancia

en el funcionamiento corporal. Su presencia es fundamental para mantener una salud óptima y asegurar el correcto funcionamiento de numerosos sistemas corporales.

Para comprender el metabolismo del hierro, es necesario conocer en primer término, como se encuentra en los alimentos, ya que los mismos son la fuente primaria y natural de este mineral y la forma en que se encuentre este elemento es un factor primario en el metabolismo. (Lozoff, et al., 2008).

2.6.1. TIPOS DE HIERRO

El hierro en la nutrición se clasifica principalmente en dos tipos, según su forma química y su absorción en el organismo:

1. Hierro Hemo (Hemínico). Este tipo de hierro es parte de (hemoglobina/mioglobina/citocromos/hemoproteínas), y se encuentra en tejidos animales. Las principales fuentes (carne-roja / carne-blanca), la tasa de absorción de este hierro oscila entre el 15 % y el 40 % (Benoist, et al., 2015).

- **Origen:** Exclusivo de tejido animal (carne-roja/pescado/aves/hígado/mariscos).
- **Absorción:** Alta biodisponibilidad (15-35%). Se absorbe directamente en el intestino gracias a la proteína **hemoglobina o mioglobina**.
- **Ventaja:** No se ve afectado por inhibidores dietéticos (como fitatos o calcio).

2. Hierro No Hemo (No Hemínico). Este tipo de hierro no es parte del grupo-hemo y se compone principalmente de sales-inorgánicas del metal. Están mayoritariamente en vegetales (legumbres/hortalizas/hojas-verde/salvado-trigo/frutos-secos). La tasa de absorción de este hierro varía entre el 2% y el 10% (Benoist, et al., 2015).

- **Origen:** Tejido vegetal (espinaca/lenteja/frijol/cereal-fortificados) y en productos animales (huevos, leche).
- **Absorción:** Baja biodisponibilidad (2 al 20%). Dependiente de factores dietéticos:

- **Mejora de absorción:** Vitamina C (cítricos, pimientos), ácido cítrico, proteínas animales.

2.6.2. REQUERIMIENTO DE HIERRO.

Para que un cereal extruido fortificado con hierro sea considerado un alimento que contribuya a combatir la anemia en Perú, se debe dar cumplimiento a la R.M N°250-2017/MINSA.

REQUISITOS DE FORTIFICACION CON HIERRO EN CEREALES EXTRUIDOS

1. PARA NIÑOS MENORES DE 3 AÑOS (RM 250-2017/MINSA)
 - Mínimo de hierro: 5 mg/100 g de producto
 - Forma de hierro: debe ser altamente biodisponible (hierro hemínico, sulfato ferroso o fumarato ferroso)
 - No debe superar el límite máximo seguro para evitar toxicidad.
2. PARA POBLACION EN GENERAL (NORMA SANITARIA PERUANA Y CODEX)
 - Mínimo: 4mg/100 g (según reglamento de la UE y FDA)
 - Recomendaciones para combatir la anemia: 6 -10 mg/100 g dependiendo del grupo objetivo.
3. Límite máximo (OMS/FAO)
 - Niños 1-3 años: 40 mg/día
 - Adultos: 45 mg/día.

Tabla 7: Requerimientos Día/Hierro conforme OMS

GRUPO	EDAD	REQUERIMIENTO
		DIARIO (miligramos)
NIÑOS	0.5 – 1	0.55
	01-mar	0.27
	4 a 6	0.23
	7 a 10	0.32
	11 a 14	0.55
	15 a 17	0.6
HOMBRES	18+	0.6
MUJERES	11 a 14	0.55
	15 a 17	0.35
	18+	0.35

Fuente: (FAO & WHO, 2002)

2.6.3. ALIMENTOS CON HIERRO QUE PREVIENEN LA ANEMIA.

(una práctica saludable en pequeños de seis meses a tres años de edad) para esta situación se debe incentivar comer alimentos procedentes de animales de camal (altos en hierro, hígado-bazo-sangre-corazón), también las carnes, peces, vísceras de coloración rojiza.

Se debe inculcar comer alimentos altos en vitamina C, ya que benefician la asimilación del hierro.

2.7. EXTRUSIÓN

Extruir es moldear un alimento mediante calentamiento y forzamiento a través de aberturas específicas. Harper (1981) la define como una combinación de cocción y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos.

Durante la extrusión, el alimento se calienta por fricción y vapor directo, excediendo la calor de ebullición con normalidad sin evaporación por la alta presión. Los ingredientes se transforman de un estado granular a una masa continua, lo que implica cambios en las características del producto final (Harper, 1981).

El proceso incluye la expansión del producto al salir por una boquilla pequeña, debido a la caída de presión (Harper y Hansen, 1988). El objetivo principal es ampliar la variedad de alimentos, creando diferentes formas, texturas y colores (Fellows, 1994).

González & Torres (2000) destacan las ventajas de la extrusión en la cocción de cereales, como la inactivación de inhibidores, mejora de la digestibilidad, y la posibilidad de crear diversas formas y texturas. El proceso se caracteriza por usar bajos niveles de humedad (10-40%) y es un método HTST (alta temperatura, corto tiempo).

(Valls Porta, 1993) señala cuatro ventajas principales del proceso de extrusión:

1. Mejora propiedades/funcionales
2. Generación complejos lípidos/carbohidratos, mejorando textura y otros atributos sensoriales
3. Desnaturalización e inactivación de sustancias anti nutricionales
4. Mejora del valor nutritivo

2.7.1. MÉTODOS DE EXTRUSIÓN

Blanco Espeso, (2020), se tiene dos extrusores continuos de tornillo (tornillo-único y el extrusor de tornillos-gemelos).

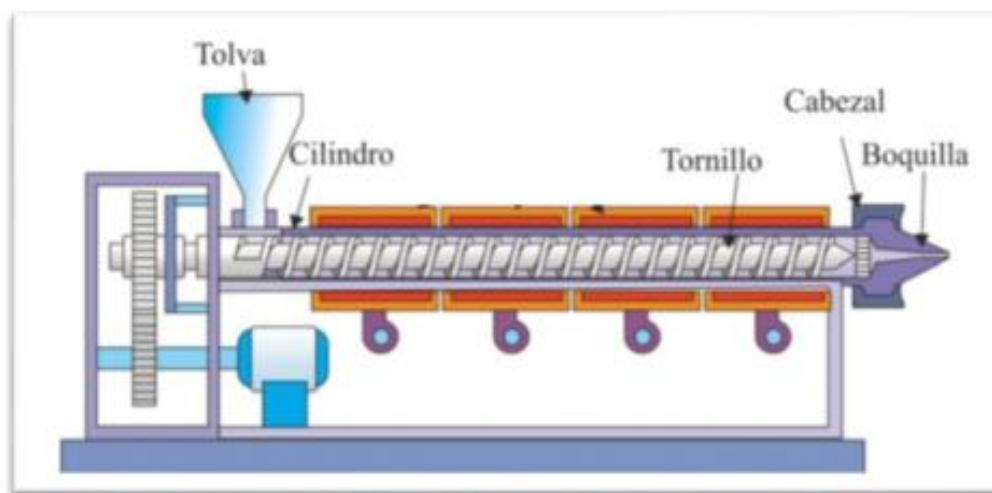
2.7.1.1. EXTRUSOR TORNILLO-UNICO

Sharma (2003) describe el extrusor monotornillo como un dispositivo donde la fricción contra la superficie interna del cilindro impulsa el material hacia adelante. Esta característica puede limitar las formulaciones a extruir, especialmente aquellas con alto contenido de humedad y grasas.

El flujo en este tipo de extrusor combina el flujo viscoso (por arrastre) y el flujo por presión. El primero es equitativo a la velocidad del tornillo, mientras que el segundo se produce en dirección opuesta debido a la mayor presión en el extremo del dado. La mezcla de componentes en el canal del monotornillo es limitada debido al flujo laminar predominante. Para superar estas limitaciones, se pueden usar barriles con superficies internas estriadas y tornillos de vueltas cortadas. Aumentar la contrapresión detrás del dado también puede mejorar la mezcla.

Sharma (2003) señala que los extrusores monotornillo son preferidos para la producción de alimentos para peces, mascotas y pastas.

FIGURA 3. Representación de extrusor de un solo tornillo



Fuente: (Burbano Ormasa, 2018)

2.7.1.2. EXTRUSORES DE DOBLE TORNILLO.

Sharma (2003) describe dos tipos principales de extrusores de tornillos gemelos:

1. Tornillos giro-sentido contrario:

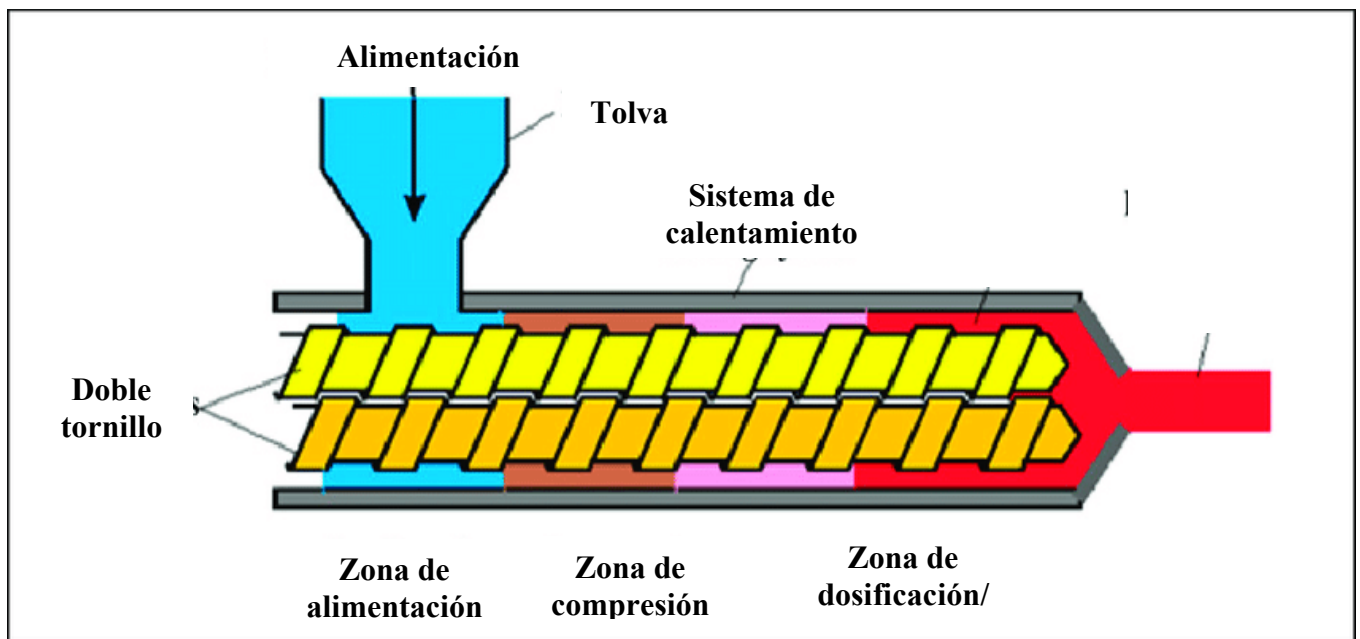
- Tienen función de bomba para desplazarse positivamente.
- Forman un local cerrado con apariencia de C.
- Ofrecen menor mezcla y una distribución de tiempo de residencia más corta.
- Operan a velocidades y tasas de corte más bajas.
- Idóneos para materiales sensibles a la temperatura.
- Buenos para el proceso de material de baja viscosidad.
- Preferidos para procesos tipo "biorreactores" y producción de dulce de regaliz.

2. Tornillos que giran en el mismo sentido:

- No forman cámaras cerradas, permitiendo el movimiento del material entre tornillos.
- No crean presión tangencial.
- Ofrecen mejor capacidad de mezcla y acción autolimpiadora.
- Operan a velocidades más altas.
- Adecuados para procesos de cocción por extrusión de alto esfuerzo cortante.
- Populares en la industria de snacks y cereales para el desayuno.

En resumen, los de giro contrario son mejores para materiales sensibles y de baja viscosidad, mientras que los que giran en el mismo sentido son más versátiles y eficientes para muchos productos alimentarios.

FIGURA 4. Tornillo-unico / Tornillos-gemelos



Nota: tomado de (Blanco Espeso, (2020)).

2.7.2. PROCESOS DE EXTRUSIÓN

Sharma (2003) describe un sistema de extrusión compuesto por varios elementos. La tolva actúa como zona de amortiguamiento para la materia prima, permitiendo una operación continua. Un tornillo de alimentación de velocidad variable transporta el material uniformemente desde la tolva al extrusor.

En algunos casos, se utiliza un cilindro pre acondicionador para mezclar vapor y/o agua con la materia prima, buscando que cada partícula alcance un equilibrio en temperatura y humedad.

El barril del extrusor consta de cabezas encamisadas con tornillos giratorios. Estas cabezas se calientan mediante diversos métodos (cartuchos eléctricos, vapor, agua caliente o aceite térmico) y se enfrían con agua u otro medio refrigerante.

Sharma (2003) señala que las diversas operaciones del proceso (calentamiento, enfriamiento, transporte, alimentación, compresión, reacción, mezcla, homogeneización,

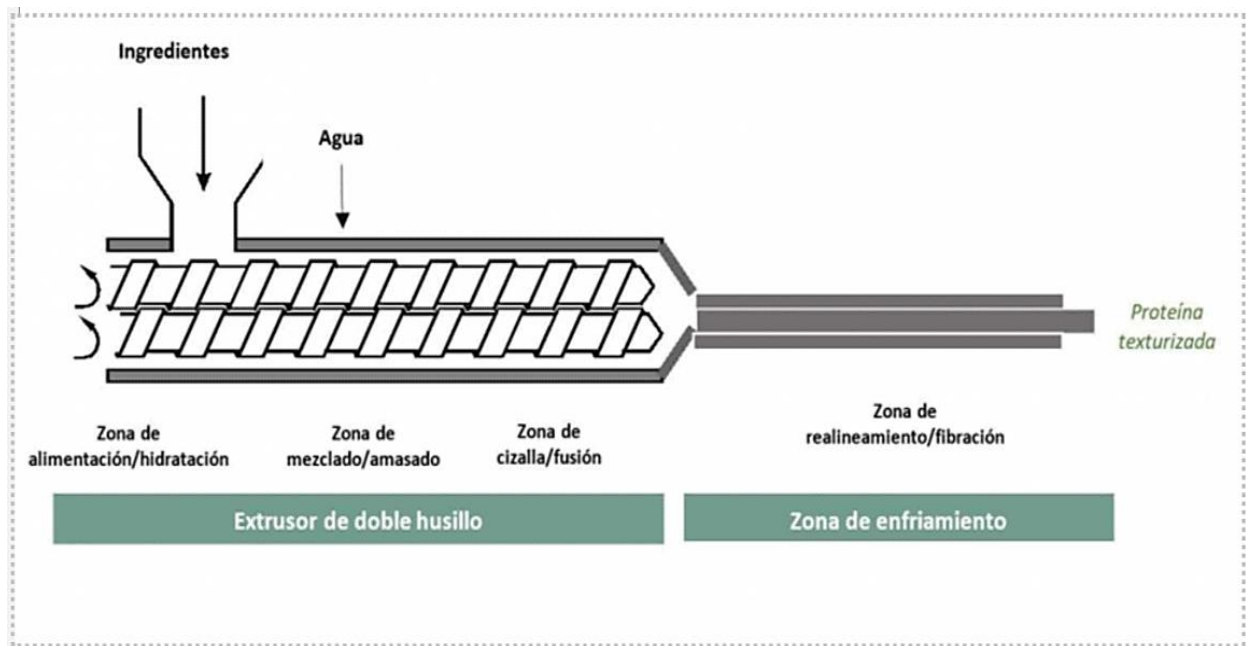
fusión, cocción, texturización y conformación) se realizan en las distintas zonas de procesamiento del extrusor.

2.7.3. COMPONENTES DE UN EXTRUSOR

Según Sharma (2003), un extrusor consta de cuatro zonas principales:

1. Zona de alimentación: Aquí se introducen los materiales crudos de baja consistencia. La velocidad de alimentación está limitada por la capacidad de los tornillos para transportar el material seco. A veces se inyecta agua para humectar los biopolímeros y mejorar la transferencia de calor.
2. Zona de amasamiento: En esta área continúa la compresión y los tornillos logran un mayor nivel de llenado. El material pierde su identidad granular y aumenta su consistencia y presión. El corte gana importancia y se puede inyectar vapor para ayudar a la cocción. Esta zona es una transición entre el material particulado y el viscoelástico homogéneo.
3. Zona de cocimiento final: Aquí la temperatura y presión aumentan ligeramente debido al dado y al paso reducido del tornillo. Ocurre la transformación final de la materia prima, afectando la consistencia, color y características funcionales del producto final.
4. Dado: El producto se forma al pasar por el dado o matriz y posiblemente un mecanismo de corte. Dispositivos post-extrusión fijan la longitud y forma finales. El dado es crucial para productos esponjados, promoviendo la evaporación rápida de humedad. Características como consistencia, textura y porosidad se definen aquí.

FIGURA 5. Propagación directa en un extrusor.



Fuente: (Blanco Espeso, (2020))

2.7.4. EFECTOS DE LA EXTRUSIÓN:

2.7.4.1. EFECTOS EN EL ALMIDÓN:

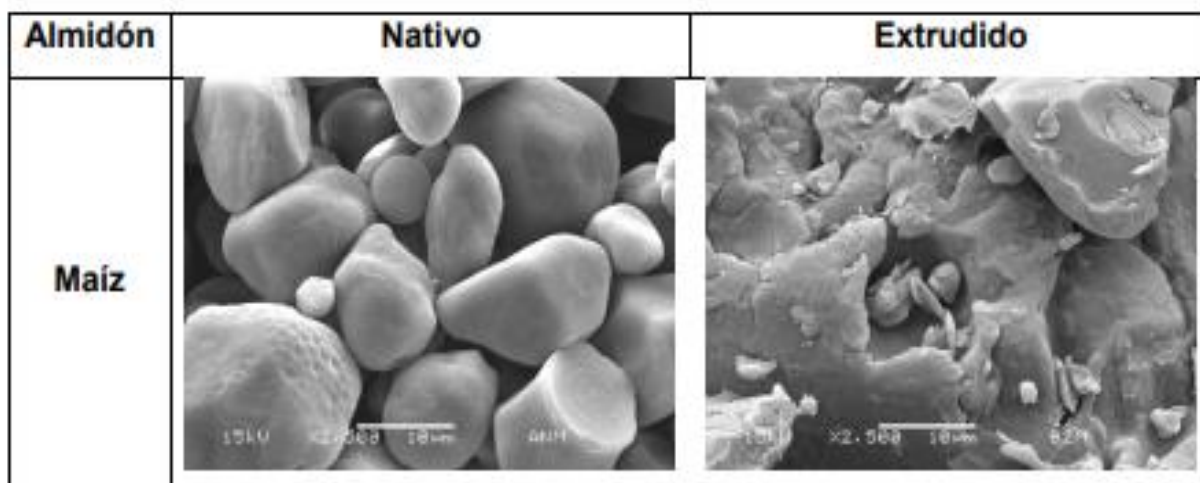
Según, Pérez, et al., (2007), los cambios al interior del almidón al extruirse, junto con factores como la humedad, temperatura, morfología y tamaño de partícula de la harina, influyen en la textura y porosidad/producto final. La relación de la amilosa referente a la amilopectina es crucial para el resultado. El almidón sufre fusión, gelatinización, fragmentación y dextrinización durante este proceso.

Fellows (1994) también describe que, durante la extrusión, el gránulo de almidón absorbe agua y, al salir de la matriz, el agua bajo presión se convierte en vapor. Esto causa que el almidón tenga una alineación, rizado y rotura. Se menciona una comparación visual entre el almidón de maíz no procesado y extrusionado.

Las microestructuras del almidón se muestran íntegros estructuralmente, al no tener fracturas o fisuras con un tamaño de gránulos $<20\ \mu\text{m}$. Al aplicarse el tratamiento de extrusión a los almidones nativos se observa una destrucción de los gránulos debido a las

altas temperaturas, presión, humedad y trabajo mecánico (cizallamiento) al que es sometido el granulo durante la extrusión provocando así la fusión de los gránulos para formar una matriz por gránulos aglomerados (Limón et al, 2016).

FIGURA 6. Maíz no procesado/extruido (gránulos gelatinizados).



Fuente: (Limón et al, 2016).

Según (Molina Gonzales, 2021), los cambios en el extruido al almidón son:

- Desintegrar-granular (forman-fluidos/viscoelástico)
- Gelatinización (Union de fases cristalinas (fluido/viscoelástico)
- Partición molecular (afecta la textura: menos pegajoso)
- Interacciones almidones/proteínas.

2.7.4.2. EFECTO EN LAS PROTEÍNAS

Según (Molina Gonzales, 2021), durante el proceso de extrusión se llevan a cabo varias reacciones relacionadas con las proteínas, como la reacción de Maillard debido a la presencia de azúcares reductores, la desnaturalización de proteínas, la ruptura y formación de enlaces químicos intermoleculares (peptídicos y disulfuro), así como la formación de complejos entre proteínas y carbohidratos o proteínas y lípidos. Además, Cisneros (2000) señala que la extrusión mejora la digestibilidad de proteínas de origen vegetal, principalmente porque inactiva los inhibidores de proteasas y desnaturaliza las proteínas. No obstante, se

puede observar una pérdida de lisina, la cual depende de 2 condiciones: las condiciones de extrusión (tiempos de 20 a 40 segundos, pérdida de lisina al tres por ciento mientras que, si el preacondicionamiento dura entre 2 y 8 minutos a temperaturas superiores a 116 grados centígrados, la pérdida alcanza el 13 por ciento y la reacción de Maillard provocada por la presencia de azúcares reductores.

Por otro lado, el proceso de extrusión inactiva los inhibidores que interfieren en la digestión, mejorando la disponibilidad de lisina y reduciendo los factores antitripsicos del producto, lo que favorece su digestibilidad (Menses, et al., 2007).

2.7.4.3. EFECTO EN LAS FIBRAS

En cuanto al efecto de la extrusión sobre las fibras, (Valls Porta, 1993) indica que, aunque hay poca información publicada al respecto, se sabe que la fibra del trigo se solubiliza, lo que incrementa su disponibilidad para la fermentación. Además, cuando se extruye el salvado, el contenido de fibra soluble aumentan. Indagaciones muestran que las paredes celulares de los productos extrusionados se adelgazan y se vuelven más rugosas en comparación con su estado inicial. Sin embargo, para lograr efectos importantes en la fibra, se deben utilizar condiciones de procesamiento muy fuertes, algo sin ocurrencia bajo condiciones habituales.

2.7.5. CARACTERÍSTICAS TECNOFUNCIONALES DE LOS PRODUCTOS EXTRUIDOS

Paráfrasis:

Las características tecnofuncionales se ven influenciadas por diversas variables que pueden categorizarse en dos conjuntos principales: elementos intrínsecos y extrínsecos.

Los elementos intrínsecos comprenden: la estructura y ordenamiento de los aminoácidos, la morfología, las dimensiones moleculares, el equilibrio entre características

hidrofóbicas e hidrofílicas, la configuración espacial y la capacidad de reacción. Por su parte, los elementos extrínsecos que pueden modificar las características tecnofuncionales de proteínas purificadas abarcan: el nivel de pH, la intensidad iónica, las condiciones térmicas, la estructura tridimensional, el balance hidrofóbico/hidrófilo y las técnicas de extracción empleadas. Adicionalmente a estos aspectos, cuando se trata de derivados proteicos tales como harinas, concentrados y aislados proteicos, entran en juego otras variables complementarias que pueden ejercer una influencia determinante sobre sus características tecnofuncionales. Entre estos elementos se incluyen la proporción de las proteínas predominantes y las condiciones específicas durante el procesamiento industrial (Barac, et al., 2015).

- **Índice de expansión (IE).**

Este índice se relaciona 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 & 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)

Según, **Galarza & Cairo, (2011)**. En su trabajo de investigación mencionan los niveles al expandirse: 1.5 como baja; 1.6 a 2 Mediana; > 2 como alto.

Usandose a relacion:

$$\text{Índice de Expansión (ie)} = \frac{\text{Diametro promedio de la muestra (cm)}}{\text{Diametro de la boquilla (cm)}}$$

- **Índice de absorción de agua (IAA).**

El índice de absorción de agua (IAA) representa una medición del espacio que ocupa el almidón cuando se expande al estar en contacto con agua en exceso. Este parámetro está influenciado por la intensidad de las interacciones que ocurren tanto dentro como entre las moléculas en las regiones amorfas y cristalinas de la estructura.

Durante el proceso de gelatinización mediante extrusión, la organización cristalina del almidón experimenta modificaciones como consecuencia de la fragmentación de los puentes de hidrógeno que se forman dentro de las moléculas y entre ellas. Esta ruptura resulta en una mayor exposición de grupos hidroxilo, los cuales pueden establecer nuevos enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua.

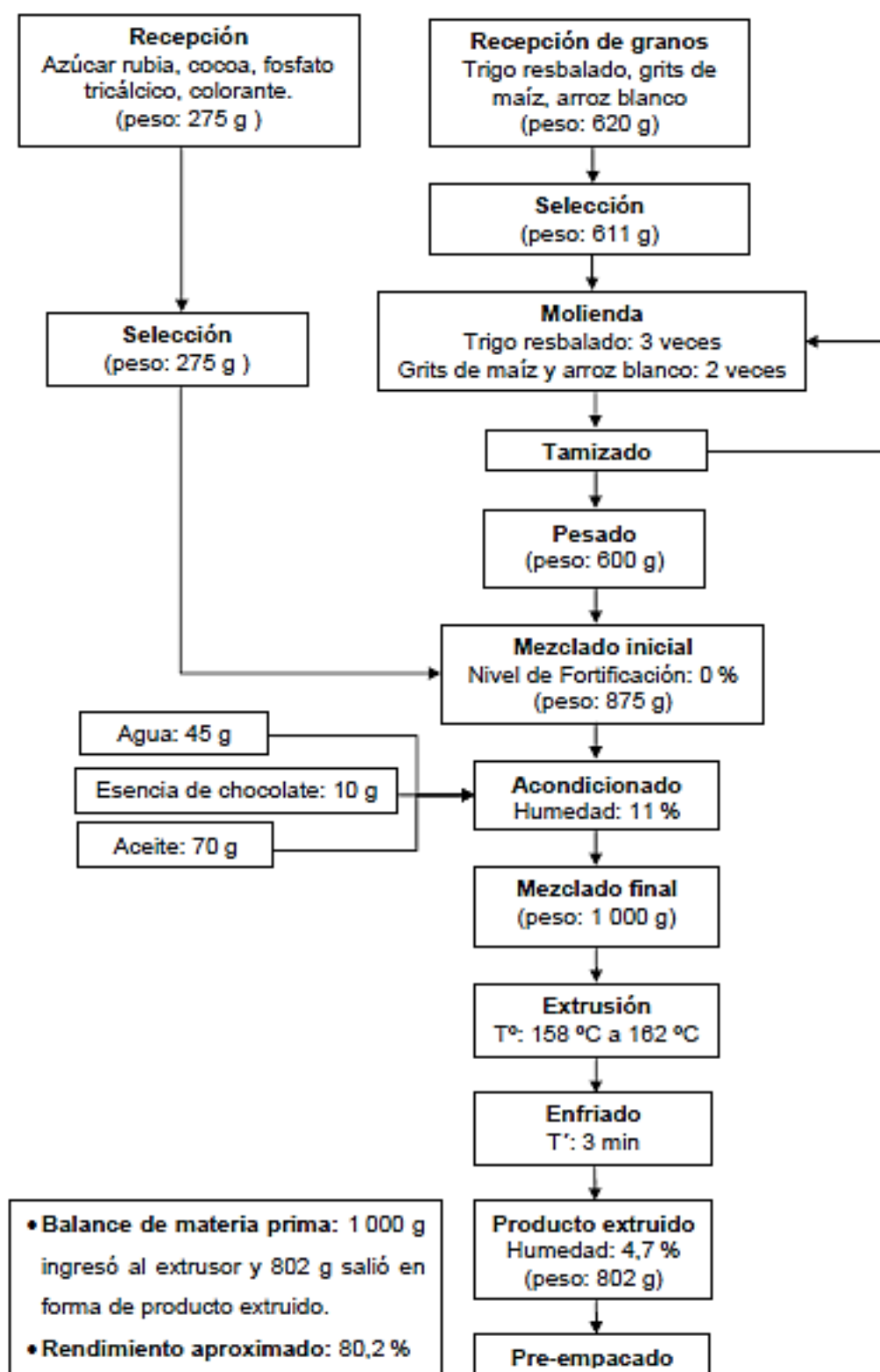
Asimismo, la penetración del agua en las zonas amorfas del almidón procesado por extrusión se facilita considerablemente en comparación con el almidón en su estado natural. Este fenómeno contribuye a incrementar la capacidad de absorción acuosa del material tratado (Liu, et al, 2017).

- **Índice de solubilidad en agua (ISA).**

El aumento de ISA está asociada con una alta gelación del almidón en el proceso de preparar de extrusión. Así como también, se ha propuesto que las interacciones moleculares entre el almidón degradado, la proteína y los componentes lipídicos que conducen a un mayor peso molecular conducen a una menor solubilidad, con una combinación de condiciones duras y bajo contenido de humedad que dan como resultado mayor formación de productos solubles en agua. (Altan & Maskan, 2012)

2.7.6. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO.

FIGURA 7. Diagrama de flujo para la Elaboración de un producto extruido con 10% de fortificación de hierro proveniente de harina de sangre bovina



Fuente: (Galarza & Cairo, 2013)

2.8. SCORE QUÍMICO.

El score/computo químico es el relacionamiento de aminoácidos que se encuentran en baja proporción, es una metodología para evaluar la calidad proteica de los alimentos. Se define como la proporción del aminoácido menos abundante en un alimento en comparación con el idéntico aminoácido en una proteína usada de referente, considerando la edad del grupo poblacional en cuestión. Este aminoácido menos abundante se denomina aminoácido limitante del alimento. (Alcazar del Castillo, 2002)

El cálculo del cómputo químico se expresa generalmente en porcentaje, fracción mínima del setenta por ciento del patrón referencial. Para este propósito, se utiliza el patrón aminoacídico recomendado por el comité conjunto de FAO/OMS/UNU en 1985, que establece los requerimientos de aminoácidos esenciales para diferentes grupos de edad (FAO/OMS/UNU, 1985).

Fórmula para calcular el Cómputo Químico. Según Repo-carrasco (1993).

$$CQ = \frac{\text{mg aa. en 1 g de N de prot. alimento en estd.}}{\text{mg aa. en 1 g de N de prot. de refer. del patron.}} * 100$$

Donde:

CQ: Computo Químico

aa: Aminoácido

N: Proteína

FAO/OMS sugiere score químico > 70% referente al patrón referencial.

2.9. EVALUACIÓN SENSORIAL

Según. ESPINOZA ATENCIA, (2003). Las pruebas sensoriales se clasifican en dos grandes grupos.

1. Métodos Analíticos (de laboratorio):

- Realizados en condiciones controladas
- Incluyen: Método Sensitivo, Cuantitativo y Cualitativo

2. Metodología Afectiva (consumidores):

- Realizados en consumidores no entrenados en condiciones naturales
- Tipos:
 - a) Métodos de Aceptación: evaluación simple de aceptar o rechazar
 - b) Método Preferencial: escoger entre múltiples opciones
 - c) Metodología con Escala Hedónica: mide el nivel de agrado
- Miden:
 - Grado de gusto o disgusto del consumidor
 - Preferencia del consumidor entre productos

La escala hedónica busca determinar el nivel de agrado o desagrado. Puede ser estructurada (con valores numéricos y descripciones específicas) o no estructurada (con términos generales como "Me gusta" o "Me disgusta").

Tabla 8.

Escala hedónica estructurada y no estructurada

ESTRUCTURADA	NO ESTRUCTURADA
9 Me gusta muchísimo	
8 Me gusta mucho	
7 Me gusta moderadamente	ME GUSTA
6 Me gusta un poco	
5 Me es indiferente	NEUTRAL
4 Me disgusta ligeramente	
3 Me disgusta moderadamente	
2 Me disgusta mucho	ME DISGUSTA
1 Me disgusta muchísimo	

Fuente:(Espinoza, 2023)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. SITIO DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Fue en:

- La deshidratación de sangre bovina se ejecutó en la **“PLANTA DE DESHIDRATADO DE CARNES”** de la empresa de **“CORPORACION DE ALIMENTOS ANDINOS S.A.C”** ubicado en la comunidad de Herca-Totorani en Provincia de Canchis.
- El proceso de extrusión se ejecutó en la empresa **“INVERSIONES QOSQO PERU SAC.** Ubicada en la estación pampa- Marangani Canchis Cusco.
- La prueba sensorial y la determinación del índice de expansión se ejecutó en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial UNSAAC.
- El análisis físico-químico del cereal extruido se realizó en el Laboratorio de Ciencias de la Naturaleza, Agua/Suelos, Minerales y otros **“MC QUIMICALAB”** Cusco.
- El análisis microbiológico del cereal extruido y pruebas físico-químico de materia se realizó en el laboratorio de Servicios en Análisis de Aguas, Alimentos y Monitoreo Ambiental **“LAASA LAB”** Cusco.
- El análisis de vitamina C, se ejecutó en el laboratorio de bromatología de la UNSAAC, Facultad de Ingeniería Química.

3.2.MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. PARA OBTENER HARINA DE SANGRE BOVINA:

3.2.1.1. MATERIA PRIMA:

Se uso sangre-bovina procedente del Camal del Municipio de la provincia de Canchis.

3.2.1.2.EQUIPOS E INSTRUMENTOS:

- Balanza analítica capacidad 5 kg.
- Termómetro digital rango de medición -50 a +300 °C/-58°F a 572°F, longitud de sonda 30cm, precisión: 0.1°C/°F, marca BOECO.
- Termohigrómetro digital: rango de temperatura interna y externa -50 °C a 70 °C, aproximación +- 1°C, rango de humedad 20% HR a 90% HR, función de hora y fecha, batería 1.5V – AAA, cable sensor de 3m.
- Molino de martillo Galix-Tech. Mod. MMCDG-500X, de 500 a 800kg/hr (harinas), 100% acero inoxidable AISI-304, fuerza motriz 40HP/30KW, alimentación 220-380-440V/60hz.
- Bandejas de acero inoxidable.
- Cocina a gas.
- Colador marca rey.
- Recipientes.
- Espátula.
- Baldes de 5 litros marca rey.
- Jaras de 1 litro marca rey

3.2.2. PARA OBTENER GRITS DE MAIZ Y HARINA DE KIWICHA.

3.2.2.1.MATERIA PRIMA:

Se utilizo maíz amarillo duro, adquirido del mercado de abastos Bombonera del distrito de Sicuani procedente de Quillabamba, al igual que la kiwicha variedad Oscar Blanco originarios de la comunidad de San Salvador-Paucartambo.

3.2.2.2. EQUIPOS A UTILIZARSE

- Balanza electrónica comercial capacidad 60 kg,
- Molino de martilleo Galix-Tech. Mod. MMCDG-500X, de 500 a 800kg/hr (harinas), 100% acero inoxidable AISI-304, fuerza motriz 40HP/30KW, alimentación 220-380-440V/60hz.

3.2.3. PARA LA ELABORACION DEL CEREAL EXTRUIDO:

3.2.3.1. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.

- Maíz en grits.
- Harina de kiwicha
- Sangre bovina en harina.
- Acido ascórbico.
- Azúcar rubia
- Cocoa

3.2.3.2. MAQUINARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS.

- Extrusor de doble tornillo marca Galix Tech modelo ETG-900XAB, capacidad 150 – 260kg/hr, 100% acero inox, fuerza motriz 60HP/ 45KW alimentación 220-380-440V/ 60hz
- Balanza de precisión. Cap. 1 kg
- Balanza digital cap. 30 kg
- Mesa de trabajo de acero inoxidable.
- Tinas de recepción de acero-inox.
- Cucharones de acero-inox.
- Bowl capacidad 1 y 5 kilogramos

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Metodología para determinar porcentaje de sustitución.

Para dicha operación se realizó aplicando el método del cómputo aminoacídico usándose la referencial (patrón-aminoácidos), para niños >12 meses y adultos.

Tabla 9.

Patrón de aminoácidos.

AA	mg/g proteína
Histidina.	18
Isoleucina.	25
Leucina.	55
Lisina.	51
Metionina + Cisteína.	25
Fenilalanina + Tirosina.	47
Treonina.	27
Triptófano.	7
Valina.	32

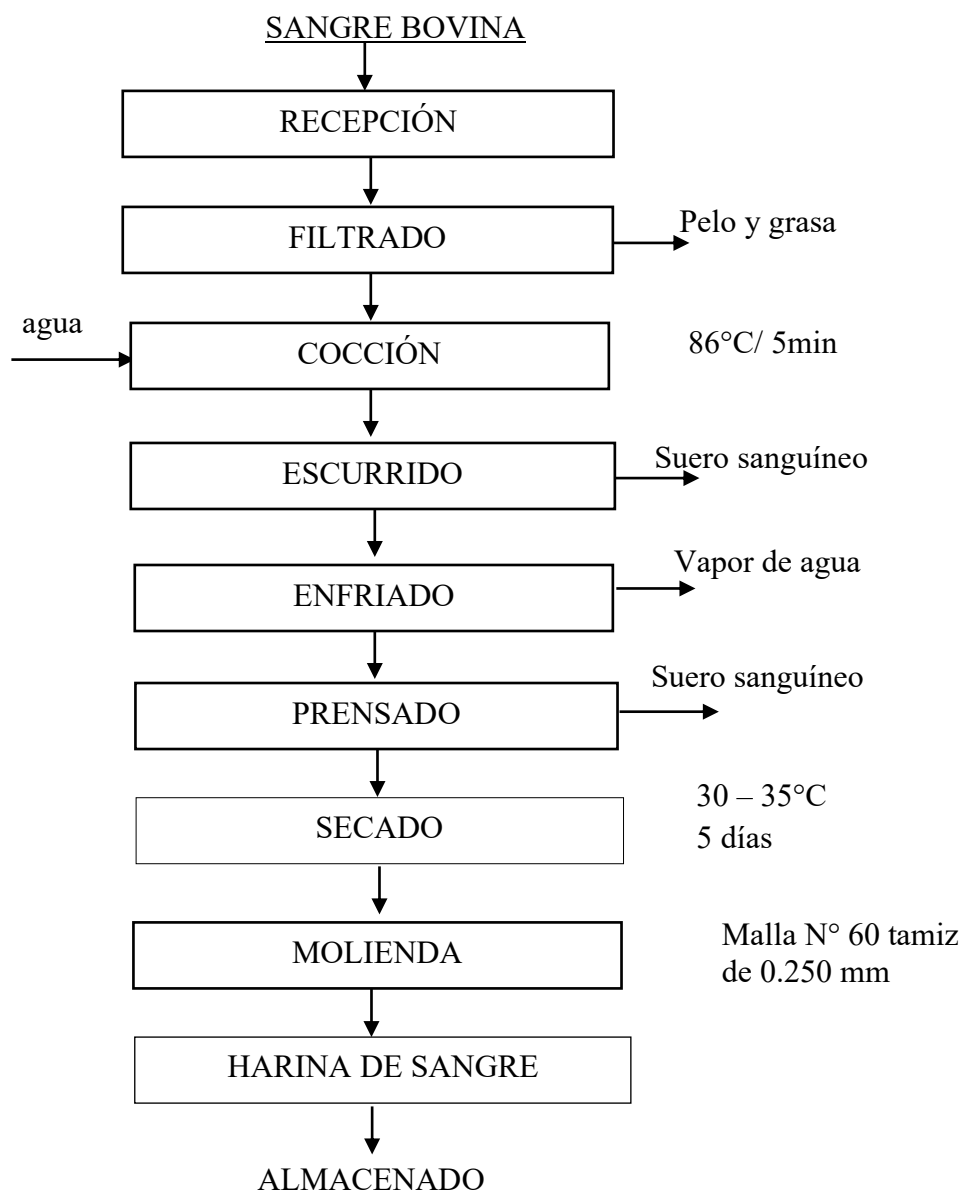
Nota: Institute of Medicine. National Academy of Sciences. 2002. AA (mg/g proteína)

Tabla 10. Tratamientos en estudio según cómputo aminoacídico.

TRATAMIENTOS	GRITS DE MAÍZ %	HARINA DE KIWICHA %	HARINA DE SANGRE BOBINA %
T1	70	5	25
T2	70	10	20
T3	80	5	15
T4	80	10	10
T5	90	5	5
T6	90	10	0

3.3.2. METODOLOGÍA PARA OBTENER HARINA DE SANGRE-BOVINA.

FIGURA 8. Esquema para obtener harina de sangre-bovina



3.3.2.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE SANGRE-BOVINA

a. RECEPCIÓN.

La sangre bovina se recolecta en baldes de 5 litros a una temperatura de 36.5°C, del camal municipal de Sicuani el cual cuenta con la certificación de Sanidad Animal.

b. FILTRADO.

Después de la recepción de la sangre se procede a filtrar de inmediato aprovechando la fluidez antes que se coagule para eliminar contaminantes físicos como pelo y grasa utilizando un colador de malla de N° 08 de 2.38 mm y 20 cm de diámetro.

c. COCCIÓN.

La cocción de la sangre se realiza agregando en proporción de 2 litros de agua por 1 litro de sangre bovina, durante 5 minutos a una temperatura de 86° C.

d. ESCURRIDO.

El coágulo de sangre se procede a escurrir para eliminar el exceso de suero sanguíneo, mediante filtración por gravedad para luego ser enfriado.

e. ENFRIAJE.

El enfriado se ejecutó por media hora para facilitar el prensado.

f. PRENSADO:

El prensado se realiza de manera manual utilizando una malla fina para eliminar la cantidad de suero sanguíneo que se encuentra en la sangre cocinada.

g. SECADO.

El secado se realizó en bandejas de acero-inox. de 40cm x 60cm, en un secador tipo invernadero durante 5 días a una temperatura de 30 a 35 °C.

h. MOLIDO.

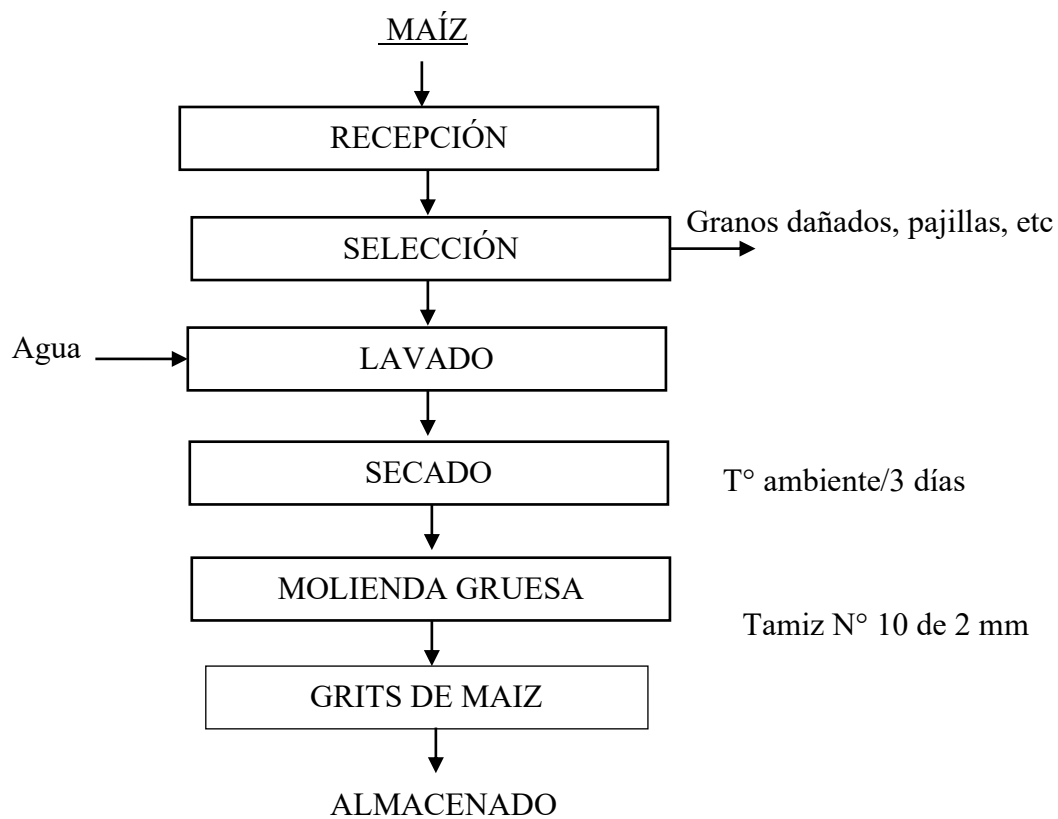
Se ejecutó en un molino de martilleo en la empresa “INVERSIONES QOSQO PERU SAC. Ubicada en la estación pampa - Marangani – Canchis – Cusco. utilizando malla N° 60 y tamiz de 0.250 milímetros.

i. ALMACENADO:

Se almaceno en bolsas de poli-etileno de alta densidad.

3.3.3. METODOLOGÍA PARA OBTENER GRITS DE MAÍZ

FIGURA. 9. Diagrama cualitativo para la elaboración de grits de maíz



3.3.3.1.DESCRIPCION DE LA OBTENCION DE GRITS DE MAIZ.

a. RECEPCIÓN.

El maíz amarillo duro se adquirió en el mercado “La Bombonera” del distrito de Sicuani procedente de Quillabamba. Con una humedad de 14.2%, ceniza de 0.26% y proteína de 8.14%, además cumple con los requisitos de inocuidad.

b. SELECCIÓN.

Se escogió los granos buenos y se desechó los defectuosos, impurezas como las semillas extrañas, pajillas, etc.

c. LAVADO

Con agua potable a flujo continuo, garantizando la remoción efectiva de partículas de polvo adheridas al grano y granos chupados.

d. SECADO.

Los granos lavados fueron expuestos directamente al sol a temperatura ambiente durante 3 días para poder eliminar agua mediante evaporación.

e. MOLIENDA GRUESA.

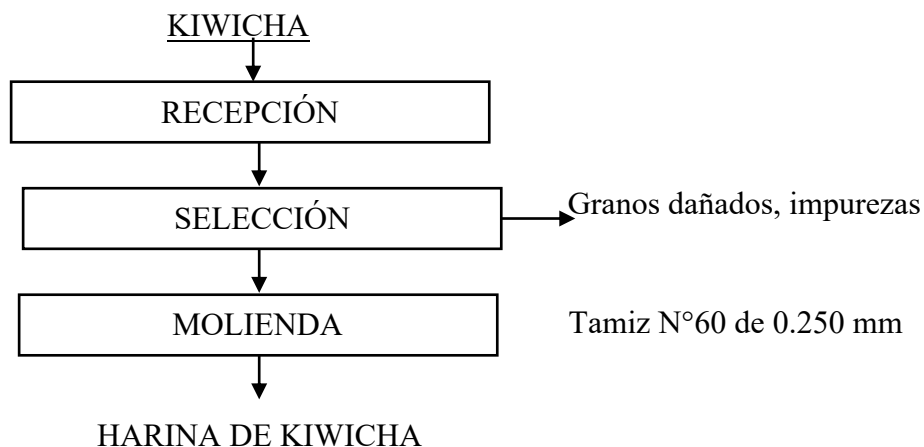
Con molino de martilleo en la empresa “INVERSIONES QOSQO PERU SAC. Utilizando un tamiz N°10 con diámetro de abertura: 2mm para obtener una granulometría controlada de partículas gruesas.

f. ALMACENADO.

Los grits de maíz fueron llevados a almacén en bolsas de poli-etileno de alta densidad a condiciones ambientales para su posterior uso.

3.3.4. METODOLOGÍA PARA OBTENER HARINA DE KIWICHA

FIGURA 10. Diagrama para obtener harina de Kiwicha



3.3.4.1.OBTENCION DE HARINA DE KIWICHA.

a. RECEPCIONADO.

La Kiwicha se adquirió del mercado de abastos “La Bombonera” Sicuani procedente del distrito de San Salvador. Con una humedad de 11.3%, ceniza 3% y proteína 13.12%.

b. SELECCIÓN.

Se selecciono los granos de Kiwicha eliminando las impurezas paja, piedrecillas, y semillas extrañas.

c. MOLIENDA.

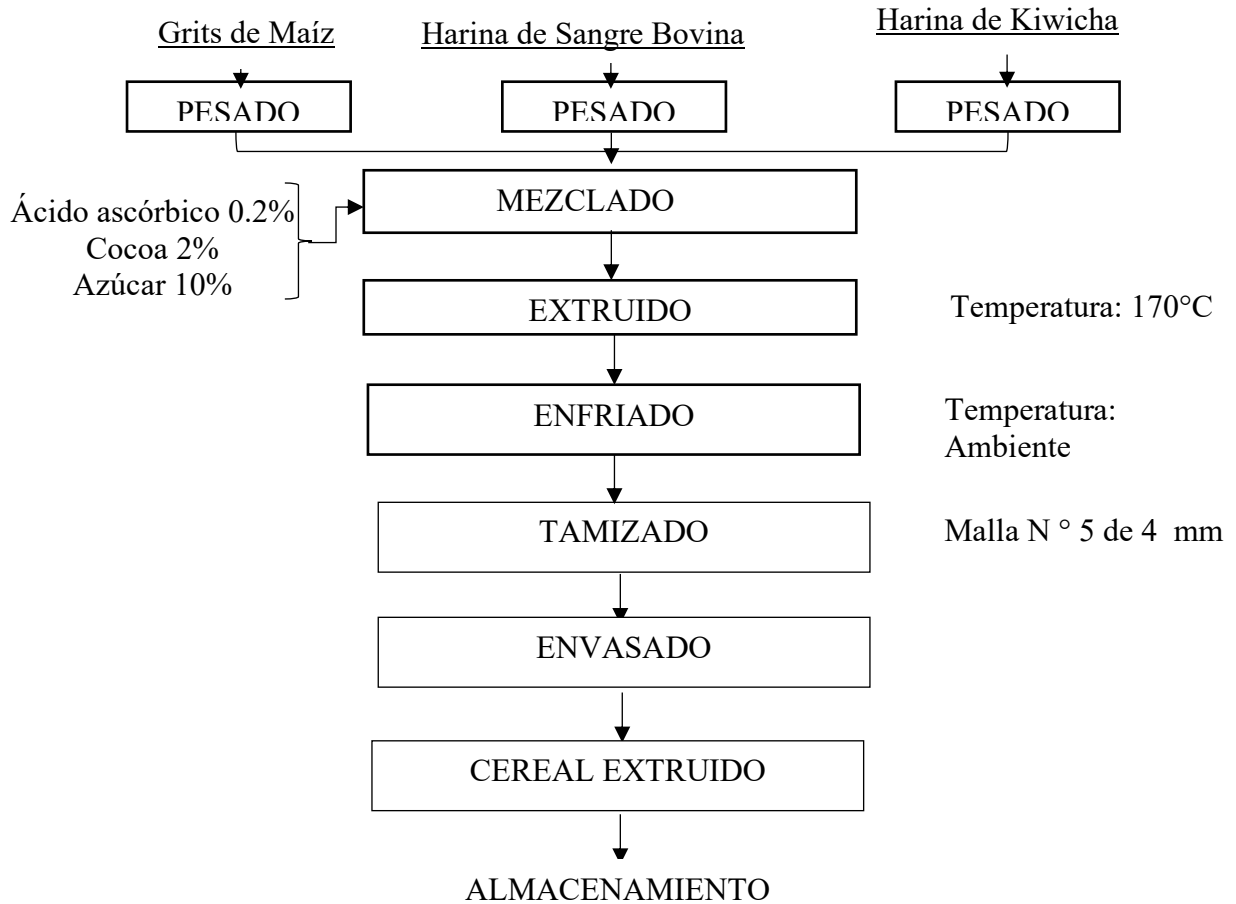
Molino de martilleo malla N°60 con un tamiz de 0.250 mm en la empresa “INVERSIONES QOSQO PERU SAC.

d. ALMACENADO.

La harina de kiwicha es almacenado en bolsitas de poli-etileno de alta densidad.

3.3.5. METODO PARA ELABORAR CEREAL EXTRUIDO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

FIGURA 11. Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de cereal extruido.



Nota: Cereal extruido con sustitución de grits de maíz (*Zea mays* L.) /sangre bovina/ kiwicha (*Amaranthus caudatus*)/ ácido ascórbico.

3.3.5.1.PROCEDIMIENTO DE EXTRUCIÓN

a. MATERIA PRIMA

El material básico a utilizarse son grits de maíz amarillo duro, harina de kiwicha y harina de sangre bovina (hierro hemínico).

b. PESADO

Se pesan los ingredientes insumos y materia, así como también los insumos como ácido ascórbico, azúcar y cocoa.

c. MEZCLADO

En esta operación las materias primas como grits de maíz, harina de Kiwicha y harina de sangre-bovina previamente pesadas e insumos (azúcar, cocoa y ácido ascórbico) se mezclan en un bolw de acero-inox. hasta tener una mezcla uniforme entre los insumos y la materia prima.

d. EXTRUIDO

Durante esta fase del proceso, la mezcla es introducida en la tolva de alimentación de la extrusora de doble husillo, la cual ha sido precalentada hasta alcanzar los 170°C. El material harinoso rellena el espacio entre los husillos del equipo extrusor, permitiendo que estos elementos cumplan múltiples funciones simultáneas: realizar el amasado, proporcionar calentamiento, efectuar la cocción y transformar la estructura del producto farináceo. Posteriormente, el material procesado es conducido hacia la matriz de salida y es interceptado por un sistema de cuatro cuchillas que rotan a alta velocidad. Este mecanismo de corte permite obtener piezas del producto final con dimensiones y configuración específicas predeterminadas.

e. ENFRIADO

Después de la extrusión los cereales se enfrían en una tina de acero-inox. a condiciones de ambiente.

f. TAMIZADO

Este proceso consiste en separar los cereales extruidos enteros del polvillo para luego ser envasado

g. ENVASADO

Finalmente se envasó en bolsitas de poli-etileno de alta densidad (5 kilogramos).

h. ALMACENAJE

El extruido es almacenado a condiciones de ambiente para luego ser analizada sus propiedades sensoriales, fisicoquímicos e índice de expansión.

3.3.6. MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Para realizar la evaluación los tratamientos fueron sometidos a un análisis microbiológico los cuales dieron como resultado aptos e inocuos para el consumo.

Las pruebas de aceptación fueron efectuadas, por medio de prueba hedónica, para ello se convocó a 90 panelistas no entrenados a quienes se les indicó el tipo de prueba donde evaluaron: color/olor/sabor/fracturabilidad y apariencia.

La escala utilizada fue:

Tabla 11.

Escala hedónica estructurada de siete puntuaciones

PUNTAJE	ESCALA HEDÓNICA ESTRUCTURADA
7.	Me gusta muchísimo.
6.	Me gusta mucho.
5.	Me gusta.
4.	Me es indiferente.
3.	Me disgusta.
2.	Me disgusta mucho.
1.	Me disgusta muchísimo.

3.3.7. METODO PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

Para el análisis fisicoquímico, se recolectaron muestras representativas de cada materia prima (maíz, Kiwicha y harina de sangre bobina) y del producto final (cereal extruido), con una

cantidad mínima de 500g por muestra. Este peso aseguro la representatividad necesaria para los ensayos. Las muestras fueron analizadas bajo metodologías estandarizadas para determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

- **Análisis fisicoquímico de los cereales extruidos:** Se determinó parámetros como
 - ❖ Proteína mediante el método volumétrico (AOAC 2015, 2001.11).
 - ❖ Hierro mediante el método (AOAC 2015, 944.02)
 - ❖ Carbohidrato mediante el método (AOAC 25.008.25.009)
 - ❖ Grasa mediante el método gravimétrico (AOAC 2015, 954.02)
 - ❖ Ceniza mediante el método gravimétrico (AOAC 2015, 942.05)
 - ❖ Fibra mediante el método gravimétrico (AOAC 2015,962.09)
 - ❖ Energía mediante el método de cálculo con factores específicos.
 - ❖ Humedad mediante el método gravimetría (AOAC 2015,934.01)
- **Determinación de ácido ascórbico (vitamina C):** Este análisis tuvo como objetivo evaluar la estabilidad del ácido ascórbico tras la exposición a altas temperaturas durante el procesamiento del cereal extruido. Las pruebas se analizaron por (HPLC).

3.3.8. METODO PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE EXPANSIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO.

El índice expansible (IE) del cereal extruido se determinó mediante el método gravimétrico-volumétrico estandarizado (AOAC) este parámetro permite cuantificar el incremento del volumen del producto final como resultado de la extrusión térmica, evaluando así la influencia de las distintos fracciones de sustitución.

$$IE (ie) = \frac{\text{volumen final (cereal extruido)}}{\text{volumen inicial (pre extrusión)}}$$

Procedimiento:

a) Volumen inicial (pre extrusión):

- Se hizo una combinación de las materias primas (grits de maíz, harina de Kiwicha, harina de sangre bobina, azúcar y cocoa).
- Se colocaron 50 g de la mezcla combinada en una probeta de graduación de 250 ml y se registra el volumen.

b) volumen final (cereal extruido):

- Se pesó 50 gramos de cereal extruido en una balanza analítica.
- Se deposito el cereal extruido en una probeta graduada de 250ml añadiendo granos de quinua hasta cubrir los espacios intersticiales.
- Se nivelo suavemente para eliminar espacios vacíos y se registró el volumen total (cereal extruido + quinua).
- Se retiro el cereal extruido y se registró el volumen que ocupo solo por la quinua.
- El volumen del cereal extruido se calculó por diferencia: $VF = V \text{ total} - V_{\text{quinua}}$.

c) Cálculo del índice de expansión

Los valores de volumen inicial (pre extrusión) y volumen final (cereal extruido) se remplazaron en la formula del IE. Cada tratamiento se evaluó por triplicado.

3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Diseño en bloques completamente aleatorios (DBCA), de un solo factor categórico estructurado con 6 tratamientos (T), 3 repeticiones y 18 unidades-experimentales.

Tabla 12.

Matriz de diseño-experimental

MATERIA PRIMA		TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	UNIDAD EXPERIMENTAL
GM	70%	T1	III	18
HK	5%			
HSB	25%			
GM	70%	T2	III	
HK	10%			
HSB	20%			
GM	80%	T3	III	
HK	5%			
HSB	15%			
GM	80%	T4	III	
HK	10%			
HSB	10%			
GM	90%	T5	III	
HK	5%			
HSB	5%			
GM	90%	T6	III	
HK	10%			
HSB	0%			

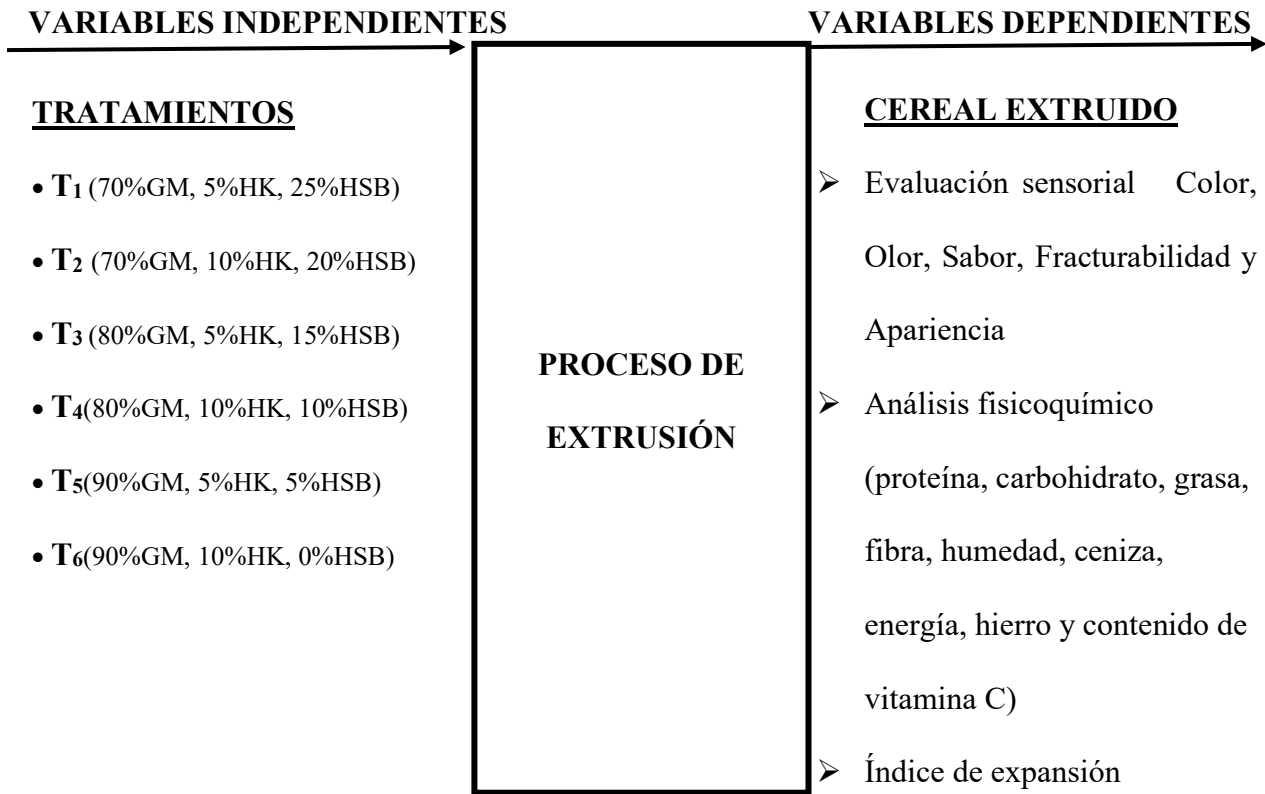
LEYENDA:

GM: Grits de maíz

HK: Harina de Kiwicha.

HSB: Harina de sangre-bovina.

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO



LEYENDA:

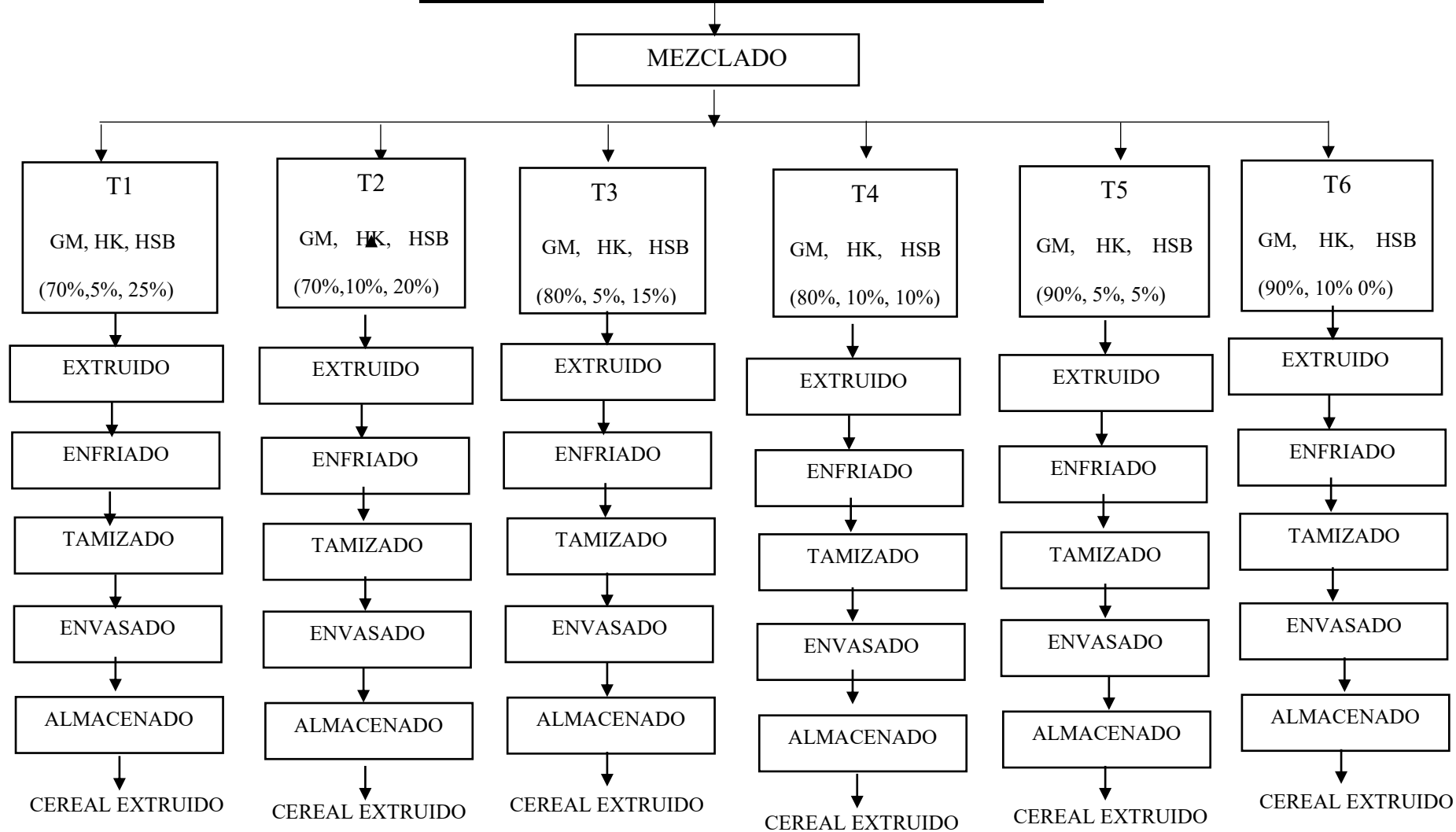
GM: Grits de maíz

HK: Harina de Kiwicha.

HSB: Harina de sangre-bovina.

3.5.1. DIAGRAMA EXPERIMENTAL

Grits de Maíz, Harina de sangre bovina y Harina Kiwicha



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.

Tabla 13. Resultados de prueba sensorial "color"

PROMEDIO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO "COLOR"			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (70%,5%,25%)	3.433	3.367	3.533
T2 (70%,10%,20%)	4.667	4.767	4.767
T3 (80%,5%,15%)	5.433	5.467	5.433
T4 (80%,10%,10%)	5.767	5.667	5.767
T5 (90%,5%,5%)	6.467	6.433	6.533
T6 (90%,10%,0%)	5.433	5.367	5.633

Tabla 14. ANOVA "COLOR"

Fuente/efecto	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	16.0554	5	3.21108	829.37	0.0000
B: BLOQUE	0.0328991	2	0.0164496	4.25	0.0462
RESIDUOS	0.0387169	10	0.00387169		
TOTAL (CORREGIDO)	16.127	17			

INTERPRETACIÓN

En el análisis de ANOVA el **Valor-P** es menor que el nivel de significancia de 0.05, indicando la existencia de diferencia estadísticamente significativa sobre el COLOR con una seguridad de 95%.

Tabla 15. Pruebas de Múltiples Rangos "color"

Tratamiento	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
T1	3	3.44433	X
T2	3	4.73367	X
T3	3	5.44433	X
T6	3	5.47767	X
T4	3	5.73367	X
T5	3	6.47767	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 4	**	-2.28933	0.176165	0.231699
1 – 5	**	-3.03333	0.176165	0.231699
1 – 6	**	-2.03333	0.176165	0.231699
2 – 3	**	-0.710667	0.176165	0.231699
2 – 4	**	-1.0	0.176165	0.231699
2 – 5	**	-1.744	0.176165	0.231699
2 – 6	**	-0.744	0.176165	0.231699
3 – 4	**	-0.289333	0.176165	0.231699
3 – 5	**	-1.03333	0.176165	0.231699
3 – 6		-0.0333333	0.176165	0.231699
4 – 5	**	-0.744	0.176165	0.231699
4 – 6	**	0.256	0.176165	0.231699
5 – 6	**	1.0	0.176165	0.231699

PROMEDIOS ORDENADOS

Determinada por la Escala Hedónica Estructurada de 7 puntos.

$$T5 = 6.478$$

$$T4 = 5.734$$

$$T6 = 5.478$$

$$T3 = 5.444$$

$$T2 = 4.734$$

$$T1 = 3.444$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T5 - T1 = 6.478 - 3.444 = 3.034 > 0.176 \text{ y } 0.232^{**}$$

$$T5 - T2 = 6.478 - 4.734 = 1.744 > 0.176 \text{ y } 0.232^{**}$$

$$T5 - T3 = 6.478 - 5.444 = 1.034 > 0.176 \text{ y } 0.232^{**}$$

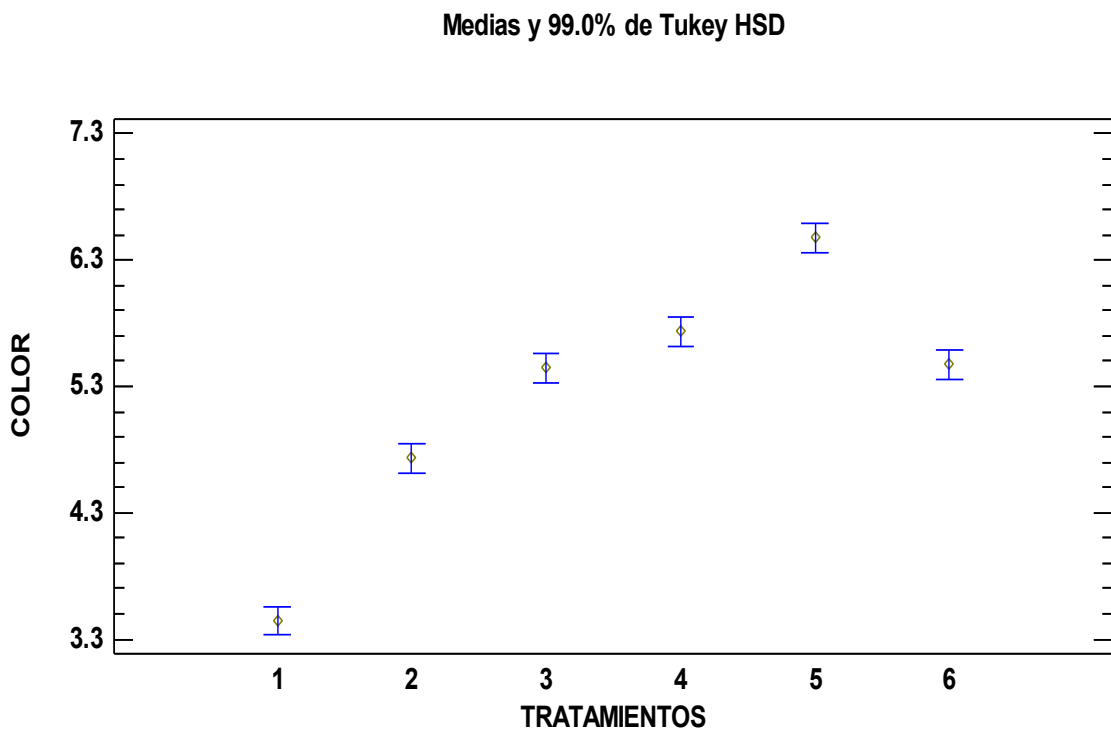
$$T5 - T6 = 6.478 - 5.478 = 1.000 > 0.176 \text{ y } 0.232^{**}$$

$$T5 - T4 = 6.478 - 5.734 = 0.744 > 0.176 \text{ y } 0.232^{**}$$

INTERPRETACION:

Del contraste I concluimos que el tratamiento T5 presenta un color diferente que prefieren los consumidores con una media de 6.5 puntos definida por la escala hedónica de 7 puntos como **“me gusta mucho”**, que los tratamientos T1-T2-T3-T4-T6, con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 1. Gráfica de medias Tukey a 99% “COLOR”



INTERPRETACIÓN

La grafica de medias corrobora con la tabla ANOVA y los resultados de pruebas de múltiple de rangos de TUKEY. Es decir que, a mayor fracción de sustitución de harina de sangre el producto presenta una coloración oscura por lo cual el tratamiento T5 (90% grits de maíz, 5% Harina de Kiwicha y 5% de harina de sangre bovina) presenta un color que es atractivo para el consumidor con una media de 6.5 definida por la Escala Hedónica Estructurada de 7 puntos como **“me gusta mucho”**.

Tabla 16. Resultados de análisis sensorial para el atributo “olor”

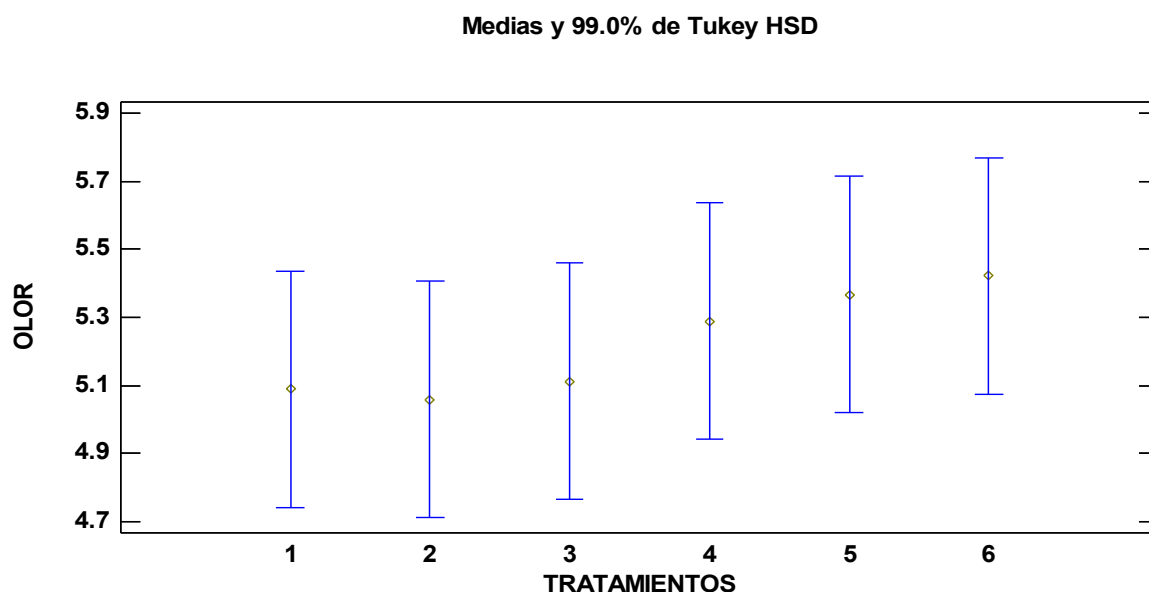
PROMEDIO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO “OLOR”			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (70%,5%,25%)	4.967	5.067	5.233
T2 (70%,10%,20%)	4.733	5.107	5.333
T3 (80%,5%,15%)	4.733	5.267	5.333
T4 (80%,10%,10%)	4.933	5.533	5.400
T5 (90%,5%,5%)	5.233	5.400	5.467
T6 (90%,10%,0%)	4.967	5.933	5.367

Tabla 17. Análisis de varianza para el atributo "OLOR"

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.36756	5	0.073512	2.10	0.1487
B: BLOQUE	0.785158	2	0.392579	11.22	0.0028
RESIDUOS	0.349909	10	0.0349909		
TOTAL (CORREGIDO)	1.50263	17			

En el análisis de ANOVA el **Valor-P** es mayor que el nivel de significancia de 0.05 esto nos indica que los promedios de los tratamientos para el “OLOR” son iguales con una seguridad del 95%.

GRAFICA 2. Gráfica de medias tukey a 99% para el atributo “OLOR”



INTERPRETACIÓN

La grafica 2. Ciertamente nos muestra que los 6 tratamientos comparten puntos en común esto no indica que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 presentan un olor igual y agradable obteniendo una puntuación mayor a 5 definida por la escala hedónica “me gusta” este comportamiento que se observa fue por la adición de cocoa para desenmascarar el olor a sangre en el cereal extruido.

Tabla 18. Resultados de análisis sensorial para el atributo “sabor”

PROMEDIO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO “SABOR”			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (70%,5%,25%)	3.567	4.833	4.467
T2 (70%,10%,20%)	4.800	5.267	5.433
T3 (80%,5%,15%)	5.033	5.533	5.467
T4 (80%,10%,10%)	5.433	5.567	5.767
T5 (90%,5%,5%)	5.967	6.133	5.933
T6 (90%,10%,0%)	5.367	5.433	5.467

Tabla 19. Análisis de varianza para el atributo “SABOR”

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	4.93737	5	0.987473	16.27	0.0002
B: BLOQUE	0.689517	2	0.344759	5.68	0.0225
RESIDUOS	0.606981	10	0.0606981		
TOTAL (CORREGIDO)	6.23386	17			

INTERPRETACIÓN

En la tabla ANOVA el **Valor-P** es menor que el nivel de significancia de 0.05 indicando que los tratamientos en cuanto al “**SABOR**” son diferentes unos de otros con una seguridad de 95%.

Tabla 20. Pruebas de múltiples rangos para atributo “sabor”

TRATAMIENTO	Casuística	Media LS	Sigma LS	Grupos/Homogéneos
T1	3	4.289	0.142242	X
T2	3	5.16667	0.142242	X
T3	3	5.34433	0.142242	XX
T6	3	5.42233	0.142242	XX
T4	3	5.589	0.142242	XX
T5	3	6.011	0.142242	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	-0.877667	0.697522	0.917405
1 – 3	**	-1.05533	0.697522	0.917405
1 – 4	**	-1.3	0.697522	0.917405
1 – 5	**	-1.722	0.697522	0.917405
1 – 6	**	-1.13333	0.697522	0.917405
2 – 3		-0.177667	0.697522	0.917405
2 – 4		-0.422333	0.697522	0.917405
2 – 5	*	-0.844333	0.697522	0.917405
2 – 6		-0.255667	0.697522	0.917405
3 – 4		-0.244667	0.697522	0.917405
3 – 5		-0.666667	0.697522	0.917405
3 – 6		-0.078	0.697522	0.917405
4 – 5		-0.422	0.697522	0.917405
4 – 6		0.166667	0.697522	0.917405
5 – 6		0.588667	0.697522	0.917405

PROMEDIOS ORDENADOS

Determinada por la Escala Hedónica Estructurada de 7 puntos.

$$T5 = 6.011$$

$$T4 = 5.589$$

$$T6 = 5.422$$

$$T3 = 5.344$$

$$T2 = 5.167$$

$$T1 = 4.289$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T5 - T1 = 6.011 - 4.289 = 1.722 > 0.698 \text{ y } 0.917^{**}$$

$$T5 - T2 = 6.011 - 5.167 = 0.844 > 0.698^*$$

$$T5 - T3 = 6.011 - 5.344 = 0.667 < 0.698 \text{ y } 0.917 \text{ NS}$$

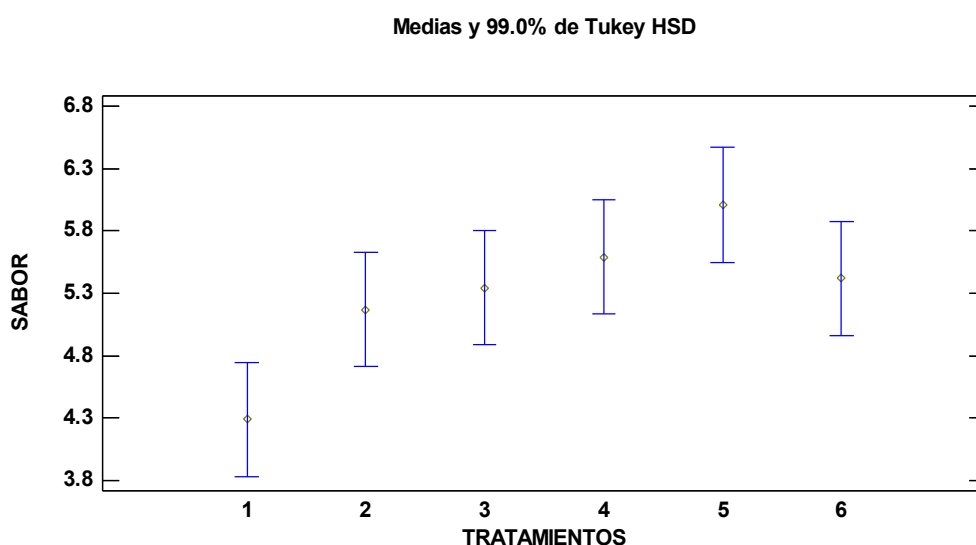
$$T5 - T6 = 6.011 - 5.422 = 0.589 < 0.698 \text{ y } 0.917 \text{ NS}$$

$$T5 - T4 = 6.011 - 5.589 = 0.422 < 0.698 \text{ y } 0.917 \text{ NS}$$

INTERPRETACION

Del contraste nivel I se observa que el tratamiento T5 presenta un sabor superior que el tratamiento T1 con una probabilidad de 99%; asimismo el tratamiento T5 presenta sabor superior que el tratamiento T2 con una probabilidad de 95%; igualmente el tratamiento T5 presenta igual sabor que los tratamientos T3, T6 y T4 con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 3. Gráfica de medias tukey 99% para el atributo "SABOR"



INTERPRETACION

La graficas son concordantes con ANOVA y Tukey, donde nos muestra que el tratamiento T5 obtuvo una mayor puntuación por encima de 6 puntos definida por la escala hedónica de 7 puntos definida como **“me gusta mucho”** es decir el sabor que presenta el cereal extruido del tratamiento T5 (90%GM, 5%HK, 5%HSB) fue el más agradable comparada con los otros tratamientos.

Tabla 21. Resultados de análisis sensorial “fracturabilidad”

PROMEDIO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO “FRACTURABILIDAD”			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (70%,5%,25%)	3.400	3.133	3.700
T2 (70%,10%,20%)	3.767	4.267	4.567
T3 (80%,5%,15%)	5.267	5.034	5.467
T4 (80%,10%,10%)	5.367	5.367	5.633
T5 (90%,5%,5%)	5.767	5.600	6.033
T6 (90%,10%,0%)	5.567	5.533	5.967

Tabla 22. Análisis de varianza para el atributo “FRACTURABILIDAD”

Fuente	Suma/Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón/F	Valor/P
Efectos/Principales					
A: TRATAMIENTO	13.6392	5	2.72783	117.23	0.0000
B: BLOQUE	0.607873	2	0.303936	13.06	0.0016
RESIDUOS	0.232698	10	0.0232698		
TOTAL (CORREGIDO)	14.4797	17			

INTERPRETACIÓN

En la tabla ANOVA el **Valor-P** es menor que el nivel de significancia de 0.05 indicándonos que los tratamientos son diferentes estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad, es decir la fracturabilidad que presentan los cereales son diferentes unos de otros.

Tabla 23. Pruebas de múltiples rangos por tratamiento para el atributo “fracturabilidad”

TRATAMIENTOS	Casuística	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	3	3.411	0.0880716	X
T2	3	4.20033	0.0880716	X
T3	3	5.256	0.0880716	X
T4	3	5.45567	0.0880716	XX
T6	3	5.689	0.0880716	X
T5	3	5.8	0.0880716	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	-0.789333	0.431884	0.568029
1 – 3	**	-1.845	0.431884	0.568029
1 – 4	**	-2.04467	0.431884	0.568029
1 – 5	**	-2.389	0.431884	0.568029
1 – 6	**	-2.278	0.431884	0.568029
2 – 3	**	-1.05567	0.431884	0.568029
2 – 4	**	-1.25533	0.431884	0.568029
2 – 5	**	-1.59967	0.431884	0.568029
2 – 6	**	-1.48867	0.431884	0.568029
3 – 4		-0.199667	0.431884	0.568029
3 – 5	*	-0.544	0.431884	0.568029
3 – 6	*	-0.433	0.431884	0.568029
4 – 6		-0.233333	0.431884	0.568029
5 – 6		0.111	0.431884	0.568029

PROMEDIOS ORDENADOS

Determinada por la escala hedónica estructurada de 7 puntos

$$T5 = 5.800$$

$$T6 = 5.689$$

$$T4 = 5.456$$

$$T3 = 5.256$$

$$T2 = 4.200$$

$$T1 = 3.411$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T5 - T1 = 5.800 - 3.411 = 2.389 > 0.432 \text{ y } 0.568^{**}$$

$$T5 - T2 = 5.800 - 4.200 = 1.600 > 0.432 \text{ y } 0.568^{**}$$

$$T5 - T3 = 5.800 - 5.256 = 0.544 > 0.432^{*}$$

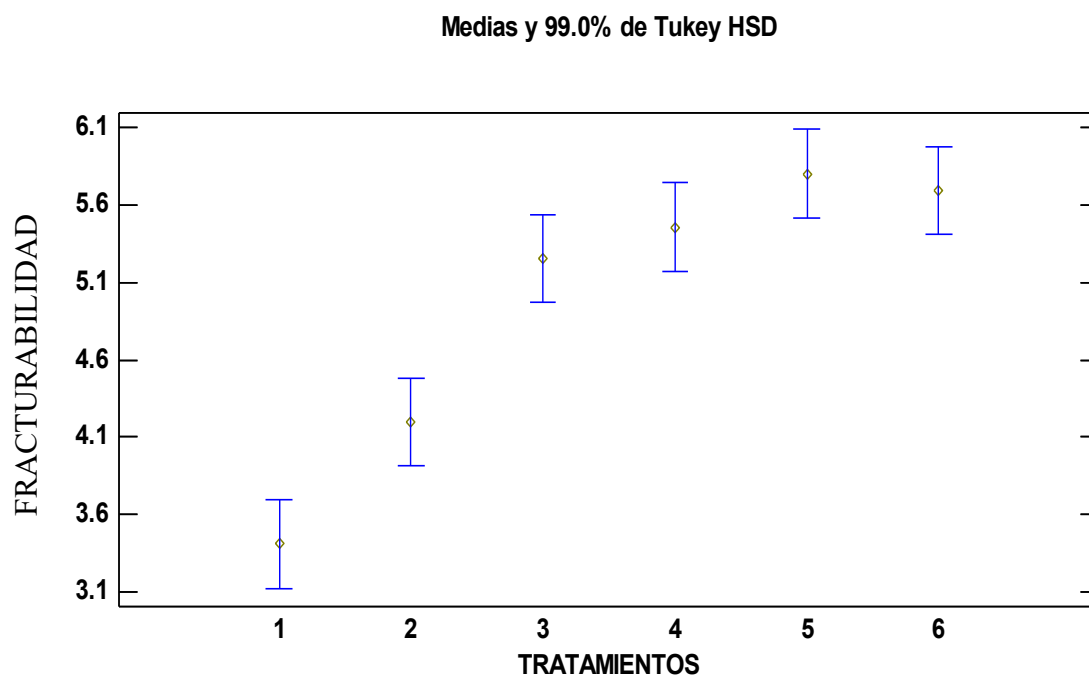
$$T5 - T4 = 5.800 - 5.456 = 0.344 < 0.432 \text{ y } 0.568 \text{ NS}$$

$$T5 - T6 = 5.800 - 5.689 = 0.111 < 0.432 \text{ y } 0.568 \text{ NS}$$

INTERPRETACION

Del contraste I, se concluye que el tratamiento T5 presenta una fracturabilidad agradable con una media de 5.8 obteniendo un puntaje superior que el tratamiento T1 y T2 con una probabilidad de 99%; asimismo el tratamiento T5 obtuvo un puntaje superior que el tratamiento T3 con una probabilidad de 95%; igualmente el tratamiento T5 presenta la misma fracturabilidad que el tratamiento T4 y T6 con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 4. Grafica de medias tukey 99% para la "FRACTURABILIDAD"



INTERPRETACIÓN

La grafica de medias nos indica que el tratamiento T5 obtuvo una media de 5.8 seguida por los tratamientos T4 y T6 acercándose a 6 puntos calificada por la escala hedónica de 7 puntos como “**me gusta mucho**”, donde los panelistas determinaron que el T5 (90% GM, 5%HK y 5%HSB) presento una fracturabilidad agradable comparada con los demás tratamientos; del mismo modo se observa que conforme se incrementa la sustitución de harina de sangre bovina la fracturabilidad del cereal se vuelve dura ya que no es agradable para el consumidor esto ocurre con los tratamientos T1 y T2 con 20% y 25% de sustituto de harina de sangre-bovina.

Tabla 24. Resultados de análisis sensorial para el atributo "apariencia"

PROMEDIO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO “APARIENCIA”			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (70%,5%,25%)	4.667	4.533	5.033
T2 (70%,10%,20%)	4.867	4.833	5.133
T3 (80%,5%,15%)	5.100	5.300	5.500
T4 (80%,10%,10%)	5.133	5.100	5.300
T5 (90%,5%,5%)	5.600	5.467	6.033
T6 (90%,10%,0%)	5.567	5.633	5.400

Tabla 25. ANOVA para la “APARIENCIA”

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
Efecto/Principal					
A: TRATAMIENTOS	1.91389	5	0.382778	15.63	0.0002
B: BLOQUE	0.250052	2	0.125026	5.11	0.0297
RESIDUOS	0.244905	10	0.0244905		
TOTAL (CORREGIDO)	2.40885	17			

INTERPRETACIÓN

Puesto que el **Valor-P** de los tratamientos es inferior al nivel de significancia de 0.05 indicando la existencia de diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad entre un ensayo y otro.

Tabla 26. Pruebas de Múltiples Rangos “apariencia”

TRATAMIENTOS	Casuísticas	Media	Grupo- Homogéneos
T1	3	4.74433	X
T2	3	4.94433	X
T4.	3	5.17767	XX
T3	3	5.3	XX
T6	3	5.53333	X
T5	3	5.7	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2		-0.2	0.443066	0.582736
1 – 3	*	-0.555667	0.443066	0.582736
1 – 4		-0.433333	0.443066	0.582736
1 – 5	**	-0.955667	0.443066	0.582736
1 – 6	**	-0.789	0.443066	0.582736
2 – 3		-0.355667	0.443066	0.582736
2 – 4		-0.233333	0.443066	0.582736
2 – 5	**	-0.755667	0.443066	0.582736
2 – 6	**	-0.589	0.443066	0.582736
3 – 4		0.122333	0.443066	0.582736
3 – 5		-0.4	0.443066	0.582736
3 – 6		-0.233333	0.443066	0.582736
4 – 5	*	-0.522333	0.443066	0.582736
4 – 6		-0.355667	0.443066	0.582736
5 – 6		0.166667	0.443066	0.582736

PROMEDIOS ORDENADOS

Determinada por la escala hedónica estructurada de 7 puntos.

$$T5 = 5.700$$

$$T6 = 5.533$$

$$T3 = 5.300$$

$$T4 = 5.178$$

$$T2 = 4.944$$

$$T1 = 4.744$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T5 - T1 = 5.700 - 4.744 = 0.956 > 0.443 \text{ y } 0.583^{**}$$

$$T5 - T2 = 5.700 - 4.944 = 0.756 > 0.443 \text{ y } 0.583^{**}$$

$$T5 - T4 = 5.700 - 5.178 = 0.522 > 0.443^{*}$$

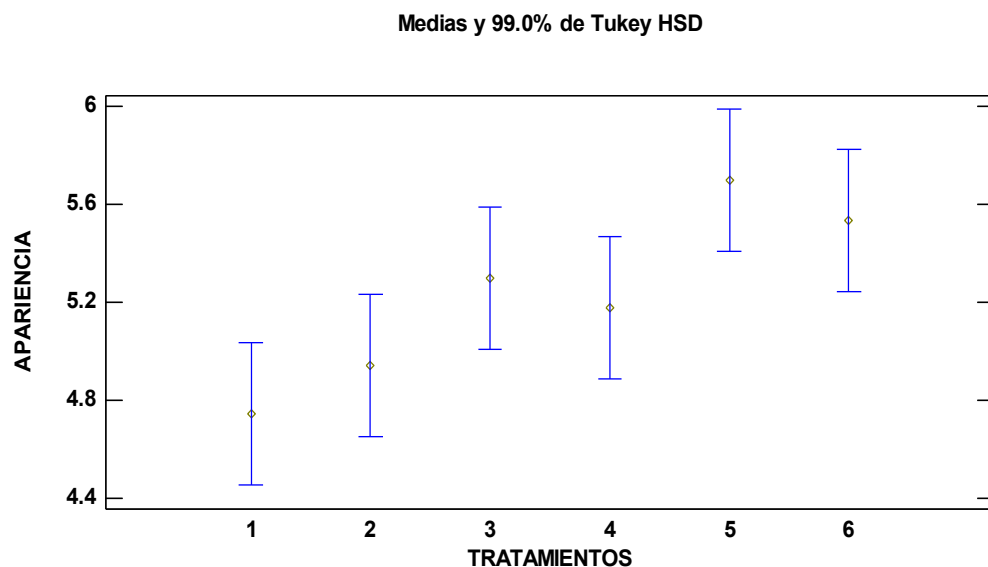
$$T5 - T3 = 5.700 - 5.300 = 0.400 < 0.443 \text{ y } 0.583\text{NS}$$

$$T5 - T6 = 5.700 - 5.533 = 0.167 < 0.443 \text{ y } 0.583\text{NS}$$

INTERPRETACION

Del contraste I, concluimos que el tratamiento T5 presenta una mejor apariencia comparada con los ensayos T1 con T2 con una probabilidad de 99%; asimismo el tratamiento T5 es más apetecible que el tratamiento T4 con una seguridad de 95%; igualmente el tratamiento T5 tiene la misma apariencia que el tratamiento T3 y T6 con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 5. Grafica de medias tukey a 99% para la "APARIENCIA"



INTERPRETACIÓN

La gráfica de medias corrobora con ANOVA y Tukey que existe la diferencia estadísticamente significativa, donde nos indica que el tratamiento T5 y T6 presentan una buena apariencia y por ende mayor aceptación definida por la Escala Hedónica Estructurada de 7 puntos como **“me gusta mucho”**.

De tal forma se llega a una conclusión del análisis sensorial según se incrementa la harina de sangre bovina todos los atributos se ven afectados negativamente por tal razón el tratamiento que logró obtener las mejores condiciones sensoriales fue el tratamiento T5 (90% grits-maíz, 5% harina de Kiwicha y 5% de harina de sangre-bovina) definida por los panelistas definida como “**me gusta mucho**” seguida de T4, y T3 el T1 y T2 son considerados no aceptables por el consumidor.

4.1.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICA DEL CEREAL EXTRUIDO.

Para el análisis fisicoquímica del cereal extruido se aplicó un diseño estadístico (DBCA) DE UN SOLO FACTOR CATEGÓRICO

Tabla 27. Resultados de laboratorio de análisis fisicoquímica del cereal extruido.

Tratamientos	Humedad %	Fibra %	Grasa %	Proteína %	Ceniza %	Carbohidrato %	Energía Kcal/100 g	Hierro Mg/100 g
T1	4.4	6.4	4.1	21.4	1.5	62.2	371	19.4
T1	4.3	6.5	4	21.4	1.4	62.4	371	19.3
T1	4.3	6.3	4.2	21.5	1.6	62.1	372	19.4
T2	3.9	5.4	4.4	19.3	1.4	65.6	379	15.7
T2	3.8	5.5	4.3	19.2	1.3	65.9	379	15.8
T2	3.9	5.6	4.4	19.3	1.3	65.5	379	15.8
T3	3.8	5.6	4.1	18.2	1.4	66.9	377	12.9
T3	3.8	5.5	4	18.1	1.3	67.3	378	12.9
T3	3.7	5.7	3.9	18.3	1.5	66.9	376	12.8
T4	5	6	4.5	15.8	1.3	67.4	373	9.8
T4	4.9	6	4.4	15.9	1.3	67.5	373	9.9
T4	5.1	6.1	4.4	16	1.3	67.1	372	9.8
T5	3.4	5.4	4.4	10.3	1.3	75.3	382	6.5
T5	3.3	5.5	4.3	10.3	1.2	75.4	382	6.4
T5	3.4	5.5	4.3	10.2	1.2	75.4	381	6.3
T6	4.9	6.4	4.8	8.5	1.2	74.2	374	3.7
T6	4.9	6.3	4.9	8.6	1.1	74.2	375	3.6
T6	5	6.4	4.7	8.7	1.1	74.1	374	3.6

Tabla 28. ANOVA para Proteína.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPAL					
A: TRATAMIENTOS	395.298	5	79.0596	15139.06	0.0000
B: BLOQUE	0.0277778	2	0.0138889	2.66	0.1185
RESIDUOS	0.0522222	10	0.00522222		
TOTAL (CORREGIDO)	395.378	17			

INTERPRETACIÓN

Del análisis de la tabla de ANOVA se concluye que: como el **valor-P** < 0.05 esto indica la existencia de diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad, es decir que los tratamientos son diferentes unos de otros en el valor de proteínas.

Tabla 29.

Prueba de múltiple rango “proteína %” por tratamiento.

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
T6	3	8.6	X	
T5	3	10.2667	X	
T4	3	15.9	X	
T3.	3	18.2	X	
T2	3	19.2667	X	
T1	3	21.4333	X	
COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	2.16667	0.204596	0.269092
1 – 3	**	3.23333	0.204596	0.269092
1 – 4	**	5.53333	0.204596	0.269092
1 – 5	**	11.1667	0.204596	0.269092
1 – 6	**	12.8333	0.204596	0.269092
2 – 3	**	1.06667	0.204596	0.269092
2 – 4	**	3.36667	0.204596	0.269092
2 – 5	**	9.0	0.204596	0.269092
2 – 6	**	10.6667	0.204596	0.269092
3 – 4	**	2.3	0.204596	0.269092
3 – 5	**	7.93333	0.204596	0.269092
3 – 6	**	9.6	0.204596	0.269092
4 – 5	**	5.63333	0.204596	0.269092
4 – 6	**	7.3	0.204596	0.269092
5 – 6	**	1.66667	0.204596	0.269092

PROMEDIOS ORDENADOS

$$T1 = 21.433$$

$$T2 = 19.267$$

$$T3 = 18.200$$

$$T4 = 15.900$$

$$T5 = 10.267$$

$$T6 = 8.600$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T1 - T6 = 21.433 - 8.600 = 12.833 > 0.205 \text{ y } 0.269^{**}$$

$$T1 - T5 = 21.433 - 10.267 = 11.166 > 0.205 \text{ y } 0.269^{**}$$

$$T1 - T4 = 21.433 - 15.900 = 5.533 > 0.205 \text{ y } 0.269^{**}$$

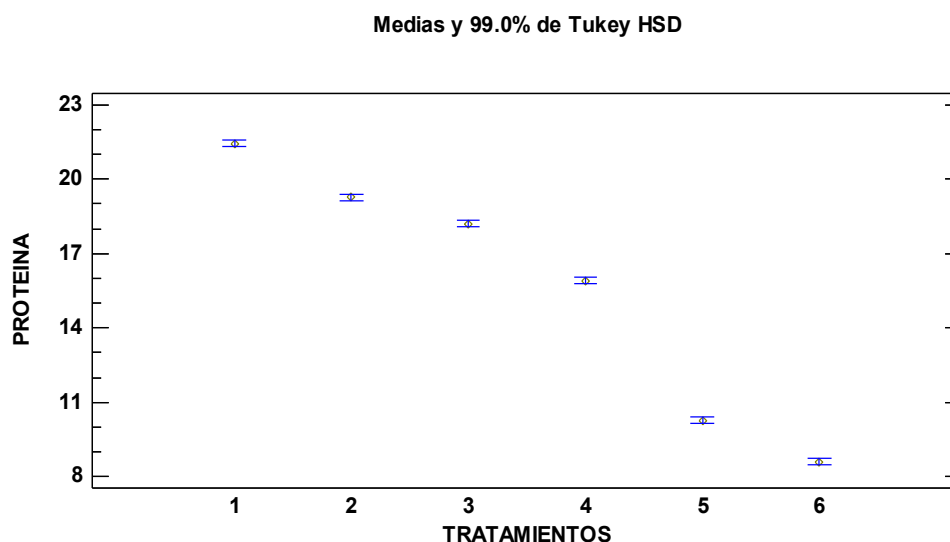
$$T1 - T3 = 21.433 - 18.200 = 3.233 > 0.205 \text{ y } 0.269^{**}$$

$$T1 - T2 = 21.433 - 19.267 = 2.166 > 0.205 \text{ y } 0.269^{**}$$

INTERPRETACION

Del contraste I se concluye que el tratamiento T1 muestra una diferencia estadísticamente significativa comparada con el tratamiento T2, T3, T4, T5 y T6 con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 6. Nivel de medias tukey a 99% para “PROTEINA”



INTERPRETACIÓN

En la gráfica 6. Se observa que cada tratamiento es diferente de otra, así tenemos el valor proteico del tratamiento T1 con 21.433 % de proteína como promedio, seguida por los demás ensayos T2-T3-T4-T5-T6. Obteniendo así el T5 una media de 10.3% de proteína el cual supera el requerimiento dado por la R.M. N°452-2006/MINSA. que indica como mínimo el cereal debe contener 8.5% de proteína. En lo cual el tratamiento T5 cumple con el requerimiento.

Tabla 30. Análisis de varianza para HIERRO mg/100 g por tratamiento.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPALE					
A: TRATAMIENTOS	517.244	5	103.449	22708.29	0.0000
B: BLOQUE	0.00777778	2	0.00388889	0.85	0.4547
RESIDUOS	0.0455556	10	0.00455556		
TOTAL (CORREGIDO)	517.298	17			

INTERPRETACIÓN

Del análisis de la tabla de ANOVA se concluye que: el **Valor-P** < 0.05 indicándonos la existencia de diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad.

Es decir que cada tratamiento presenta diferentes niveles de hierro.

Tabla 31. Prueba de Múltiples Rangos para hierro.

TRATAMIENT	Casos	Media	Grupos-Homogéneos	
T6	3	3.63333	X	
T5	3	6.4	X	
T4	3	9.83333	X	
T3.	3	12.8667	X	
T2	3	15.7667	X	
T1	3	19.3667	X	
COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	3.6	0.191091	0.25133
1 – 3	**	6.5	0.191091	0.25133
1 – 4	**	9.53333	0.191091	0.25133
1 – 5	**	12.9667	0.191091	0.25133
1 – 6	**	15.7333	0.191091	0.25133
2 – 3	**	2.9	0.191091	0.25133
2 – 4	**	5.93333	0.191091	0.25133
2 – 5	**	9.36667	0.191091	0.25133
2 – 6	**	12.1333	0.191091	0.25133
3 – 4	**	3.03333	0.191091	0.25133
3 – 5	**	6.46667	0.191091	0.25133
3 – 6	**	9.23333	0.191091	0.25133

Nota: ** Dif. Sig. +/- Límites 0.191 a 95% y +/- Límites 0.251 a 99%.

PROMEDIOS ORDENADOS

T1 = 19.367

T2 = 15.767

T3 = 12.867

T4 = 9.833

T5 = 6.400

T6 = 3.633

CONTRASTE NIVEL I

$$T1 - T6 = 19.367 - 3.633 = 15.734 > 0.191 \text{ y } 0.251^{**}$$

$$T1 - T5 = 19.367 - 6.400 = 12.967 > 0.191 \text{ y } 0.251^{**}$$

$$T1 - T4 = 19.367 - 9.833 = 9.534 > 0.191 \text{ y } 0.251^{**}$$

$$T1 - T3 = 19.367 - 12.867 = 6,500 > 0.191 \text{ y } 0.251^{**}$$

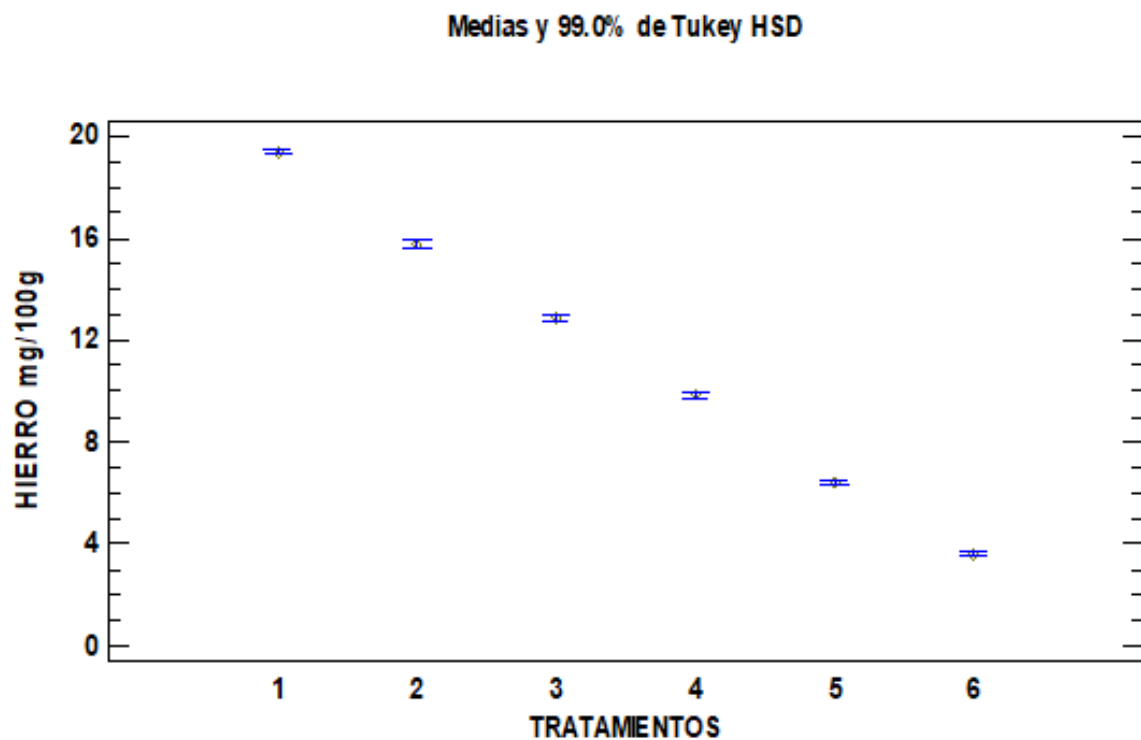
$$T1 - T2 = 19.367 - 15.767 = 3.600 > 0.191 \text{ y } 0.251^{**}$$

INTERPRETACION

El tratamiento T1 comparada con el tratamiento T2, T3, T4, T5 y T6 muestra diferencia estadísticamente significativa con una probabilidad de 99%.

El tratamiento T1-T2-T3-T4-T5 y T6 tienen una media de 19.4 miligramos/100 g, 15.8 miligramos/100 gramos, 12.9 miligramos/100 gramos, 9.8 miligramos/100 gramos, 6.4 miligramos/100 g y 3.6 miligramos/100 gramos de Fe.

GRAFICA 7. Grafica de medias Tukey para el contenido de HIERRO



INTERPRETACIÓN

La gráfica de medias nos muestra de que cada tratamiento de T1 a T6 no comparten puntos en común, presentando valores diferentes en el contenido de hierro el cual dependió del % de sustituto de harina bovina a mayor sustitución mayor es el valor de hierro en el producto, donde según R.M N°205-2017/MINSA indica que los niños de 1 a 3 años requieren como mínimo 5 mg/100 g de hierro y debe ser altamente biodisponible (hierro hemínico); también indica para que un alimento combata la anemia debe contener de 6 a 10 mg/100 g de hierro. entonces se concluye que el tratamiento T5 (90%GM, 5%HK 5%HSB) tiene como resultado en valor de Fe de 6.4 miligramos/100 gramos el cual se encuentra dentro de los parámetros exigidos se consideran ideal para combatir la anemia ya que posee hierro hemínico y también ácido ascórbico que facilita la absorción del dicho mineral.

Tabla 32. ANOVA para CARBOHIDRATOS.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón/F	Valor7P
EFECTO PRINCIPAL					
A: TRATAMIENTOS	389.9	5	77.98	6684.00	0.0000
B: BLOQUE	0.223333	2	0.111667	9.57	0.0048
RESIDUOS	0.116667	10	0.0116667		
TOTAL (CORREGIDO)	390.24	17			

INTERPRETACIÓN

Del análisis de la tabla de ANOVA se concluye que: como el **Valor-P** < 0.05 de nivel de significatividad esto indica que los tratamientos son diferentes unos de otro en su valor de carbohidratos con una certeza de 95%.

Tabla 33. Prueba de Múltiple Rangos “carbohidratos”.

TRATAMIENTOS	Casos.	Media-LS	Grupos-Homogéneos
T1.	3	62.2333	X
T2.	3	65.6667	X
T3.	3	67.0333	X
T4	3	67.3333	X
T6	3	74.1667	X
T5	3	75.3667	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	-3.43333	0.305804	0.402205
1 – 3	**	-4.8	0.305804	0.402205
1 – 4	**	-5.1	0.305804	0.402205
1 – 5	**	-13.1333	0.305804	0.402205
1 – 6	**	-11.9333	0.305804	0.402205
2 – 3	**	-1.36667	0.305804	0.402205
2 – 4	**	-1.66667	0.305804	0.402205
2 – 5	**	-9.7	0.305804	0.402205
2 – 6	**	-8.5	0.305804	0.402205
3 – 4		-0.3	0.305804	0.402205
3 – 5	**	-8.33333	0.305804	0.402205
3 – 6	**	-7.13333	0.305804	0.402205
4 – 5	**	-8.03333	0.305804	0.402205
4 – 6	**	-6.83333	0.305804	0.402205
5 – 6	**	1.2	0.305804	0.402205

PROMEDIOS ORDENADOS

T5 = 75.367

T6 = 74.167

T4 = 67.333

T3 = 67.033

T2 = 65.667

T1 = 62.233

CONTRASTE NIVEL I

$T5 - T1 = 75.367 - 62.233 = 13.134 > 0.306 \text{ y } 0.402^{**}$

$T5 - T2 = 75.367 - 65.667 = 9.700 > 0.306 \text{ y } 0.402^{**}$

$T5 - T3 = 75.367 - 67.033 = 8.334 > 0.306 \text{ y } 0.402^{**}$

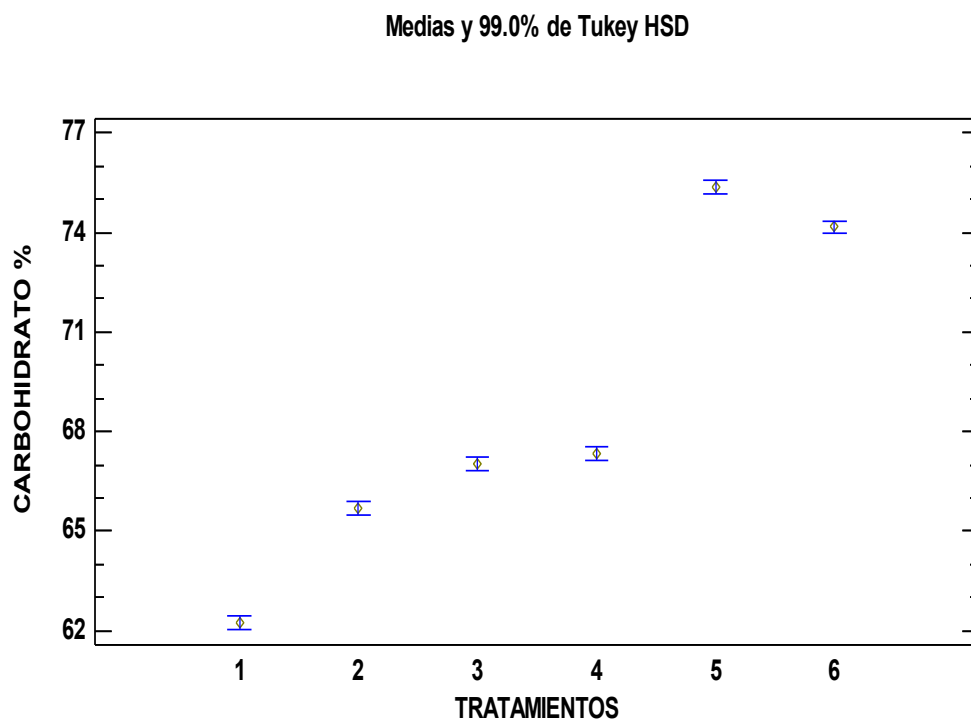
$$T5 - T4 = 75.367 - 67.333 = 8.034 > 0.306 \text{ y } 0.402^{**}$$

$$T5 - T6 = 75.367 - 74.167 = 1.200 > 0.306 \text{ y } 0.402^{**}$$

INTERPRETACION

Del contraste I se concluye que el tratamiento T5 comparada con los tratamientos T1, T2, T3 T4 y T6 muestran diferencia estadísticamente significativa con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 8. Grafica de medias Tukey para CARBOHIDRATO %



INTERPRETACIÓN

La grafica de medias TUKEY corroboran con ANOVA y Tukey, es decir que el tratamiento T5 con 75.4% obtuvo mayor valor en el contenido de carbohidratos seguida de T6 con 74.167%. los cuales se puede decir que son alimentos con índice glucémico alto que son adecuados en la dieta para deportistas y niños en crecimiento y limitado para los diabéticos.

Tabla 34. Análisis de varianza para ENERGÍA kcal/100 g por tratamiento.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPALE					
A:TRATAMIENTO	233.333	5	46.6667	140.00	0.0000
B:BLOQUE	1.33333	2	0.666667	2.00	0.1859
RESIDUOS	3.33333	10	0.333333		
TOTAL (CORREGIDO)	238.0	17			

INTERPRETACIÓN

Del análisis de la tabla de ANOVA se concluye que: como el **Valor-P** < 0.05 indicándonos que entre los promedios se tiene una diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad.

Tabla 35.

Prueba de Múltiples Rangos “energía”.

TRATAMIENTO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	3	371.333	0.333333	X
4	3	372.667	0.333333	X
6	3	374.333	0.333333	X
3	3	377.0	0.333333	X
2	3	379.0	0.333333	X
5	3	381.667	0.333333	X
COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 - 2	**	-7.66667	1.63459	2.14987
1 - 3	**	-5.66667	1.63459	2.14987
1 - 4		-1.33333	1.63459	2.14987
1 - 5	**	-10.3333	1.63459	2.14987
1 - 6	**	-3.0	1.63459	2.14987
2 - 3	**	2.0	1.63459	2.14987
2 - 4	**	6.33333	1.63459	2.14987
2 - 5	**	-2.66667	1.63459	2.14987
2 - 6	**	4.66667	1.63459	2.14987
3 - 4	**	4.33333	1.63459	2.14987
3 - 5	**	-4.66667	1.63459	2.14987
3 - 6	**	2.66667	1.63459	2.14987
4 - 5	**	-9.0	1.63459	2.14987
4 - 6	*	-1.66667	1.63459	2.14987
5 - 6	**	7.33333	1.63459	2.14987

PROMEDIOS ORDENADOS

$$T5 = 381.667$$

$$T2 = 379.0$$

$$T3 = 377.0$$

$$T6 = 374.333$$

$$T4 = 372.667$$

$$T1 = 371.333$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T5 - T1 = 381.667 - 371.333 = 10.334 > 1.635 \text{ y } 2.150^{**}$$

$$T5 - T4 = 381.667 - 372.667 = 9.000 > 1.635 \text{ y } 2.150^{**}$$

$$T5 - T6 = 381.667 - 374.333 = 7.334 > 1.635 \text{ y } 2.150^{**}$$

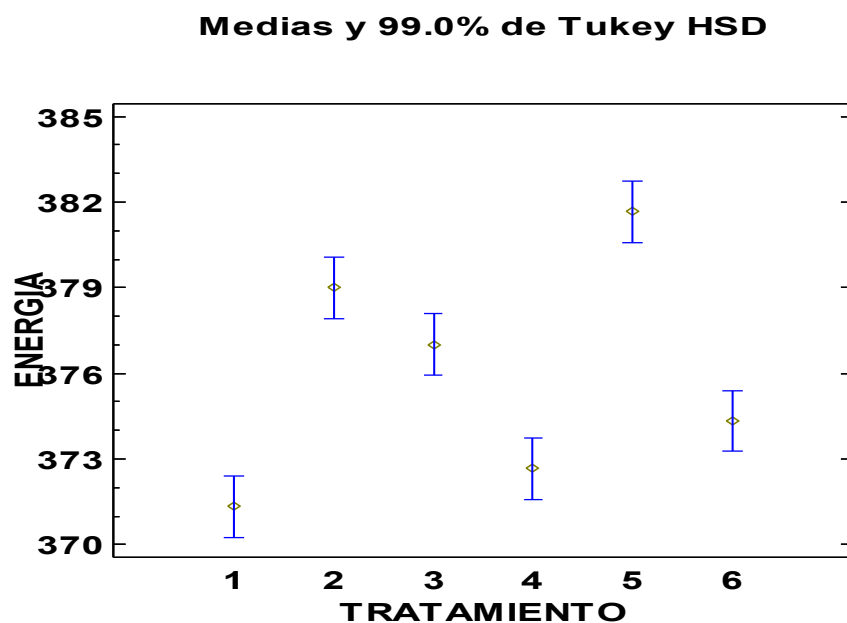
$$T5 - T3 = 381.667 - 377.000 = 4.667 > 1.635 \text{ y } 2.150^{**}$$

$$T5 - T2 = 381.667 - 379.000 = 2.667 > 1.635 \text{ y } 2.150^{**}$$

INTERPRETACION

Se concluye que el tratamiento T5 comparada con el tratamiento T1, T2, T3, T4 y T6 en cuanto al contenido de energía existe una diferencia estadísticamente significativa al 99% de seguridad.

GRAFICA 9. Grafica de medias tukey para ENERGÍA kcal/100 g



INTERPRETACIÓN

En la gráfica de medias corrobora con ANOVA y Tukey donde se observa que cada tratamiento es diferente de otro no comparten puntos en común excepto el tratamiento T4 y T1. Según FAO/OMS recomienda que un cereal nutricionalmente adecuado debe de tener de 300 – 400Kcal/100 g de energía, en lo cual el tratamiento T5 obtuvo una media de 381.667Kcal/100 g en conclusión el cereal extruido es adecuado nutricionalmente.

Tabla 36. ANOVA para FIBRA% por tratamiento.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPALE					
A: TRATAMIENTO	2.76944	5	0.553889	84.49	0.0000
B: BLOQUE	0.0144444	2	0.00722222	1.10	0.3695
RESIDUOS	0.0655556	10	0.00655556		
TOTAL (CORREGIDO)	2.84944	17			

INTERPRETACIÓN

De la tabla de ANOVA concluimos como el **Valor-P** < 0.05 indicándonos que existe una diferencia estadística significativa con un 95% de confiabilidad.

Tabla 37. Prueba de múltiples rangos para fibra

ENSAYOS	Casos	Media	Grupos-Homogéneos
T5	3	5.46667	X
T2	3	5.5	X
T3	3	5.6	X
T4	3	6.03333	X
T6	3	6.36667	X
T1	3	6.4	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	*	0.9	0.229232	0.301494
1 – 3	*	0.8	0.229232	0.301494
1 – 4	*	0.366667	0.229232	0.301494
1 – 5	*	0.933333	0.229232	0.301494
1 – 6		0.033333	0.229232	0.301494
2 – 3		-0.1	0.229232	0.301494
2 – 4	*	-0.533333	0.229232	0.301494
2 – 5		0.033333	0.229232	0.301494
2 – 6	*	-0.866667	0.229232	0.301494
3 – 4	*	-0.433333	0.229232	0.301494
3 – 5		0.133333	0.229232	0.301494
3 – 6	*	-0.766667	0.229232	0.301494
4 – 5	*	0.566667	0.229232	0.301494
4 – 6	*	-0.333333	0.229232	0.301494
5 – 6	*	-0.9	0.229232	0.301494

PROMEDIOS ORDENADOS

T1 = 6.400

T6 = 6.367

T4 = 6.033

T3 = 5.600

T2 = 5.500

T5 = 5.467

CONTRASTE NIVEL I

$$T1 - T5 = 6.400 - 5.467 = 0.933 > 0.229 \text{ y } 0.301^{**}$$

$$T1 - T2 = 6.400 - 5.500 = 0.900 > 0.229 \text{ y } 0.301^{**}$$

$$T1 - T3 = 6.400 - 5.600 = 0.800 > 0.229 \text{ y } 0.301^{**}$$

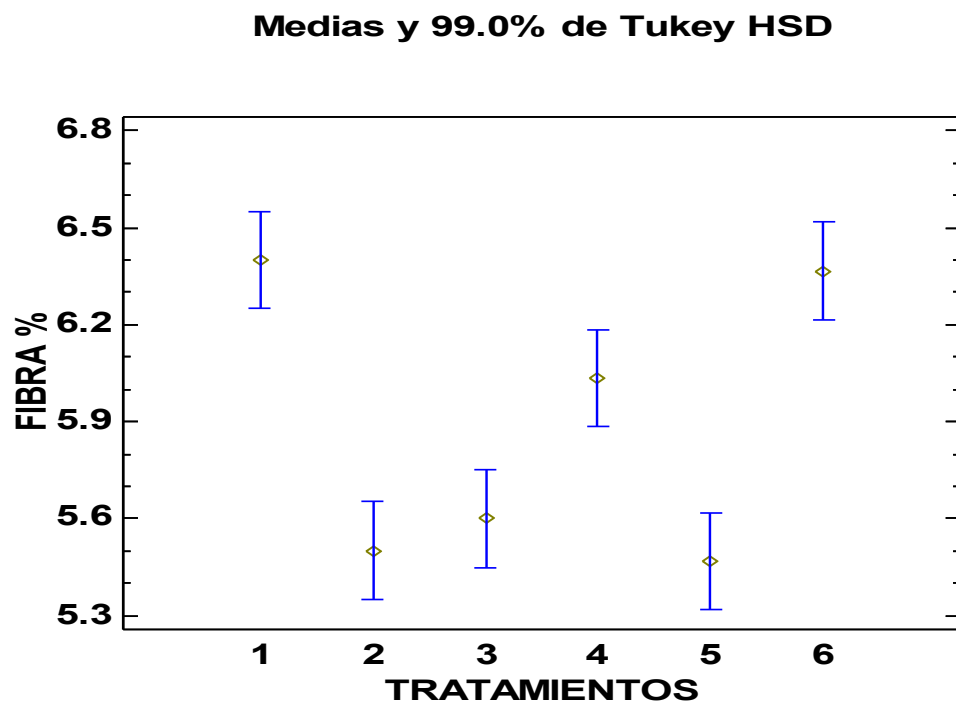
$$T1 - T4 = 6.400 - 6.033 = 0.367 > 0.229 \text{ y } 0.301^{**}$$

$$T1 - T6 = 6.400 - 6.367 = 0.033 < 0.229 \text{ y } 0.301^{NS}$$

INTERPRETACION

Del contraste I se concluye que el tratamiento T1 comparada con T5, T2, T3 y T4 existe diferencias estadísticamente significativas con una probabilidad de 99%: asimismo dicho tratamiento comparada con el tratamiento T6 son iguales con una probabilidad de 99% de confianza.

GRAFICA 10. Grafica de medias tukey HSD 99% para FIBRA %



INTERPRETACIÓN

La grafica de medias corroboran con los resultados de ANOVA y Tukey. Que el tratamiento T1 y T6 son similares en cuanto al valor obtenido lo mismo ocurre con los tratamientos T2, T3 y T5 porque comparten puntos en común. Según la FAO/OMS recomienda que un cereal extruido para declararse fuente de fibra debe tener mayor a 3 g/100 g y alto en fibra debe de tener mayor a 5 g/100 g. donde se observa que el tratamiento T5 contiene 5.5% el cual estaría como alimento con fuente de fibra.

Tabla 38. Análisis de varianza para grasa por tratamiento

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPAL					
A: TRATAMIENTO	1.18278	5	0.236556	38.02	0.0000
B: BLOQUE	0.0177778	2	0.00888889	1.43	0.2846
RESIDUOS	0.0622222	10	0.00622222		
TOTAL	1.26278	17			

INTERPRETACIÓN

En el análisis de ANOVA se tiene **Valor-P** < 0.05, el cual nos indica que existe diferencia, es decir el contenido de Grasa difiere de un nivel de tratamiento a otro al 95% de confiabilidad.

Tabla 39.

Prueba de múltiples rangos “grasas”.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos-Homogéneos
T3	3	4.0	X
T1	3	4.1	X
T5	3	4.33333	X
T2	3	4.36667	X
T4	3	4.43333	X
T6	3	4.8	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	*	-0.266667	0.223328	0.293729
1 – 3		0.1	0.223328	0.293729
1 – 4	**	-0.333333	0.223328	0.293729
1 – 5	*	-0.233333	0.223328	0.293729
1 – 6	**	-0.7	0.223328	0.293729
2 – 3	**	0.366667	0.223328	0.293729
2 – 4		-0.066667	0.223328	0.293729
2 – 5		0.033333	0.223328	0.293729
2 – 6	**	-0.433333	0.223328	0.293729
3 – 4	**	-0.433333	0.223328	0.293729
3 – 5	**	-0.333333	0.223328	0.293729
3 – 6	**	-0.8	0.223328	0.293729
4 – 5		0.1	0.223328	0.293729
4 – 6	**	-0.366667	0.223328	0.293729
5 – 6	**	-0.466667	0.223328	0.293729

PROMEDIOS ORDENDOS

$$T6 = 4.800$$

$$T4 = 4.433$$

$$T2 = 4.367$$

$$T5 = 4.333$$

$$T1 = 4.100$$

$$T3 = 4.000$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T6 - T3 = 4.800 - 4.000 = 0.800 > 0.223 \text{ y } 0.294^{**}$$

$$T6 - T1 = 4.800 - 4.100 = 0.700 > 0.223 \text{ y } 0.294^{**}$$

$$T6 - T5 = 4.800 - 4.333 = 0.467 > 0.223 \text{ y } 0.294^{**}$$

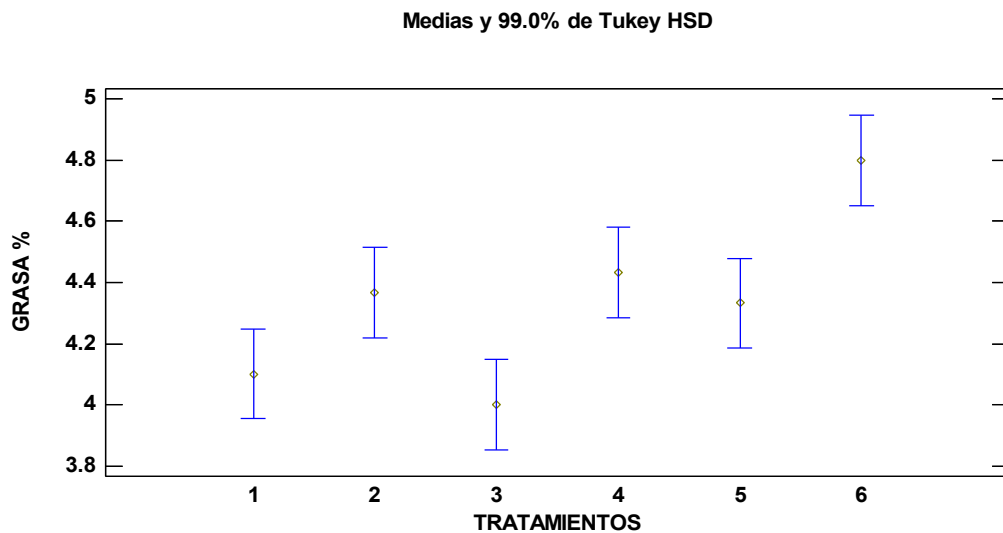
$$T6 - T2 = 4.800 - 4.367 = 0.433 > 0.223 \text{ y } 0.294^{**}$$

$$T6 - T4 = 4.800 - 4.433 = 0.367 > 0.223 \text{ y } 0.294^{**}$$

INTERPRETACION

Del contraste I el tratamiento T6 comparada con los tratamientos T3, T1, T5, T2 y T4 muestran diferencias estadísticamente significativas con una probabilidad de 99% de confianza.

GRAFICA 11. Grafica de medias de tukey HSD a 99% para GRASA %



INTERPRETACION

La grafica de medias corrobora con los resultados de tabla de ANOVA y Prueba de Múltiples Rangos ya que muestran diferencias entre tratamientos, el tratamiento T6 obtuvo un valor de 4.8% de grasa, los ensayos T1-T2-T3-T4 y T5 obtuvieron valores menores de 4.433% de grasa. El tratamiento T5 obtuvo una media de 4.3% de grasa según FAO/OMS recomienda que el cereal extruido debe contener en grasa total (3 -5 g/100 g en cereales de 400Kcal/100 g) por consiguiente el cereal extruido se encuentra dentro del límite permisible.

Tabla 40. ANOVA para “CENIZA”.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPAL					
A: TRATAMIENTOS	0.245	5	0.049	13.36	0.0004
B: BLOQUE	0.0233333	2	0.0116667	3.18	0.0852
RESIDUOS	0.0366667	10	0.00366667		
TOTAL	0.305	17			

INTERPRETACIÓN

En la tabla de ANOVA se muestra que el **Valor-P** < 0.05, indicándonos que existe una diferencia estadística significativa entre un tratamiento y otro, al 95% de confiabilidad.

Tabla 41. Pruebas de múltiples rangos “ceniza” por tratamiento.

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos-Homogéneos
T6	3	1.13333	X
T5	3	1.23333	XX
T4	3	1.3	XX
T2	3	1.33333	XX
T3	3	1.4	XX
T1	3	1.5	X

COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2		0.166667	0.171438	0.225481
1 – 3		0.1	0.171438	0.225481
1 – 4	*	0.2	0.171438	0.225481
1 – 5	**	0.266667	0.171438	0.225481
1 – 6	**	0.366667	0.171438	0.225481
2 – 3		-0.0666667	0.171438	0.225481
2 – 4		0.0333333	0.171438	0.225481
2 – 5		0.1	0.171438	0.225481
2 – 6	*	0.2	0.171438	0.225481
3 – 4		0.1	0.171438	0.225481
3 – 5		0.166667	0.171438	0.225481
3 – 6	**	0.266667	0.171438	0.225481
4 – 5		0.0666667	0.171438	0.225481
4 – 6		0.166667	0.171438	0.225481
5 – 6		0.1	0.171438	0.225481

PROMEDIOS ORDENADOS

$$T1 = 1.500$$

$$T3 = 1.400$$

$$T2 = 1.333$$

$$T4 = 1.300$$

$$T5 = 1.233$$

$$T6 = 1.133$$

CONTRASTE NIVEL I

$$T1 - T6 = 1.500 - 1.133 = 0.367 > 0.171 \text{ y } 0.225^{**}$$

$$T1 - T5 = 1.500 - 1.233 = 0.267 > 0.171 \text{ y } 0.225^{**}$$

$$T1 - T4 = 1.500 - 1.300 = 0.200 > 0.171^{*}$$

$$T1 - T2 = 1.500 - 1.333 = 0.167 < 0.171 \text{ y } 0.225 \text{ NS}$$

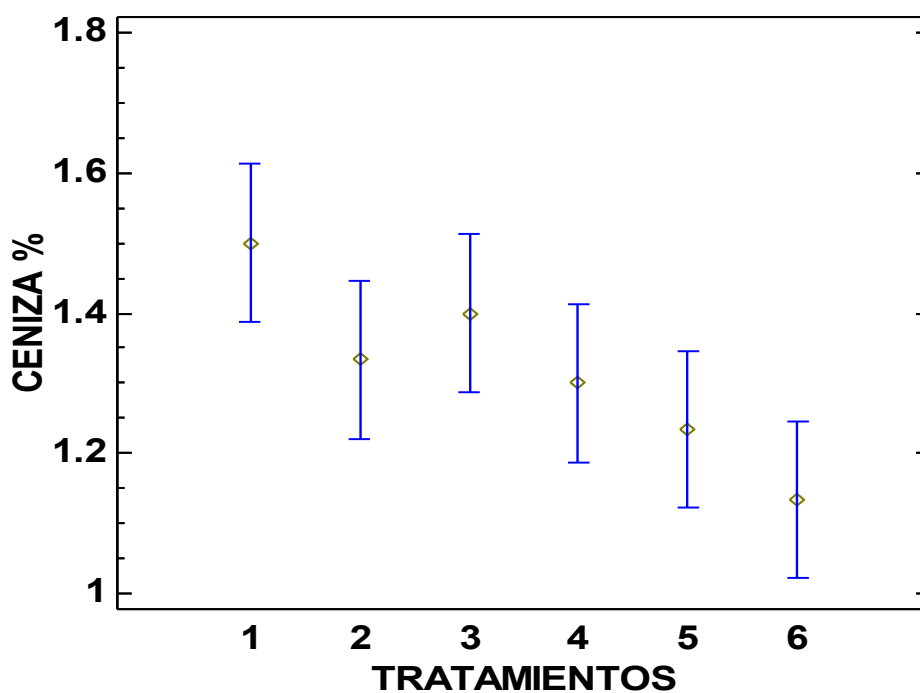
$$T1 - T3 = 1.500 - 1.400 = 0.100 < 0.171 \text{ y } 0.225 \text{ NS}$$

INTERPRETACION

Del contraste I se concluye que tratamiento T1 comparada con T6 y T5 muestran diferencias estadísticamente significativas con una probabilidad de 99%; asimismo dicho tratamiento comparada con el tratamiento T4 es diferente con una probabilidad 95%; igualmente el tratamiento T1 es igual el tratamiento T2 y T3 con una probabilidad de 99%.

GRAFICA 12. Grafica de medias Tukey a 99% para CENIZA%

Medias y 99.0% de Tukey HSD



INTERPRETACIÓN

La grafica de medias Tukey corroboran con los resultados de ANOVA es decir, el ensayo T1 comparte puntos en común con el tratamiento T2 y T3, mas no comparten puntos en común con el tratamiento T5 y T6 por lo cual es diferente ya que el tratamiento T5 esta sustituido con 5% de harina de sangre-bovina y el T6 con 0% de harina de sangre-bovina. En conclusión, el cereal extruido cumple con los requerimientos propuestos por la FAO/OMS (máximo 2% a 3% en ceniza).

4.1.3. RESULTADO ANÁLISIS DE INDICE DE EXPANSIÓN.

Tabla 42.

Resultados de índice de expansión

INDICE-EXPANSIÓN							
TRATAMIENTO	T1.	T2.	T3	T4.	T5.	T6.	P
REPETICION I	1.662	1.861	1.870	1.935	1.898	2.174	2.64 3
REPETICION II	1.640	1.852	1.888	1.903	1.918	2.145	2.57 1
REPETICION III	1.689	1.825	1.838	1.921	1.942	2.182	2.60 0

Tabla 43. ANOVA “ÍNDICE de EXPANSIÓN”.

Fuente	Suma-Cuadrados	Gl	Cuadrado-Medio	Razón/F	Valor/P
EFECTO PRINCIPAL					
A: TRATAMIENTO	1.68424	6	0.280707	488.48	0.0000
B: BLOQUE	0.00116152	2	0.000580762	1.01	0.3930
RESIDUOS	0.00689581	12	0.000574651		
TOTAL	1.6923	20			

INTERPRETACIÓN

La tabla de ANOVA nos muestra **Valor-P** < 0.05, indicandonos que existe una diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad. Quiere decir que cada tratamiento obtuvo un nivel diferente de “Índice de Expansión”.

Tabla 44. Prueba de Múltiples Rangos “índice de expansión” por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
T1.	3	1.66367	X	
T2	3	1.846	X	
T3	3	1.86533	XX	
T5	3	1.91933	X	
T4	3	1.91967	X	
T6	3	2.167	X	
P	3	2.60467	X	
COMPARACIONES POR PARES (TUKEY HSD)				
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites 95%	+/- Límites 99%
1 – 2	**	-0.182333	0.0684175	0.0876769
1 – 3	**	-0.201667	0.0684175	0.0876769
1 – 4	**	-0.256	0.0684175	0.0876769
1 – 5	**	-0.255667	0.0684175	0.0876769
1 – 6	**	-0.503333	0.0684175	0.0876769
1 – 7	**	-0.941	0.0684175	0.0876769
2 – 3		-0.0193333	0.0684175	0.0876769
2 – 4	*	-0.0736667	0.0684175	0.0876769
2 – 5	*	-0.0733333	0.0684175	0.0876769
2 – 6	**	-0.321	0.0684175	0.0876769
2 – 7	**	-0.758667	0.0684175	0.0876769
3 – 4		-0.0543333	0.0684175	0.0876769
3 – 5		-0.054	0.0684175	0.0876769
3 – 6	**	-0.301667	0.0684175	0.0876769
3 – 7	**	-0.739333	0.0684175	0.0876769
4 – 5		0.000333333	0.0684175	0.0876769
4 – 6	**	-0.247333	0.0684175	0.0876769
4 – 7	**	-0.685	0.0684175	0.0876769
5 – 6	**	-0.247667	0.0684175	0.0876769
5 – 7	**	-0.685333	0.0684175	0.0876769
6 – 7	**	-0.437667	0.0684175	0.0876769

PROMEDIOS ORDENADOS

P = 2.605

T6 = 2.167

T4 = 1.920

$$T5 = 1.919$$

$$T3 = 1.865$$

$$T2 = 1.846$$

$$T1 = 1.664$$

CONTRASTE NIVEL I

$$P - T1 = 2.605 - 1.664 = 0.941 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

$$P - T2 = 2.605 - 1.846 = 0.759 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

$$P - T3 = 2.605 - 1.865 = 0.740 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

$$P - T5 = 2.605 - 1.919 = 0.686 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

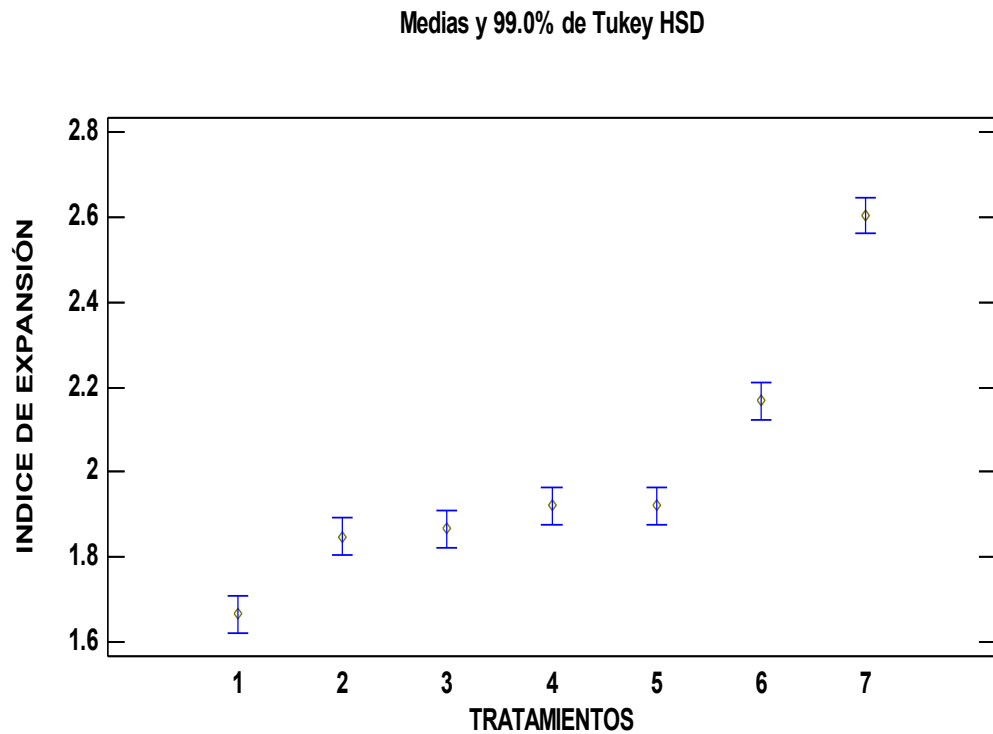
$$P - T4 = 2.605 - 1.920 = 0.685 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

$$P - T6 = 2.605 - 2.167 = 0.438 > 0.068 \text{ y } 0.088^{**}$$

INTERPRETACION

Del contraste I se concluye que el patrón P comparada con los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6 muestra diferencia estadística significativa al 99% de seguridad, es decir que el patrón presenta mayor índice de expansión ya que es 100% grits de maíz por lo cual alcanzó nivel alto (> 2 de IE) de expansión.

GRAFICA 13. Grafica de Tukey para el ÍNDICE de EXPANSIÓN



INTERPRETACIÓN

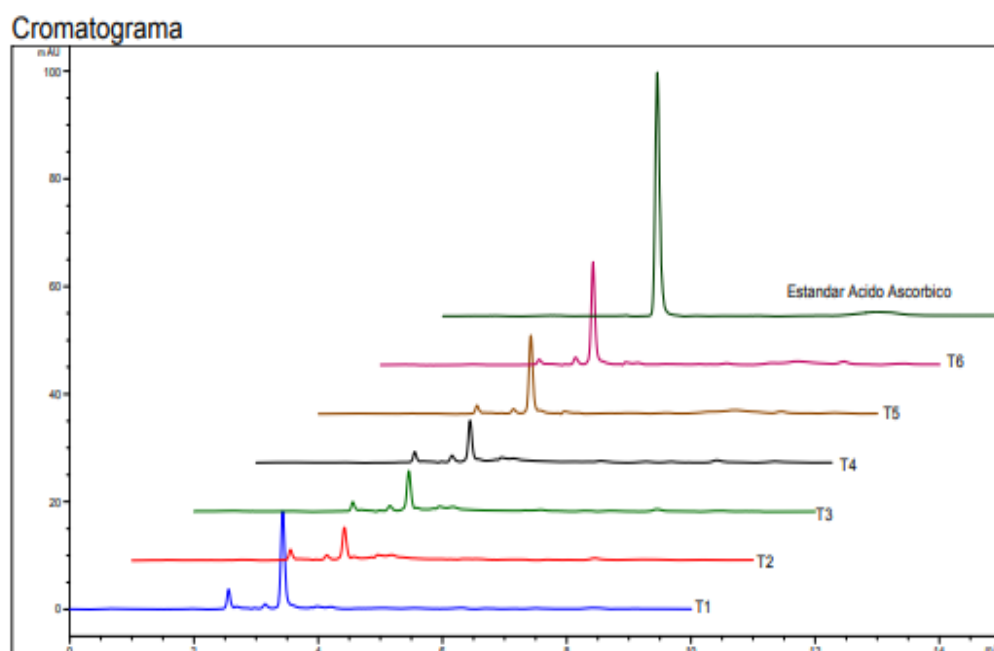
En la gráfica de medias, se tiene que el patrón P (100% grits de maíz) y el tratamiento T6 (90% grits me maíz, 10% harina-Kiwicha y 0% de harina-sangre) obtuvieron un mayor nivel de índice de expansión y el tratamiento T1 (70% grits-maíz, 25% harina-sangre y 5% harina-Kiwicha) tienen un nivel mínimo de índice de expansión por debajo de 1.7.

4.1.4. RESULTADOS DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL CEREAL EXTRUIDO

FIGURA 12.

Resultados de determinación del ácido ascórbico en el cereal extruido.

Nota: La determinación se realizó mediante una curva de calibración del estándar de Ácido Ascórbico 25, 50, 100, 150, 200 y 250 ug/mL, el contenido se reporta como los miligramos de Ácido Ascórbico presentes en 100 gramos de muestra.



INTERPRETACIÓN

En la figura se observa que el Ácido ascórbico se mantiene estable térmicamente durante el extruido a 170°C. esto nos muestra que podemos adicionar en nuevas formulaciones sin ningún temor a que se degrade por efecto de la temperatura.

DISCUSIONES

1. La metodología para obtener las combinaciones de los seis tratamientos se realizó con el método de cómputo aminoacídico y químico que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 45. Computo aminoacídico y químico de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	CAA (%)	COMPUTO QUIMICO	ANALIS FISICO QUIMICO DEL PRODUCTO FINAL
T1	97.4	28.2	21.4
T2	94.9	24.6	19.3
T3	85.9	20.7	18.2
T4	83.4	17.2	15.9
T5	74.4	13.3	10.3
T6	71.9	9.7	8.6

En la tabla se observa que el cómputo químico se encuentra dentro del parámetro de referencia según la FAO/OMS, donde indica para que un alimento sea de calidad proteica el score químico $>$ al 70% del patrón de referencia. De igual forma se observa los resultados del análisis fisicoquímica del producto final cereal extruido donde se observa una ligera diferencia en cuanto a su contenido de proteína lo cual el cómputo químico nos garantiza realizar tratamiento o formulaciones adecuadas para mantener la calidad proteica de un alimento.

2. Según el análisis sensorial, Soliz Poveda, 2014 indica en su trabajo de investigación en la elaboración de mini cupcakes donde realizo con un panel de 30 jueces no entrenados donde determinaron los pequeños cupcakes hechos con 0% y 10% de harina sangre-bovina resultaron ser los más apreciados por los jueces donde determina que es posible agregar 10% de harina de sangre bovina. Asimismo, Lucas Aguirre, (2005) indica en su trabajo de investigación revela que

las galletas elaboradas con 0% y 5% de fortificación con sangre bovina fueron las más aceptables en cuanto al color olor y apariencia en general que la galleta fortificada con 8%. Finalmente, Galarza y Cairo, (2011) en su trabajo de investigación de un producto extruido fortificado con 0%, 10% y 15% la que resulto ser más agradable fue el producto extruido con 10% de fortificación. Donde en nuestra investigación de cereales extruidos elaborados con sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, kiwicha y ácido ascórbico resultaron los más agradables según los panelistas no entrenados el tratamiento T5 con 5% de harina de sangre bovina.

3. El contenido de hierro en los cereales extruidos según al análisis fisicoquímico se muestra:

Tabla 46. Resultados de hierro obtenidos por el laboratorio.

TRATAMIENTO	T6	T5	T4	T3	T2	T1
% DE SUSTITUCION	0%	5%	10%	15%	20%	25%
CONTENIDO DE HIERRO (mg/100 g)	3.6	6.4	9.8	12.9	15.8	19.4

Según Lázaro Ramos (2016), la eficiencia de galletas nutritivas enriquecidas con harina de sangre-bovina utilizo tres porcentajes de sustitución: 20%, 25% y 30% donde contenían 17.77, 22.24 y 26,65 mg/100 g de hierro respectivamente. Comparando con los resultados del cereal extruido definimos que se asemejan en cuanto a su contenido de hierro.

Según Galarza y Cairo (2011), en su extruido-fortificado con hierro de harina de sangre-bovina 10% y 15%, además un producto sin fortificar, obtuvo como resultado fortificado con 10% (31.87 miligramos/100 gramos de hierro), con 15% (38.08 miligramos/100 gramos de hierro) y con 0% (2.99 miligramos/100 gramos de hierro) usando el método

de secado de la sangre bovina por atomización, en cambio los tratamientos del cereal extruido en nuestro trabajo de investigación se observa que el tratamiento con 0% de harina de sangre-bovina tiene 3.6 miligramos/100 gramos de hierro, con 10 y 15% de harina de sangre bovina presenta un valor de 9.8 miligramos/100 gramos y 12.9 miligramos/100 gramos de hierro respectivamente, mostrando una diferencia lo cual se deduce que fue afectado por el método de secado para obtener harina de sangre-bovina que utilizamos (método de secado continuo o tradicional).

4. En cuanto al contenido físico-químico se muestra::

Tabla 47. Resultado de análisis fisicoquímico obtenidos por el laboratorio.

TRATAMIENTOS	ANALISIS FISICOQUIMICO DEL CEREAL EXTRUIDO						Antecedente (*)		
	T1 (25%)	T2 (20%)	T3 (15%)	T4 (10%)	T5 (5%)	T6 (0%)	0%	10%	15%
HUMEDAD %	4.3	3.9	3.8	5	3.4	4.9	6.63	5.57	5
FIBRA %	6.4	5.5	5.6	6	5.5	6.4	4.65	6.10	8.22
GRASA %	4.1	4.4	4	4.4	4.3	4.8	4.39	3.20	4
PROTEINA %	21.4	19.3	18.2	15.9	10.3	8.6	7.19	12.47	13.80
CENIZA %	1.5	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	2.85	2.11	2.36
CARBOHIDRATO %	62.2	65.7	67	67.3	75.4	74.2	74.29	70.55	66.62
ENERGIA Kcal/100 g	371	379	377	373	382	374	365.43	360.88	357.68

- SEGÚN: (Galarza y Cairo 2011)

Se observa en el contenido de proteína en la elaboración del cereal extruido presenta una relación directa, es decir cuando incrementamos HSB. El contenido de proteína se incrementa, Galarza y Cairo (2011), que sustituyeron dos porcentajes se observa los siguientes resultados como: 10% (12.47g /100 g de proteína, 3.20g/100 g de grasa, 2.11g/ 100 g ceniza, 70.55 g/ 100 g de carbohidrato, 6.10g/ 100 g de fibra y 360.88Kcal/ 100 g de energía total), 15% (13.80g/100g de proteína, 4g/ 100 g de grasa, 2.36g/ 100 g ceniza, 66.62g/ 100 g de carbohidrato, 8.22 g/100 g de fibra y 357.68Kcal/ 100 g de energía total), en lo cual en el los cereales que realizamos difieren ligeramente con un incremento en

proteínas en 10% tenemos 15.9% de proteína, 4.4% de grasa, 1.3% de ceniza, 67.3% de carbohidratos, 6% de fibra y 373Kcal/100 g de energía. Igualmente, con el de 15% tenemos 18.2% de proteína, 4% de grasa, 1.3% de ceniza 67% de carbohidrato, 5.6% de fibra y 377Kcal/100 g de energía. Lo cual en el contenido de proteínas en los cereales extruidos superan al producto que realizaron Galarza y Cairo, (2011). También comparada con las especificaciones técnica dada por la RESOLUCION MINISTERIAL N°451-2006/MINSA Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación y para la elaboración del cereal extruido que se encuentra en el anexo n° 4, nos indica humedad como máximo 5%, proteína como mínimo 8.5% lo cual el cereal extruido cumple con el requerimiento.

5. Por último, tenemos resultados del índice de expansión:

Tabla 48. Índice de Expansión de los cereales extruidos

TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
INDICE DE EXPANSIÓN	1.66	1.85	1.87	1.92	1.92	2.17	2.60

Se tiene una relación inversa es decir según se incrementa sustitución de harina de sangre-bovina el índice de expansión se recorta. En la investigación de Galarza y Cairo, (2011) obtuvo un índice de expansión con 0% de harina de sangre bovina 1.93 clasificada como mediana, con 10% de fortificación 1.61 también como mediano y con 15% de fortificación 1.38 clasificada como bajo. Ellos indican: menor a 1.5 como baja, de 1,6 a 2 media y mayor a 2 alta, para lo cual en nuestro trabajo de investigación los cereales extruidos sustituidos de 10% y 15% se halló un índice de expansión de 1.92 a 1.87 respectivamente definidos como expansión media y T6 y el P con 0 % de harina de sangre-bovina obtuvieron un índice expansivo de 2.17 y 2.60 respectivamente clasificada como expansión alta.

CONCLUSIONES

1. La determinación de los porcentajes adecuados para sustituir de forma parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina y harina de Kiwicha se realizó utilizando el método de cómputo aminoacídico donde se escogieron 6 tratamientos como: T1 (70%, 25% y 5%), T2 (70%, 20% y 10%), T3 (80%, 15% y 5%), T4 (80%, 10% y 10%), T5 (90%, 5% y 5%) y T6 (90%, 0% y 10%) de grits de maíz, harina de sangre bovina y harina de Kiwicha respectivamente, los cuales cumplen con los requisitos exigidos según la FAO/OMS.
2. Se determinó que la mejor muestra elaborada que demostró obtener las mejores condiciones organolépticas en color, sabor, fracturabilidad y apariencia el mejor tratamiento T5 (90% grits de maíz, 5% de harina de sangre bovina y 5% de harina de Kiwicha). Con un promedio por encima de 5 puntos según escala hedónica estructurada de 7 puntos denominada como **“me gusta”**. más no se observó diferencia entre los ensayos para olor el cual fue por la adición de la cocoa que desenmascaro dicha propiedad del cereal extruido, siendo esto calificadas por 90 panelistas no entrenados.
3. De acuerdo al análisis físicoquímico los resultados demuestran que los cereales extruidos con sustituto parcial de grits de maíz, harina de sangre bovina, Kiwicha y ácido ascórbico presentan características nutricionales (proteína) superiores de 8.5% cumpliendo con este requisito establecido por la RM N° 451-2006/MINSA. Presentando que el T5 tiene 10.3% de proteína y con un valor de Fe de 6.4 miligramos/100 gramos de hierro. Evidenciando que la Harina de Sangre Bovina es una fuente efectiva de hierro hemínico de alta biodisponibilidad y con un contenido de humedad menor a 5%

cumpliendo con el límite máximo dada por la Norma Sanitaria RM N° 451-2006/MINSA.

4. El índice de expansión del cereal extruido elaborado con sustitución parcial de grits de maíz por harina de Kiwicha, harina de sangre bovina y ácido ascórbico presenta una relación INVERSA sobre dicha propiedad. Según se incrementa la sustitución de harina de sangre bovina y harina de kiwicha disminuye el índice de expansión es así que el tratamiento T5 (90% GM, 5% HK, 5% HSB) tiene un valor de 1.92 clasificada como índice de expansión nivel medio agradable al momento de ser consumido.

RECOMENDACIONES

Teniendo concluido el trabajo de tesis mencionamos algunas recomendaciones.

- Se recomienda la incorporación de polvo de sangre-bovina para la fortificación en la elaboración de diferentes productos agroindustriales como panaderías, pastelerías, helados, etc. Su uso es especialmente pertinente en alimentos dirigidos especialmente a programas sociales por su buen contenido de Fe hemínico y proteínas de alto valor biológico lo que contribuye a mejorar el perfil nutricional en poblaciones vulnerables.
- Sustituir harina de sangre-bovina para elaborar diferentes productos debe variar entre 5% a 15%, ya que con esa cantidad cumple con las recomendaciones de ingesta diaria de hierro.
- Se recomienda también el uso de Acido ascórbico (Vitamina C) en productos que son sometidos a temperatura menores de 170°C por un tiempo no mayor a 5 min en productos elaborados con el extrusor de doble tornillo.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Alam, M. S., Kaur, J. K., & 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.
- Alcazar del Castillo, J. (2002). *Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias*. PERÚ: SENATI.
- Altan, M., & Maskan, A. (2012). *Advances in Food Extrusion Technology. Malaysian Journal of Microbiology (Vol. 13)*.
- Alviárez Gutierrez, E. (2020). *MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO. MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO*, 146.
- Araujo Palacios, L., & Perez Cbrera, D. (2019). *EFECTO DEL CONSUMO DE GALLETAS A BASE DE HARINA DE TRIGO Y CACAO FORTIFICADA CON POLVO DE SANGRE DE BOVINO PARA LA REDUCCIÓN DE ANEMIA EN GESTANTES DEL “CENTRO DE SALUD MATERNO INFANTIL PIEDRA LIZA”*. Rimac, Lima: Tesis.
- ARO ARO, J. M. (2002). *"ELABORACION DE UNA MEZCLA ALIMENTICIA A BASE DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd), CAÑIHUA (Chenopodium pallidicaule Aellen), CEBADA (Hordeum vulgare L.), MAIZ (Zea mays L.), HABA (Vicia fabaL.) Y SOYA (Glycine max L.) POR PROCESO DE COCCION-EXTRUSION"*. LIMA -PERÚ.

- Ayala, G. (2014). Aporte de los cultivos andinos para la nutrición humana. *raíces andinas*. Obtenido de https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf
- Barać, M. B. (2015). *Techno-functional properties of pea (Pisum sativum) protein isolates: A review. Acta periodica technologica, (46), 1-18.*
- Beltrán, C., & Perdomo, W. (2007). *Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico*. Bogotá, Colombia: Tesis para optar título de ingeniero en industrias alimentarias.
- Benoist, B., McLean, E., & Egli, I. (30 de Agosto de 2015). *Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005*. Obtenido de who.int/publications/2008/eng.pdf.
- Bezoda, W., Torrance, J., Bothwell, T., & Mills, W. (15 de Noviembre de 2015). *Iron absorption from red and white wines. Scand J Haematol*. Obtenido de <http://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Nutri-repor3.pdf>
- Blanco Espeso, B. ((2020)). *Texturización de proteínas para obtener análogos cárnicos. División de Agroalimentación y Procesos, Centro Tecnológico CARTIF*. Obtenido de CONASI, vive la cocina natural: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/extrusion-carnes-vegetales-proteinas-texturizadas/>
- Burbano Ormasa, V. A. (2018). *“EFECTO DE LA MEZCLA GRITZ DE MAÍZ Zea mays FRÉJOL Phaseolus vulgaris L Y DIÁMETRO DE BOQUILLA EN EL PRODUCTO EXTRUSADO”*. Ibarra - Ecuador: 34.
- CABRERIZO, C. (17 de 08 de 2012). *“El maíz en la alimentación Humana”*. Obtenido de “El maíz en la alimentación Humana”: www.infoagro.com.

- Calsina Calcina, Y. (2019). Trabajo académico realizado en el laboratorio clínico del centro de salud Combapata - microred Combapata de la red de servicios de salud Canas Canchis Espinar - Diresa Cusco. *ALICIA*.
- Chaparro, D., Porrilla, Y., & De Dios, A. (2009). *Factores antinutricionales en semillas universidad del cauca*. Obtenido de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/703>
- Chang Escalante , I., & Panduro Reátegui, X. (2017). *SANGRE BOVINA EN POLVO PARA FORTIFICACIÓN DE GALLETAS*. Iquitos: Tesis.
- Chang Escalante , I., & Panduro Reátegui, X. (2017). *Sangre bovina en polvo para fortificar galletas*. Lima: tesis.
- Crespin, J., Zoriano, E., & Zambrano, H. (2013). *Instalación de Planta Molinera en la ciudad de Quevedo para procesar maíz y obtener grits como subproducto principal*, 42.
- David. (2018). *Origen del maíz*. Lima -Peru: El Comercio.
- DESCO. (2003). Inclusión de la sangre de alpaca en la alimentación de los niños menor de 6 años para el tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en la comunidad de Pilpichaca-Huancavelica. *Programa Sierra Centro - Huancavelica. Centro de estudios y promoción del desarrollo (DESCO)*.
- EE.UU), U. (. (2015). Obtenido de http://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/138454/2/AYLAS%20HUAMAN_Robinson%20Marlon_TESIS.pdf
- EL PAN ALEGRE. (2012). *Latinoamericana con fuerzas colosales. Propósito Comunitario EL PAN ALEGRE*. EE.UU:.
- ESPINOZA ATENCIA, E. (2003). *ANÁLISIS SENSORIAL* Pag. 75.

- FAO , & WHO. (2002). *Human Vitamin and Mineral Requirements*.04.03.2015.
Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.html>.
- FAO/OMS. (20 de Agosto de 2015). *FAO/OMS human vitamin and mineral requeriment*.
Food and nutrition división- FAO. Obtenido de www.fao.org/3/a-y2809e.pdf
- FAO/OMS/UNO. (1985). “*Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una*.”
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesado de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y prácticas*.
Zaragoza, España, Acribia.
- Franco, C. M. (2023). DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GRITZ FINO Y SÉMOLA A PARTIR DE MAÍZ AMARILLO PARA LA PEQUEÑA INDUSTRIA SIMAA. *TESIS*, 18.
- Galarza Martel, R., & Cairo Arellano, Y. (2011). “*Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina*”. Lima: Tesis para optar título profesional de Licenciado en Nutricion.
- Galarza Martel, R., & Cairo Arellano, Y. (2013). *Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina*. LIMA.
- Garay Barrios , J. J. (2018). “*FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE GALLETAS ANTIANÉMICAS ENRIQUECIDAS CON QUINUA (Chenopodium quinoa) Y SANGRE BOVINA*”. Ayacucho: Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agroindustrial.
- Gesemex, & Ulloa, D. (2018). *Estructura de maiz Gesemex*. (2018). Dr. José Armando Ulloa, Dr. Pedro M. Mondragón Cortez, Q.F.B. Rogelio Rodríguez Rodríguez, Q.F.B. Juan Alberto Reséndiz Vázquez, M.

- González, J., & Torres, R. (2000). Extrusión–cocción de cereales. Boletín da sociedade brasileira de ciencia e tec de alimentos. 83-136.
- González, R. (2005). Rev. Costarric. Salud publica. *Biodisponibilidad del hierro.*, 14.
- Harper, J. (1981). Food extruder and their applications, in “Extrusion Cooking”. St. Paul MN, USA, American Associates Cereal Chemical.
- Irving et al. . (1981). *Estructura de la kiwicha.*
- Janeth Dolores Crespín Ramírez, E. A., & crespín Ramirez, J. D. (2013). Instalación de Planta Molinera en la ciudad de Quevedo para procesar maíz y obtener grits como sub producto principal. *Instalación de Planta Molinera en la ciudad de Quevedo para procesar maíz y obtener grits como sub producto principal*, 42.
- Jara Calvo, i. (2012). *Programa Nacional de Inovación Agraria en Maíz.* INIA. Cusco.
- Kameco, J. (2005). . *Determinación de los parámetros de extrusión en un extrusor de bajo costo para la obtención de una mezcla base para desayuno a partir de oca (Oxalis tuberosa Mol.), olluco(Ullucus tuberosum Loz.) y quinua (Chenopodium quinoa Willd).* Lima .
- Kameko , J. (2005). *Determinación de los parámetros de extrusión en un extrusor de bajo costo para la obtención de una mezcla base para desayuno a partir de oca (Oxalis tuberosa Mol.), olluco(Ullucus tuberosum Loz.) y quinua (Chenopodium quinoa Willd).* Lima: Tesis para optar título de Ingeniero de Industrias Alimentarias.
- KIWICHA (*Amaranthus caudatus*). (20 de Junio de 2017). Obtenido de <http://suvahayurveda.com/wp-content/uploads/2013/10/KIWICHA.pdf>
- Lazaro Ramos , C. (2016). “*ELABORACIÓN, ACEPTABILIDAD Y EFECTO DE GALLETAS NUTRICIONALES, A BASE DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE SANGRE BOVINA, SOBRE LOS NIVELES DE HEMOGLOBINA EN ESTUDIANTES DE 6 A 11 AÑOS DEL COLEGIO “GERARDO IQUIRA*

PIZARRO". Arequipa: tesis para optar el título profesional de LICENCIADO EN NUTRICIÓN HUMANA.

Limón Valenzuela, V., Aguilar Palazuelos, Zazueta Morale , J., & Martinez Bustos, F. (2016). *Propiedades microestructurales y de formación de pasta de pellets extrudidos a partir de almidón de maíz enriquecidos con MCP y concentrado protéico de leche. Rev Mex Ing Quim 2016;16: 193-205.*

Liu, Y., Chen, J., Luo, S., Li, C., Ye, J. L., & Gilbert, R. G. (2017). *Physicochemical and structural properties of pregelatinized starch prepared by improved extrusion cooking technology. Carbohydr. Polym. 2017, 175, 265-272.*

Lopez, R. C. (2004). *tecnologia de mataderos*. madrid, españa: primera edición.

Lozoff, B., Beard, J., Convor, J., & Georgielf, M. (2008). Obtenido de

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1540447/>

Lucas , O. (2005). . *Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización*. Lima: Tesis para optar grado de magister en ciencias de los alimentos. UNMSM.

Lucas , O. (2005). . *Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización*. Lima: Tesis para optar grado de magister en ciencias de los alimentos. UNMSM.

Lucas , O. (2005). *Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización*. Lima: Tesis para optar el grqado de magister en ciencias de los alimentos . UNMSM.

Lucas Aguirre , O. A. (2005). *Evaluacion nutricional de las galletas fortificadas con sangre entera de bovino secado por atomización*. Lima: Divakaran S. en : "Aprovechamiento de sangre animal" boletin de servicios agrícolas N° 32, FAO (Roma, 1983).

- Lucas Aguirre , O. A. (2005). *Evaluacion nutricional de las galletas fortificadas con sangre entera de bovino secadopor atomización* . Lima : Tesis para obter el grado de magíster en ciencias y alimentos .
- Lucas Aguirre, O. A. (2005). *Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización*. Lima: Tesis para obter grado de magister en ciencias de los alimentos. UNMSM.
- Lynch, S., Mullen, A., O'Neill, E., & Alvarez , C. (2017). Harnessing the Potential of Blood Proteins as Functional Ingredients: A Review of the State of the Art in Blood Processing. *Comprehensive Reviewsin Food Science and Food Safety*. 330 - 344.
- Madrid Vicente, A. (1999). *aprovechamineto de los sub productos carnicos*. Madrid - España: primera edicion, ediciones Mundi - prensa.
- Makila, L., Laaksonen, O., Ramos Diaz, J. M., M., V., Myllymaki, O., Lehtomaki, I., & Kallio, H. (2014). *Exploiting blackcurrant juice press residue in extruded snacks.LWT- food Science and tachnology* 57(2): 618 - 627.
- McGandy, R. B., & Harper, A. E. (1989). *National Research Council (NRC). (1989). Recommended Dietary Allowances (RDA) [Ingestas Dietéticas Recomendadas] (10ª ed.). National Academy Press.*
- Menses, J., Corrales, C., & Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. 8.
- Molina , E. (2014). *Formulación de un alimentos balanceado a base de Amaranthus dubius Mart. Ex Thells para conejos de engorde*. Venezuela: Tesis doctoral.
- Molina Gonzales, T. A. (2021). *Extrusion de alimentos*. mexico.
- Monsen, E., & Cocinero, D. (22 de Noviembre de 2015). *Food iron absorption in human subjects IV. The effects of calcium and phosphate salts on the absorption*

- of nonheme iron. Am J Clin Nutr.* Obtenido de <http://ajcn.nutrition.org/content/29710/full.pdf>
- Monsen, E., & Cook, J. (22 de noviembre de 2015). *Food iron absorption in human subjects IV. The effects of calcium and phosphate salts on the absorption of nonheme iron. Am J Clin Nutr.* Obtenido de <http://ajcn.nutrition.org/content/29/10/1142.full.pdf>
- Mostacero, E., Huareinga, A., & Villacorta, E. (2006). *Cultivo de la kiwicha. Boletín técnico N°4. Biodiversidad y Desarrollo Agrario (BIDA); Aide au Développement Gembloux (ADG) y la Cooperación Belga al Desarrollo (.eb)) (REPO-CARRASCO, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos. Lima.*
- Mostacero, E., Huarfinga, A., & Villacorta, E. (2006). *Cultivo de la kiwicha. Boletín técnico N°4. Biodiversidad y Desarrollo Agrario (BIDA); Aide au Développement Gembloux (ADG) y la Cooperación Belga al Desarrollo (.eb)) (REPO-CARRASCO, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos. Lima.*
- Ofiri, J., & Hsieh, Y. (2011). Blood-derived products for human consumption. *Revelation and Science*, 14-21.
- Ormaza, V. A. (2018). "EFECTO DE LA MEZCLA GRITZ DE MAÍZ *Zea mays* FREJOL *phaseolus vulgaris* L Y DIAMENTRO DE BOQUILLA EN EL PRODUCTO EXTRUSADO". *TESIS*, 13.
- Otiniano Vasquez, R. D. (2012). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Tesis*, 74.

- Padrón, M. (10 de Diciembre de 2015). *Deficiencia de hierro: un problema a prevenir en la atención de salud*. *Rev Cubana Med Gen Integr*. Obtenido de www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol14.
- Paliwal , & Acosta. (2001; 2009). *Los ambientes de cultivo del maíz. El maíz en los tropicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Produccion y Protección Vegetal* 28. .
- Palomino Quis, A. (2014). *Tesis para obtener el Titulo Profesional de INGENIERO AGRONOMO "RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays L. Indurata St). PICHARI"*. Ayacucho.
- Palomino Quispe, A. S. (2014). *rendimiento de 6 variedades de maíz amarillo duro (zea mays L. Indurata St)*. Pichari - Cusco.
- Panca Vargas, L. J., & Pereira Carazas, Y. (2024). *Malnutrición y anemia ferropénica en niños menores de 2 años en el Centro de Salud de Paruro, Cusco - 2023*. CUSCO: Universidad Tecnologica de los Andes.
- Peña , J. (2010). *Determinación del contenido de fibra dietaria, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de dos variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus) y su variación con el proceso deber extrusión*. Lima: tesis para obter titulo de ingeniero en industrias alimentarias. UNALM,.
- Peña , J. (2010). *Determinación del contenido de fibra dietaria, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de dos variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus) y su variación con el proceso deber extrusión*. Lima: tesis para obter el titulo de ingeniero en industrias alimentarias UNALM.
- Peña , J. (2010). *Determinación del contenido de fibra dietaria, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de dos variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus) y su*

- variación con el proceso de extrusión*. Lima: Tesis para optar título de ingeniero en industrias alimentarias UNALM.
- PÉREZ AVILA , A. (2010). *CULTIVO DE KIWICHA EN LA SIERRA CENTRAL, MINISTERIO DE AGRICULTURA INIA- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA - HUANCAYO*. LIMA.
- Pérez Avila , i. (2010). INIA "CULTIVO DE KIWICHA EN LA SIERRA CENTRAL" Morfología y taxonomía. Lima: folleto (N°6-7).
- proteína), I. o. (2002).
- Quea Juanito, M. L. (2012). *Extruidos de maíz (zea maíz) enriquecidos con harina de quinua (Chenopodium quinoa willd.) y queso*. Puno.
- R.R., R., J.W., S., M., S., & G.C, S. (1989). *Recommended Dietary Allowances National Research Council, National Academy Press, US Washington, D.C*. Caracas: diez th Edition, National Academic of science.
- REPO - Carrasco, R. (2014). . VALOR NUTRICIONAL Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN LOS CULTIVOS ANDINOS.
- Repo-Carrasco, R., Hellström, J., Pihlava, J., & Matilla, P. (2010). . Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). En . *Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (Chenopodium quinoa), kañiwa (Chenopodium pallidicaule) and kiwicha (Amaranthus caudatus)*. (págs. 128 - 133).
- Reyes, J. (2007). *Aislado y caracterización fisicoquímica del almidón de kiwicha (Amaranthus caudatus)*. Lima: Tesis para optar el título profesional de ingeniero en industrias alimentarias. UNALM.

- Roji Rojas, B. L., & Quea Juanito, M. L. (2012). *Diagrama de flujo de extruidos de maíz (zea maíz) enriquecidos con harina de quinua (chenopodium quinoa willd.) y queso*. puno: tesis.
- Romero, M., Leon , C., Hoces, W., Carrasco, R., Carranza, C., & Acobo, R. (2023). *Metodología de la investigacion: tegnicas e instrumentos de investigacion*. Puno-PERÚ: Primera edición.
- S.A., A. G. (2023). AGRO GRAIN S.A. *Derivados del maíz para la industria alimenticia.*, 1.
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2014). *Metodologia de la investigación*. Mexico: McGRAW- HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S. A: sexta Edición.
- (2017). *Sangre bovina en polvo para forticar* . tesis .
- Sierra Exortadora. (13 de Marzo de 2015). *Sirra Exportadora Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de <http://www.sierraexportadora.gob.pe/>
- Sierra, Exportadora. (13 de diciembre de 2015). *Sierra Exportadora, Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de <http://www.sierraexportadora.gob.pe/>
- Soliz Poveda , F. (2014). “*ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FORTIFICADO CON HIERRO A BASE DE SANGRE DE ORIGEN BOVINO DESHIDRATADA POR EL MÉTODO DE LIOFILIZACIÓN Y SECADOR DE BANDEJAS*”. Ecuador: Tesis para obter titulo profesional.
- Tapia Nuñez, M. E. (1997). . *Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación*. 2da Edición. FAO. Oficina regional para América Latina y el Caribe. Santiago - Chile.
- U.S.Department of Agriculture. (2015). *USDA National Nutrient Database For Standard Reference*. Obtenido de

http://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/138454/2/AYLAS%20HUAMAN_Robinson%20Marlon_TESIS.pdf

UNICEF, & OMS. (2002). Estrategia mundial de la alimentación del lactante y niño pequeño. *UNICEF Y OMS, 2002*.

Valls Porta, A. (1993). El proceso de extrusión en cereales y haba de soya. In XI Curso de especialización FEDNA. 8-9.

Vazques, J. Q. (2019). “*CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS DE HÍBRIDO DE MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays L.) EN SUELOS DE RESTINGA*”. PUCALLPA.

Vela , E. (14 de Diciembre de 2015). *Compendio de Pediatría. Desarrollo y semiología del sistema hematopoyético*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo>.

ZAGACETA, Z. (2010). Anemia: un mal silencioso fácil de prevenir o curar. *Salud, sexualidad y sociedad. Instituto de Estadística e Informática encuesta demográfica y salud familiar nacional y departamental.*, 20-22.

ANEXOS

ANEXO 1.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE GRITS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) POR HARINA DE SANGRE BOVINA,

KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA ELABORACIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO”

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTREO
¿Cómo influye la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, kiwicha y ácido ascórbico en las características sensoriales, composición fisicoquímica y comportamiento del índice de expansión del cereal extruido?	OBJETIVO GENERAL Evaluar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz (<i>Zea mays</i> L.) por harina de sangre bovina, harina de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>) y ácido ascórbico en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y el índice de expansión del cereal extruido. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1. Determinar el efecto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico en las propiedades sensoriales como color, olor, sabor, fracturabilidad y apariencia del cereal extruido. 2. Evaluar las variaciones en las propiedades fisicoquímicas de proteína, hierro, carbohidrato, energía, fibra, grasa y ceniza. 3. Analizar el impacto de la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico sobre el índice de expansión del cereal extruido.	HIPÓTESIS GENERAL La sustitución parcial de grits de maíz (<i>Zea mays</i> L.) por harina de sangre bovina, kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>) y ácido ascórbico afectan significativamente las propiedades sensoriales, las características fisicoquímicas y el índice de expansión del cereal extruido. HIPÓTESIS ESPECÍFICO 1. La sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico modifica de manera significativa las propiedades sensoriales del cereal extruido. 2. La sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico produce cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas del cereal extruido. 3. El índice de expansión del cereal extruido se ve afectado significativamente por la sustitución parcial de grits de maíz por harina de sangre bovina, harina de Kiwicha y ácido ascórbico.	VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentaje de grits de maíz • GM 1: 70% • GM 2: 80% • GM 3: 90% Porcentaje de Harina de sangre bovina • HSB 1: 0% • HSB 1: 5% • HSB 2: 10% • HSB 3: 15% • HSB 4: 20% • HSB 1: 25% Porcentaje de Harina de kiwicha. • HK 1: 5% • HK 2: 10% VARIABLES DEPENDIENTES Características Organolépticas Color, Olor, Sabor, fracturabilidad y apariencia. Cantidad de hierro en el cereal extruido. Análisis físico químico: Índice de expansión.	TIPO DE INVESTIGACIÓN Investigación nivel experimental con enfoque descriptivo y cuantitativo. (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014) DISEÑO DE LA INVESTIGACION El diseño de la investigación ES EXPERIMENTAL Se modificará y controlará las variables independientes y se medirá los efectos sobre las variables dependientes (Romero, y otros, 2023).	Estudiantes de la escuela de ingeniería agroindustrial de la UNSAAC N = 90 estudiantes Muestra: Cereales extruidos con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Diseño DBCA de un solo factor categórico de 18 unidades experimentales Técnicas: Análisis sensorial • Color • Olor • Sabor • Fracturabilidad • Apariencia Instrumentos: Ficha de análisis sensorial.

ANEXO 2.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL



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



Ficha de evaluación sensorial correspondiente al trabajo de tesis que lleva por título **“EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL GRIP DE MAIZ (*Zea Mays L.*) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO.”**

Nombres y apellidos:

Fecha:/...../.....

Frente a usted tiene seis muestras de cereales extruidos codificadas, deberá de probar cada una y colocará el puntaje que corresponde (Escala Hedónica) según su agrado y comparta su opinión sobre cada muestra, asignándole un numero en la línea correspondiente al código de muestra.

PUNTAJE	ESCALA
7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta
4	Me es indiferente
3	Me disgusta
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

CLASIFICACION POR ATRIBUTO	MUESTRAS					
	365	313	275	253	125	113
COLOR						
OLOR						
SABOR						
FRACTURABILIDAD						
APARIENCIA						

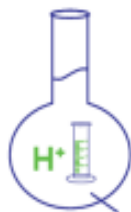
Comentarios.....

.....

GRACIAS.

ANEXO 3.

- INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO
- INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICO
- RESULTADOS:
DE LA DETERMINACIÓN DEL
ÁCIDO ASCORBICO (VITAMINA
C)



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0295-23 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ALIMENTO

SOLICITA

- :
- OLINDA ZELMIRA ARAOZ CUEVA.
- WILBER ROCA LAURA.

PROYECTO

: "EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL GRITS DE MAIZ (*Zea Mays* L.) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA ELABORACIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO"

MUESTRAS

: CEREALES EXTRUIDOS.

M₁- Tratamiento 1.

M₄- Tratamiento 4.

M₂- Tratamiento 2.

M₅- Tratamiento 5.

M₃- Tratamiento 3.

M₆- Tratamiento 6.

DISTRITO

: SICHUAN.

PROVINCIA

: CANCHIS.

DEPARTAMENTO

: CUSCO.

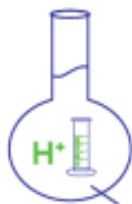
FECHA DE INFORME

: 17/08/2023

RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁			M ₂			METODO
		R-1	R-2	R-3	R-1	R-2	R-3	
Humedad	%	4.4	4.3	4.3	3.9	3.8	3.9	Gravimetría (AOAC 2015, 934.01)
Fibra	%	6.4	6.5	6.3	5.4	5.5	5.6	Gravimétrico (AOAC 2015, 962.09)
Grasas	%	4.1	4.0	4.2	4.4	4.3	4.4	Gravimétrico (AOAC 2015, 954.02)
Proteínas	%	21.4	21.4	21.5	19.3	19.2	19.3	Volumétrico (AOAC 2015, 2001.11)
Ceniza	%	1.5	1.4	1.6	1.4	1.3	1.3	Gravimétrico (AOAC 2015, 942.05)
Carbohidratos	%	62.2	62.4	62.1	65.6	65.9	65.5	Método (AOAC 25.008, 25.009)
Energía	Kcal/100g	371	371	372	379	379	379	Cálculo con factores específicos
Hierro (Fe)	mg/100	19.4	19.3	19.4	15.7	15.8	15.8	Método (AOAC 2015, 944.02)

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 236338



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₃			M ₄			METODO
		R-1	R-2	R-3	R-1	R-2	R-3	
Humedad	%	3.8	3.8	3.7	5.0	4.9	5.1	Gravimetría (AOAC 2015, 934.01)
Fibra	%	5.6	5.5	5.7	6.0	6.0	6.1	Gravimétrico (AOAC 2015, 962.09)
Grasas	%	4.1	4.0	3.9	4.5	4.4	4.4	Gravimétrico (AOAC 2015, 954.02)
Proteínas	%	18.2	18.1	18.3	15.8	15.9	16.0	Volumétrico (AOAC 2015,2001.11)
Ceniza	%	1.4	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	Gravimétrico (AOAC 2015,942.05)
Carbohidratos	%	66.9	67.3	66.9	67.4	67.5	67.1	Método (AOAC 25.008, 25.009)
Energía	Kcal/100g	377	378	376	373	373	372	Cálculo con factores específicos
Hierro (Fe)	mg/100	12.9	12.9	12.8	9.8	9.9	9.8	Método (AOAC 2015, 944.02)

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₅			M ₆			METODO
		R-1	R-2	R-3	R-1	R-2	R-3	
Humedad	%	3.4	3.3	3.4	4.9	4.9	5.0	Gravimetría (AOAC 2015, 934.01)
Fibra	%	5.4	5.5	5.5	6.4	6.3	6.4	Gravimétrico (AOAC 2015, 962.09)
Grasas	%	4.4	4.3	4.3	4.8	4.9	4.7	Gravimétrico (AOAC 2015, 954.02)
Proteínas	%	10.3	10.3	10.2	8.5	8.6	8.7	Volumétrico (AOAC 2015,2001.11)
Ceniza	%	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	Gravimétrico (AOAC 2015,942.05)
Carbohidratos	%	75.3	75.4	75.4	74.2	74.2	74.1	Método (AOAC 25.008, 25.009)
Energía	Kcal/100g	382	382	381	374	375	374	Cálculo con factores específicos
Hierro (Fe)	mg/100	6.5	6.4	6.3	3.7	3.6	3.6	Método (AOAC 2015, 944.02)

MÉTODOS DE ANÁLISIS:

- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).
- Harry Johnstone Fisher, PH.D., ANÁLISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS, Administración de Alimentos y Drogas. Distrito de Boston. Editorial Acirbia Zaragoza, España.

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron tomadas por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 234336



LAASA LAB

Servicios en análisis de aguas, alimentos y materiales ambientales

RUC: 20607268516

INFORME N° 019 - LAASA LAB EIRL. - 2023

SOLICITANTE : **Araoz Cueva Olinda Zelmira**
Roca Laura Wilber.

PROYECTO:" EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE GRITS DE MAIZ (*Zea mays L*) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACION DE CEREAL EXTRUIDO".

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONALDE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS.



LAASA LAB

Servicios en análisis de aguas, alimentos y medio ambiente

RUC: 20607268516

1 RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

ANALISIS MICROBIOLOGICO DE MUESTRAS DE CEREALES EXTRUIDOS.

Se han recepcionado un total de 6 muestras de cereales extruidos y materia prima, siendo su distribución:

Muestra		Análisis Microbiológico	Análisis Físico Químico
Muestra – 1	Tratamiento 1	X	
Muestra – 2	Tratamiento 2	X	
Muestra – 3	Tratamiento 3	X	
Muestra – 4	Tratamiento 4	X	
Muestra – 5	Tratamiento 5	X	
Muestra - 6	Tratamiento 6	X	
Muestra de granos de Maiz amarillo duro		X	X
Muestra de Harina de sangre bovina		X	X
Muestra de Granos de Kiwicha		X	X



Urb. Magisteria Av. José Gabriel Cossío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 905814

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC: 20607268516

MUESTRA 1: EXTRUIDO N°1- Tratamiento 1

➤ **CARACTERIZACION DE LA MUESTRA**

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

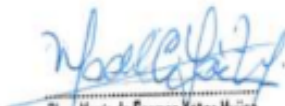
DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 1
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	1 600
Coliformes	NMP/100mL.	10	0
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	20

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Bga. María de Carmen Yáñez Mujica
BIOLOGA
C.B. P. 8298



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 483-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y muestras ambientales

RUC: 20607268516

MUESTRA 2: EXTRUIDO N°2- TRATAMIENTO 2

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis - Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 2
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	2 100
Coliformes	NMP/100mL	10	1
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	8

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Bga. María de Carmen Yáñez Muica
BIOLOGA
C.B.P. 8298



MUESTRA 3: EXTRUIDO N°3 – TRATAMIENTO 3

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 3
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	1 200
Coliformes	NMP/100mL	10	0
Bacillus cereus	UFC/mL	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/mL	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/mL	10 ²	0

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Biolga. María de Carmen Valdez Mujica
BIOLOGA
C. B. P. 6296

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC: 20607268516

MUESTRA 4: EXTRUIDO N°4- TRATAMIENTO 4

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 4
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	5 600
Coliformes	NMP/100mL.	10	3
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	0

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Biga María de Carmen Yáñez Mujica
BIOLOGA
C. B. P. 8298



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC: 20607268516

MUESTRA 5 : EXTRUIDO N°5 – TRATAMIENTO 5

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 5
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	1 000
Coliformes	NMP/100mL	10	1
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	20

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Bga. María de Carmen Valdez Mujica
BIOLOGA
C. B. P. 6298



Urs. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y ambientes ambientales

RUC: 20607268516

MUESTRA 6 : EXTRUIDO N°6 – TRATAMIENTO 6

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Planta de Extruidos
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 10/07/2023
Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.
Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

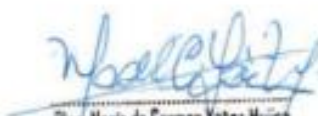
DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 6
Resultados microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	1 900
Coliformes	NMP/100mL	10	1
Bacillus cereus	UFC/mL	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/mL	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/mL	10 ²	0

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 22 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Bga. Maria de Carmen Valez Muica
BIOLOGA
C. B. P. 8298

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y medio ambiente ambiental

RUC: 20607268516

MUESTRA MATERIA PRIMA: MAIZ AMARILLO DURO**> CARACTERIZACION DE LA MUESTRA**

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Mercado Abasto La Bombonera
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 26/06/2023
Descripción de muestra : 01 Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.

Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS
Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos
Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y
Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 6
Determinaciones Fisico - Química			
Humedad	%		14,2
Cenizas	%.		0,26
Proteínas	%		8,14
Resultados Microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	987
Coliformes	NMP/100mL	10	4
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	39

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de
calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 07 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Begoña María de Carmen Valero Muñoz
BIOLOGA
C. B. P. 8298



LAASA LAB

Servicios en análisis de aguas, alimentos y ambientes ambiental

RUC: 20607268316

MUESTRA MATERIA PRIMA: GRANOS DE KIWICHA

> CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Mercado Abasto La Bombonera
Distrito : Sicuanj - Canchis - Cusco
Fecha de muestreo : 26/06/2023
Descripción de muestra : 01 Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.

Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA –
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS
Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7.Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos
Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y
Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 6
Determinaciones Fisico - Químicas			
Humedad	%		11.3
Cenizas	%		3.00
Proteínas	%		13.12
Resultados Microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	1165
Coliformes	NMP/100mL	10	0
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	4

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de
calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 07 de julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

Olga María de Carmen Yáñez Muñoz
100

**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y medio ambiente

RUC: 20607268316

MUESTRA MATERIA PRIMA: HARINA DE SANGRE**> CARACTERIZACION DE LA MUESTRA**

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de Procedencia : Camal Municipal - Sicuani
Distrito : Sicuani - Canchis - Cusco
Fecha de muestreo : 26/06/2023
Descripción de muestra : 01 Frasco de kilo.
Condición de muestra :
Recibida : 1 fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.

Doc. Referencia : RESOLUCION MINISTERIAL N°591-2008/MINSA -
Aprueban Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria
e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Para esta muestra: Cat V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIACEAS
Y DERIVADOS (Harinas y otros). V.7. Productos Instantáneos Extruidos o Expandidos
Proteinizados o no y Hojuelas a Base de Granos (Gramíneas, Quenopodiáceas y
Leguminosas) que no requieren cocción.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 6
Determinaciones Físico - Química			
Humedad	%		4,24
Grasa	%		7,00
Proteínas	%		29,5
Hierro	mg/100g		199,0
Resultados Microbiológicos			
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	10 ⁴	4 568
Coliformes	NMP/100mL	10	4
Bacillus cereus	UFC/ml.	10 ²	0
Salmonella sp.	UFC/ml.	Ausencia en 25g.	0
Mohos	UFC/ml.	10 ²	18

En el marco del documento de referencia la muestra cumple con los ECAs (Estándares de
calidad ambiental), en el aspecto Microbiológico.

Cusco, 07 de Julio del 2023.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

Dga. María de Carmen Torres Mujica
BIOLOGA
C. B. P. 8798



LAASA LAB

Servicios en análisis de aguas, alimentos y residuos sólidos

RUC: 20607268316

INFORME N° 003 - LAASA LAB EIRL. - 2025

SOLICITANTE : Araoz Cueva Ollinda Zelmira
Roca Laura Wilber.

TESIS: " EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL GRITS DE MAIZ (Zea mays L) POR HARINA DE SANGRE BOVINA, KIWICHA (Amaranthus caudatus) Y ÁCIDO ASCORBICO EN LA ELABORACION DE CEREAL EXTRUIDO".

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL – FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS.

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

MUESTRA: SANGRE FRESCA

➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
Lugar de procedencia : Camal municipal - Sicuani
Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
Fecha de muestreo : 03/02/2025
Descripción de muestra : 01Frasco vidrio de medio kilo.

DRESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	Valores de la Muestra
Determinaciones Fisico – Química		
Humedad	%	68.00
Grasa	%	5.00
Proteínas	%	27,5
Hierro	mg/100g	205
Resultados Microbiológicos		
Bacterias Aeróbicas Mesófilas	UFC/mL a 35°C	6.453
Coliformes	NMP/100mL	9
Bacillus cereus	UFC/mL	0
Salmonella sp.	UFC/25g	0
Mohos	UFC/mL	24

Cusco, 12 de febrero del 2025.

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.


Biól. María de Carmen Nolasco Muñoz
BIOLOGA
C. B. P. 8298



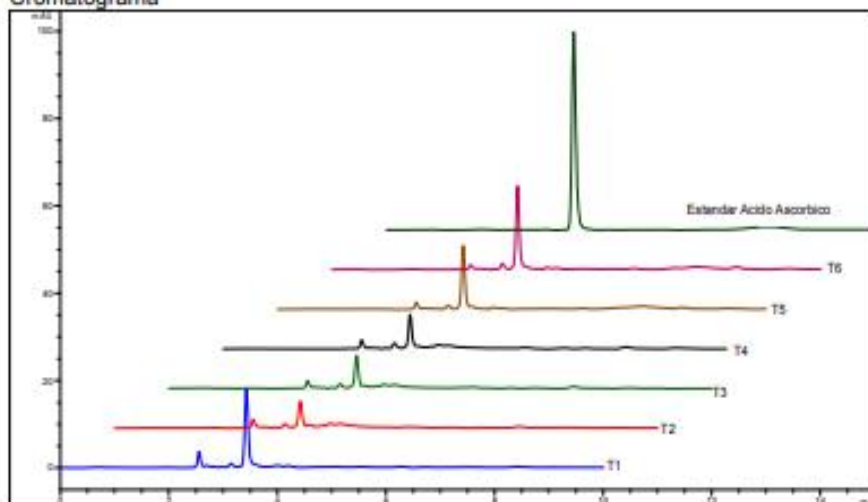
RESULTADOS

Cusco, 25 de Septiembre del 2023 ³⁹

Solicitante : Olinda Zelmira Araoz Cueva y Wilber Roca Laura
Tipo de Análisis : Determinación de Ácido Ascórbico
Método : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Cereal extruido
Cantidad de Muestra : 6 frascos de plástico, con 50g aproximadamente de cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Nota: La determinación se realizó mediante una curva de calibración del estándar de Ácido Ascórbico 25, 50, 100, 150, 200 y 250 ug/mL, el contenido se reporta como los miligramos de Ácido Ascórbico presentes en 100 gramos de muestra.

Cromatograma




Quirico, Jorge Chaquensira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC,
CQP - 914



RESULTADOS

Condiciones de Análisis por HPLC

Cromatógrafo:	Agilent serie 1200
Software:	Chemstation V03.02
Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250mm, 5um
Pre Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna:	1.0 ml/min.
Solvente A:	99.0 % H ₂ SO ₄ 0.01% pH 2.6
Solvente B	1.0 % Acetonitrilo
Detección DAD:	250 nm
Temperatura del Horno:	30.0°C
Tiempo de Análisis:	9 min.
Volumen de Inyección:	1.0 µl
Estandar:	Ácido Ascórbico Accustandard

Referencia Consultada

1. Frenich, A. G., Torres, M. E. H., Vega, A. B., Vidal, J. L. M., & Bolaños, P. P. (2005). Determination of Ascorbic Acid and Carotenoids in Food Commodities by Liquid Chromatography with Mass Spectrometry Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7371–7376. <https://doi.org/10.1021/jf050973o>.
2. Mertz C., Brat P., Caris-Veyrat C., Gunata Z. (2010) Characterization and thermal lability of carotenoids and vitamin C of tamarillo fruit (*Solanum βceum* Cav. *Food Chemistry*, 119, 653–659 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146>
3. Separation of Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid on NUCLEODUR® HILIC Application 122940 HPLC department MACHEREY-NAGEL, Germany 2018. www.mn-net.com
4. Valle Colchao M.E 2011 Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* v. Dominator) REVISTA ECIPERU ISSN: 1813 - 0194 Volumen 8, número 1, Pag. 48, Enero 2011.
5. Younes K. M.Basha M. A. Salem M. Y. Spectrophotometric and chromatographic methods for the simultaneous determination of rutin and ascorbic acid in their pharmaceutical formulation *Der Pharma Chemica*, 2014, 6 (2):111-121 Available online at www.derpharmachemica.com




Químico. Jorge Chaquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CGP - 914

ANEXO 4.
RESOLUCION MINISTERIAL
N°451-2006/ MINSA NORMA
SANITARIA PARA LA
FABRICACION DE ALIMENTOS A
BASE DE GRANOS Y OTROS.

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
	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/u 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


PERÚ

Ministerio de Desarrollo
e Inclusión Social

QaliWarma

Firmado digitalmente por: DAVILA
Cecilia Natalia Estay
2023.05.15 09:45:10
Motivo: Day 1° B°
Fecha: 2023.05.15 09:45:10 -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° 451-2006/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


PERÚ

Ministerio de Desarrollo
e Inclusión Social

QaliWarma

Firmado digitalmente por:
QALI VALDIVIA Juliana Edna
2023.05.08 14:00:10
Motivo: Day 1° B°
Fecha: 2023.05.08 14:00:10 -05:00

	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
		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	Min. 0,018 kg
	Bolsa	Polipropileno Biorientado (BOPP) cristal	
Envase secundario	Bolsa	Polietileno (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

ANEXO 5.

REQUISITO DEL PROGRAMA
NACIONAL DE QALI WARMA
FUENTE DE HIRRO HEMINICO EN
POLVO

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	FUENTE DE HIERRO HEMÍNICO EN POLVO		Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541-2023-MIDIS/PNAEQW-DE
	CÓDIGO: FDH-HH-2023		Pág. 1 de 4

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 Denominación técnica	Fuente de Hierro Hemínico en Polvo
1.2 Tipo de alimentos	No Perecible
1.3 Grupo de alimentos	Fuente de Hierro en polvo
1.4 Descripción general	Sangre de vacuno o porcino en polvo obtenido a través de un proceso tecnológico que permite la obtención de una fuente de hierro hemínico, altamente biodisponible, para uso en la industria alimentaria de productos destinados al consumo humano. Se aceptan las denominaciones de hemoglobina en polvo o sangre en polvo para uso en la industria alimentaria.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

2.1 Características Organolépticas

Características	Especificación	Referencia
Color	Rojo oscuro en diferentes tonalidades	Requisito del PNAEQW
Olor y sabor	Exento de olores y sabores ajenos a la naturaleza del producto	
Aspecto	Polvo micro granulado, exento de materias extrañas	

2.2 Características físico-químicas

Características	Especificación	Referencia
Humedad (%)	Máximo 9	Requisito del PNAEQW
Hierro (mg/100g)	Mínimo 188	

2.3 Características microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁶
Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
Bacillus cereus	7	3	5	2	10 ²	10 ³
Clostridium perfringens(*)	8	3	5	1	10	10 ²
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	---

(*) Sólo para productos que contengan carnes

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 IV.2. Sopas, cremas, salsas y purés de legumbres u otros deshidratados que requieren cocción.

3. PRESENTACIÓN

3.1 Presentación y envases

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

ANEXO 6.

NORMA TECNICA PERUANA
205.062:2021 GRANOS ANDINOS.

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	GRANOS ANDINOS			Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541- 2023-MIDIS/PNAEQW- DE
	CÓDIGO: CEG-GA-2023			Pág. 1 de 5

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- 1.1 Denominación técnica** Granos andinos enteros
- 1.2 Tipo de alimentos** No Perecible
- 1.3 Grupo de alimentos** Cereales en grano
- 1.4 Descripción general** Son los granos de quinua, kiwicha o cañihua sometidos a diferentes procesamiento primarios, obteniendo granos enteros.
- Los granos andinos no deben superar los límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano establecidos en la normativa vigente.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

2.1. Características Organolépticas

Característica	Especificación			Referencia
	Quinua	Kiwicha	Cañihua	
Sabor y olor	Exenta de sabores u olores anormales	Exento de olores extraños o desagradables	Exento de sabores y olores extraños o desagradables	CXS 333-2019 Norma para la Quinua, Adoptada en 2019. Enmendada en 2020.
Color	Característico, siendo los más comunes el blanco (perlado, pálido, grisáceo), negro y rojo, entre otros	Característico de la variedad predominante utilizada como materia prima	Característico de la variedad o ecotipo utilizada como materia prima	NTP 205.054:2020 Granos andinos. Kiwicha en grano. Requisitos, 3ª Edición
Aspecto	Exenta de insectos y ácaros vivos.	Debe responder a un grado de homogeneidad respecto a características sensoriales	Debe responder a un grado de homogeneidad respecto a características sensoriales	NTP 011.452:2019 Granos andinos. Cañihua en grano. Requisitos, 2ª Edición



Firmado digitalmente por
DAVILA TAYARA Nataly Estery PAU
2023.07.14 09:03:14 -05:00



Firmado digitalmente por
JAUREGUI VALDIVIA Juliana Edna
PAU 2023.07.14 21:25:36 -05:00

2.2. Características Físico Químicas

Característica	Especificación			Referencia
	Quinua	Kiwicha	Cañihua	
Humedad (%)	Máximo 13	Máximo 12,0	Máximo 12,0	NTP 205.062:2021. GRANOS ANDINOS.
Proteína (%)	Mínimo 10	Mínimo 12,0	Mínimo 12,5	
Cenizas (%)	Máximo 3,5	Máximo 3,0	Máximo 5,9	
Grasa (%)	Mínimo 4,0	Mínimo 3,5	Mínimo 3,5	
Fibra cruda (%)	Mínimo 4,0	Mayor a 3,0	Mínimo 4,0	
Saponina (%)	<0,12	-	-	
Tamaño (diámetro promedio de los granos expresados en mm)	Mayor a 1,20 mm	Mínimo 1 mm	Mayor a 0,8 mm	

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	GRANOS ANDINOS			Resolución Dirección Ejecutiva N° D000541- 2023-MIDIS/PNAEQW- DE
	CÓDIGO: CEG-GA-2023			Pág. 2 de 5

GRADO DE CALIDAD	2			Quinua. Requisitos. NTP 205.054:2020. Granos andinos. Kwicha en grano. Requisitos. NTP 011.452:2019. Granos andinos. Cañihua en grano. Requisitos.
Granos enteros (%)	Mínimo 94	Mayor a 99,0	-	
Granos chupados (%)	-	Menor a 0,20	-	
Granos quebrados (%)	Máximo 2,0	-	-	
Granos dañados (%) (manchados)	Máximo 0,5	-	-	
Granos germinados (%)	Máximo 0,5	-	-	
Granos recubiertos (%)	0	-	-	
Granos inmaduros (%)	Máximo 0,7	-	-	
Granos contrastantes (%)	Máximo 2,0	-	-	
Variedades contrastantes (%)	-	Mayor a 0,50	-	
Impurezas orgánicas (%) (*)	-	-	0,10	
Impurezas inorgánicas (%) (**)	-	-	0,15	
Impurezas totales (%)	Máximo 0,3	Menor a 0,30	-	
Piedrecillas en 100 g de muestra (U/100g)	Ausencia	Ausencia	-	
Insectos (enteros, partes o larvas) (%)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
GRADO DE CALIDAD	1			
Granos enteros (%)	Mínimo 97	Mayor a 99,5	-	
Granos chupados (%)	-	Menor a 0,10	-	
Granos quebrados (%)	Máximo 1,0	-	-	
Granos dañados (%) (manchados)	Máximo 0,5	-	-	
Granos germinados (%)	Máximo 0,25	-	-	
Granos recubiertos (%)	0	-	-	
Granos inmaduros (%)	Máximo 0,5	-	-	
Granos contrastantes (%)	Máximo 0,5	-	-	
Variedades contrastantes (%)	-	Menor a 0,30	-	
Impurezas orgánicas (%) (*)	-	-	0,05	
Impurezas inorgánicas (%) (**)	-	-	0,10	
Impurezas totales (%)	Máximo 0,25	Menor a 0,10	-	
Piedrecillas en 100 g de muestra (U/100g)	Ausencia	Ausencia	-	
Insectos (enteros, partes o larvas) (%)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	

(*) Impurezas orgánicas: paja, restos de tallo y hojas

(**) Impurezas inorgánicas: piedrecillas, arenilla, tierra y otros

2.3. Características Microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵

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 V.1. Granos Secos.

ANEXO 7.

CÓMPUTO AMINOACÍDICO

COMPUTO QUÍMICO TRATAMIENTO 1

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.7	6.58	9.40	23.38
KIWICHA	0.05	0.64	12.80	2.27
H. SANGRE BOVINA	0.25	20.93	83.71	74.35
TOTAL	1	28.15		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T1

INSUMO	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	70	23	33	94.15	134.5	25.83	36.90	23.31	33.3	35.21	50.3	24.99	35.7	36.47	52.1	4.90	7	37.45	53.5
KIWICHA	5	1	25	2.30	46.0	2.60	52.00	3.35	67.0	1.75	35.0	2.55	51.0	3.15	63.00	0.55	11	2.25	45
H. S. BOVINA	25	15	59	32.50	130	1.00	4	23.00	92	3.00	12	10.50	42	32.50	130	3.50	14	22.25	89
TOTAL	100	39.3		129.0		29.4		49.7		40.0		38.0		72.12		8.95		61.95	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		218.4		234.5		117.7		97.4		159.8		140.9		153.4		127.9		193.6	

COMPUTO QUÍMICO TRATAMIENTO 2

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.7	6.58	9.40	26.75
KIWICHA	0.1	1.28	12.80	5.20
H. SANGRE BOVINA	0.2	16.74	83.71	68.05
TOTAL	1	24.60		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T2

MP	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	70	23	33	94.15	134.5	25.83	36.90	23.31	33.3	35.21	50.3	24.99	35.7	36.47	52.1	4.90	7	37.45	53.5
KIWICHA	10	3	25	4.60	46.0	5.20	52.00	6.70	67.0	3.50	35.0	5.10	51.0	6.30	63.00	1.10	11	4.5	45
H. S. BOVINA	20	12	59	26.00	130	0.80	4	18.40	92	2.40	12	8.40	42	26.00	130	2.80	14	17.8	89
TOTAL	100	37.6		124.8		31.8		48.4		41.1		38.5		68.77		8.80		59.75	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		208.9		226.8		127.3		94.9		164.4		142.6		146.3		125.7		186.7	

COMPUTO QUÍMICO TRATAMIENTO 3

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.8	7.52	9.40	36.30
KIWICHA	0.05	0.64	12.80	3.09
H. SANGRE BOVINA	0.15	12.56	83.71	60.61
TOTAL	1	20.72		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T3

MP	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	80	27	33	107.60	134.5	29.52	36.90	26.64	33.3	40.24	50.3	28.56	35.7	41.68	52.1	5.60	7	42.8	53.5
KIWICHA	5	1	25	2.30	46.0	2.60	52.00	3.35	67.0	1.75	35.0	2.55	51.0	3.15	63.00	0.55	11	2.25	45
H. S. BOVINA	15	9	59	19.50	130	0.60	4	13.80	92	1.80	12	6.30	42	19.50	130	2.10	14	13.35	89
TOTAL	100	36.7		129.4		32.7		43.8		43.8		37.4		64.33		8.25		58.4	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		204.1		235.3		130.9		85.9		175.2		138.6		136.9		117.9		182.5	

COMPUTO QUÍMICO TRATAMIENTO 4

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.8	7.52	9.40	43.79
KIWICHA	0.1	1.28	12.80	7.45
H. SANGRE BOVINA	0.1	8.37	83.71	48.75
TOTAL	1	17.17		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T4

MP	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	80	27	33	107.60	134.5	29.52	36.90	26.64	33.3	40.24	50.3	28.56	35.7	41.68	52.1	5.60	7	42.8	53.5
KIWICHA	10	3	25	4.60	46.0	5.20	52.00	6.70	67.0	3.50	35.0	5.10	51.0	6.30	63.00	1.10	11	4.5	45
H. S. BOVINA	10	6	59	13.00	130	0.40	4	9.20	92	1.20	12	4.20	42	13.00	130	1.40	14	8.9	89
TOTAL	100	35.0		125.2		35.1		42.5		44.9		37.9		60.98		8.10		56.2	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		194.7		227.6		140.5		83.4		179.8		140.2		129.7		115.7		175.6	

COMPUTO QUÍMICO TRATAMIENTO 5

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.9	8.46	9.40	63.68
KIWICHA	0.05	0.64	12.80	4.82
H. SANGRE BOVINA	0.05	4.19	83.71	31.50
TOTAL	1	13.29		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T5

MP	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	90	30	33	121.05	134.5	33.21	36.90	29.97	33.3	45.27	50.3	32.13	35.7	46.89	52.1	6.30	7	48.15	53.5
KIWICHA	5	1	25	2.30	46.0	2.60	52.00	3.35	67.0	1.75	35.0	2.55	51.0	3.15	63.00	0.55	11	2.25	45
H. S. BOVINA	5	3	59	6.50	130	0.20	4	4.60	92	0.60	12	2.10	42	6.50	130	0.70	14	4.45	89
TOTAL	100	34.2		129.9		36.0		37.9		47.6		36.8		56.54		7.55		54.85	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		189.8		236.1		144.0		74.4		190.5		136.2		120.3		107.9		171.4	

COMPUTO QUIMICO TRATAMIENTO 6

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	PROTEINA g EN LA MEZCLA	PROTEINA EN M. P	% PROTEINA
MAIZ AMARILLO DURO	0.9	8.46	9.40	86.86
KIWICHA	0.1	1.28	12.80	13.14
H. SANGRE BOVINA	0	0.00	83.71	0.00
TOTAL	1	9.74		100.00

COMPUTO AMINOACÍDICO T6

MP	CANTIDAD %	HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g	mg/me zcla	mg/g
MAIZ AMARILLO	90	30	33	121.05	134.5	33.21	36.90	29.97	33.3	45.27	50.3	32.13	35.7	46.89	52.1	6.30	7	48.15	53.5
KIWICHA	10	3	25	4.60	46.0	5.20	52.00	6.70	67.0	3.50	35.0	5.10	51.0	6.30	63.00	1.10	11	4.5	45
H. S. BOVINA	0	0	59	0.00	130	0.00	4	0.00	92	0.00	12	0.00	42	0.00	130	0.00	14	0	89
TOTAL	100	32.5		125.7		38.4		36.7		48.8		37.2		53.19		7.40		52.65	
REQUERIMIENTO FAO/WHO/OMS		HISTIDINA		LEUCINA		ISOLEUCINA		LISINA		MET+CIS		TREONINA		FEN+TIROSINA		TRIPTOFANO		VALINA	
		18		55		25		51		25		27		47		7		32	
COMPUTO DE AA		180.4		228.5		153.6		71.9		195.1		137.9		113.2		105.7		164.5	

ANEXO 8.

ÍNDICE DE EXPANSIÓN

ÍNDICE DE EXPANSIÓN			
TRATAMIENTOS	Volumen inicial pre extrusión M.P. (cm³)	Volumen final CEREAL EXTRUIDO. (cm³)	Índice de expansión
T1	67.4	112	1.662
T1	67.7	111	1.640
T1	67.5	114	1.689
T2	67.7	126	1.861
T2	67.5	125	1.852
T2	67.4	123	1.825
T3	67.9	127	1.870
T3	67.8	128	1.888
T3	68	125	1.838
T4	68.2	132	1.935
T4	68.3	130	1.903
T4	68.2	131	1.921
T5	68.5	130	1.898
T5	68.3	131	1.918
T5	68.5	133	1.942
T6	69	150	2.174
T6	69	148	2.145
T6	69.2	151	2.182
P	70	185	2.643
P	70	180	2.571
P	70	182	2.600

ANEXO 9.

- BALANCE DE MASA PARA LA
OBTENCION DEL CEREAL
EXTRUIDO
- BALANCE DE MASA PARA LA
OBTENCION DE HARINA DE
SANGRE BOVINA
- BALANCE DE MASA PARA LA
OBTENCION DE HARINA DE
KIWICHA
- BALANCE DE MASA PARA LA
OBTENCION DEL GRITS DE MAIZ

FIGURA N°11

Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de cereal extruido con sustitución parcial de grits de maíz (*Zea mays* L.) por harina de sangre bovina, kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y ácido ascórbico.

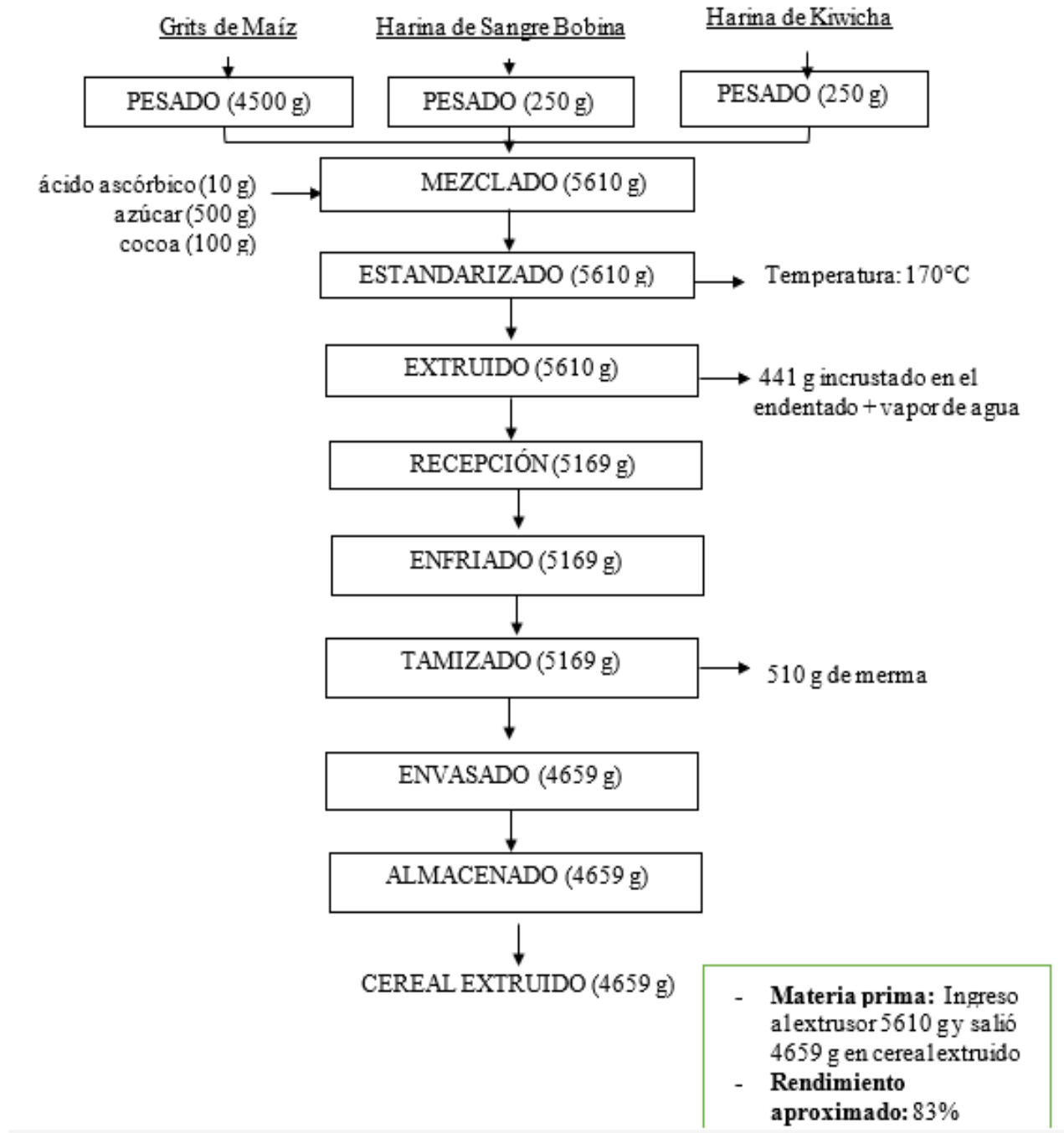


FIGURA N° 8

Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de harina de sangre bovina

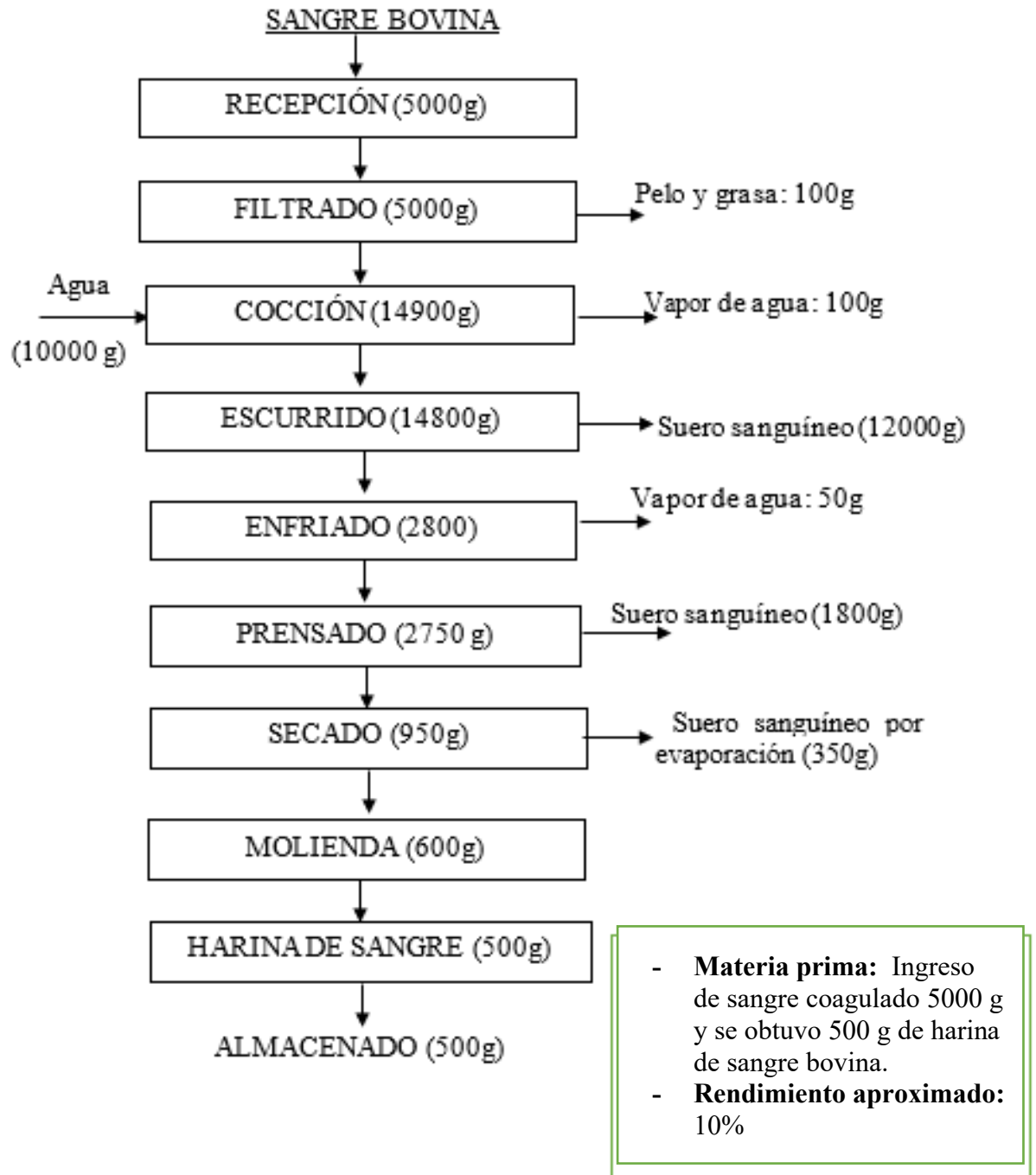
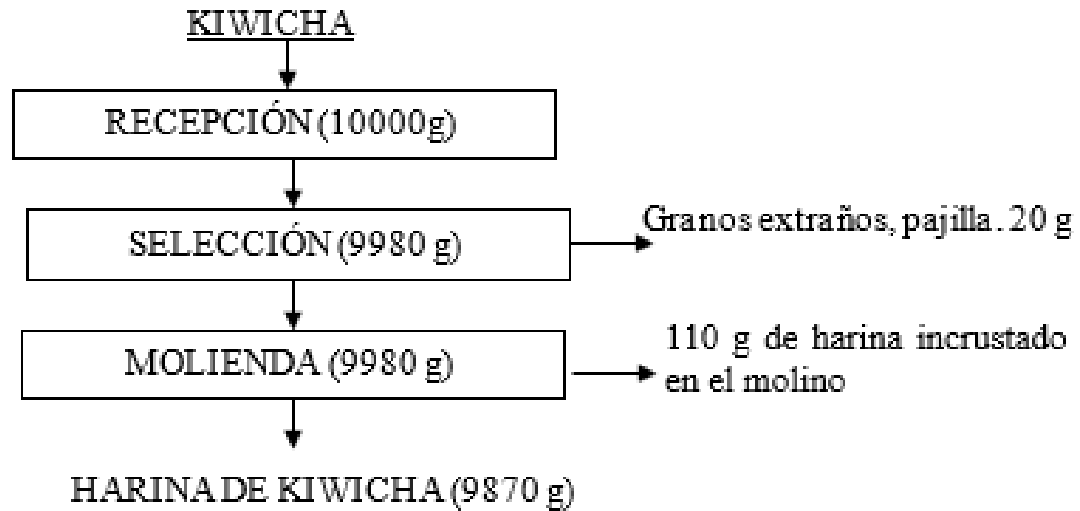


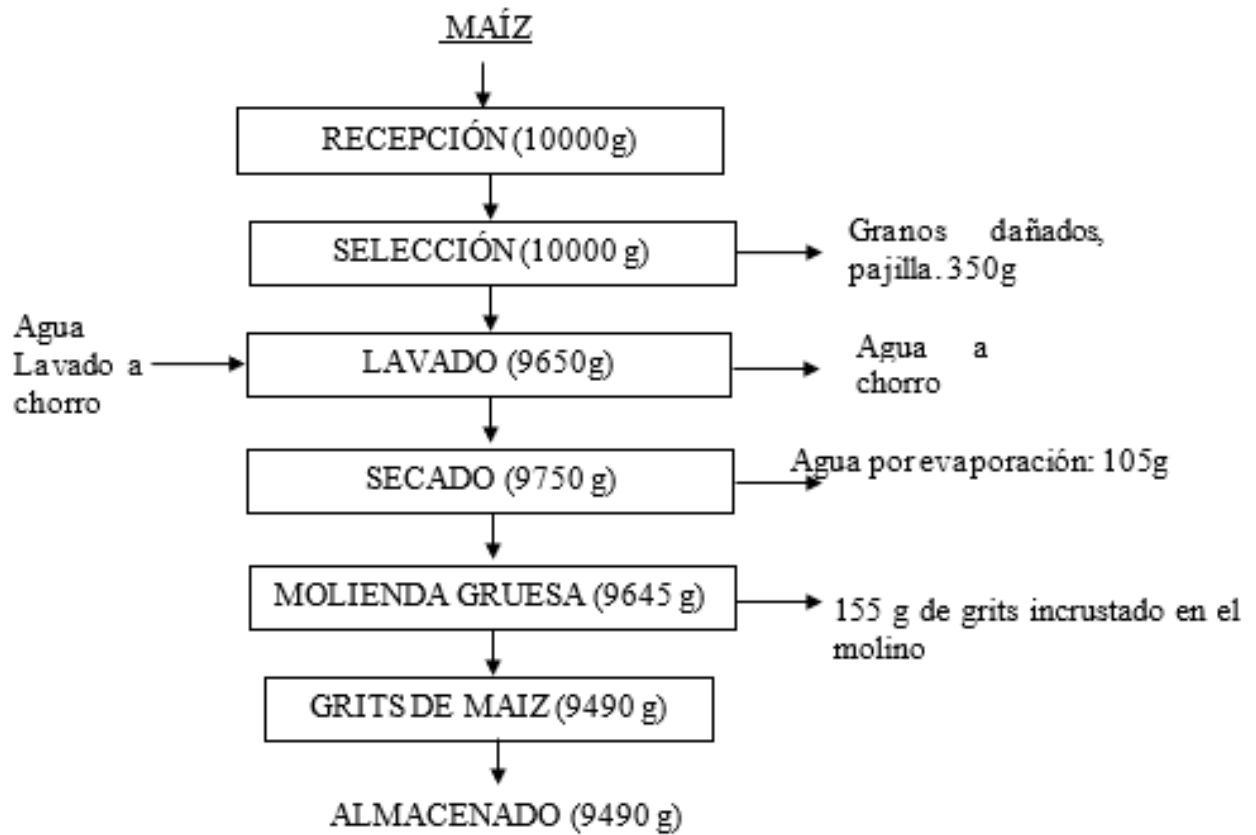
FIGURA N° 10

Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de harina de Kiwicha



- **Materia prima:** Ingreso granos de Kiwicha 10000 g y se obtuvo 9870 g de harina de Kiwicha.
- **Rendimiento aproximado:** 98%

FIGURA N° 9
Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de grits de maíz



- **Materia prima:** Ingreso granos de maíz amarillo duro 10000 g y se obtuvo 9490 g de grits
- **Rendimiento aproximado:** 95%

ANEXO 10
BALANCE DE ENERGÍA DE LA
ELABORACION DEL CEREAL
EXTRUIDO

BALANCE DE ENERGÍA

El balance de energía es muy importante para la elaboración de un producto alimenticio extruido a base de maíz, Kiwicha y harina de sangre bovina, con ello se calcula el calor perdido y ganado en el sistema por lo que es necesario realizar el balance global de la operación de extrusión.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots (1)$$

Donde:

Q_T = Calor generado por la resistencia eléctrica

Q_1 = Calor ganado por el sin fin

Q_2 = Calor ganado por la masa

Q_3 = Calor perdido al ambiente

a). Para calcular el calor ganado por el sin fin se usa la siguiente ecuación:

$$Q_1 = m C_{p_{ac}} \Delta T \dots (2)$$

$$m = \rho_{ac} V \dots (3)$$

$$V = \pi r^2 L \dots (4)$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \dots (5)$$

Donde por teoría tenemos:

ρ_{ac} : densidad del acero inoxidable AISI 304 = 7900 Kg/m³

$C_{p_{ac}}$: Calor específico del acero inoxidable AISI 304 = 0.477 KJ/Kg°C

r : radio del sin fin = 0.035m (70mm, 7cm)

L : Longitud del sin fin = 1.77m (177cm)

T_1 : Temperatura al inicio de la extrusión = 15°C

T_2 : Temperatura al final de la extrusión = 170°C

m = masa del sin fin para la zona de medición

V: Volumen de la zona de medición

Tomando la ecuación (4) calculamos el volumen del tornillo sin fin.

$$V = \pi r^2 L$$

$$V = (3.1416) (0.035\text{m})^2 (1.77\text{m})$$

$$V = 6.8117742 \times 10^{-3}\text{m}^3$$

Remplazando los datos en la ecuación (3) tenemos:

$$m = \rho_{ac} V$$

$$m = (7900 \text{ Kg/m}^3) (6.8117742 \times 10^{-3}\text{m}^3)$$

$$m = 53.813\text{Kg}$$

mediante la ecuación (2) calculamos el calor ganado por el tornillo sin fin:

$$Q_1 = m C_{p_{ac}} \Delta T$$

$$Q_1 = (53.813\text{Kg}) (0.477\text{KJ/KgC}^\circ) (170\text{C}^\circ - 15\text{C}^\circ)$$

$$Q_1 = (53.813\text{Kg}) (0.477\text{KJ/KgC}^\circ) (155\text{C}^\circ)$$

$$Q_1 = 3978.66\text{KJ}$$

b). Para calcular el calor ganado por la masa utilizamos la siguiente formula:

$$Q_2 = m C_{p_{me}} \Delta T$$

$$m: \text{ masa extruida} = 5\text{Kg}$$

$$T_1: 15^\circ\text{C}$$

$$T_2: 170^\circ\text{C}$$

Para $C_{p_{me}}$ de la masa es necesario el uso de la ecuación generalizada de capacidades caloríficas para cereales Singh y Heldman (1984).

$$C_{p_{me}} = 1.424m_c + 1.549m_p + 1.675m_g + 0.837m_z + 4.187m_h$$

Donde:

$C p_{me}$: capacidad calorífica (KJ/ K g °C)

mc: fracción másica de carbohidratos

mp: fracción másica de proteínas

mg: fracción másica de grasa

mz: fracción másica de ceniza

mh: fracción másica de humedad

Las fracciones másicas fueron obtenidas del análisis fisicoquímica de la mezcla extruida que corresponde al tratamiento T5.

$$mc = 0.754$$

$$mp = 0.103$$

$$mg = 0.043$$

$$mz = 0.012$$

$$mh = 0.034$$

$$C p_{me} = 1.424mc + 1.549mp + 1.675mg + 0.837mz + 4.187mh$$

$$C p_{me} = 1.424(0.754) + 1.549(0.103) + 1.675(0.043) + 0.837(0.012) + 4.187(0.034)$$

$$C p_{me} = 1.458 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$$

reemplazamos los datos en la siguiente ecuación

$$Q_2 = m C p_{me} \Delta T$$

$$Q_2 = (5\text{kg}) (1.458\text{KJ/Kg}^\circ\text{C}) (170^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})$$

$$Q_2 = 1129.95\text{KJ}$$

C). para determinar el calor perdido al ambiente tenemos:

$$Q_3 = m_{ac} C p_{ac} \Delta T$$

$$Q_3 = (53.813\text{Kg}) (0.477\text{KJ/ Kg } ^\circ\text{C}) (15^\circ\text{C} - 170^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = -3978.66 \text{ KJ}$$

Por último, determinamos el calor total:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = 3978.66\text{KJ} + 1129.95\text{KJ} + (- 3978.66\text{KJ})$$

$$Q_T = 5108.61\text{KJ} - 3978.66\text{KJ}$$

$$Q_T = 1129.95 \text{ KJ}$$

ANEXO 11.

FOTOS DE LA PARTE EXPERIMENTAL

OBTENCIÓN DE HARINA DE SANGRE BOVINA

SECADO DE SANGRE BOVINA



Sangre deshidratado

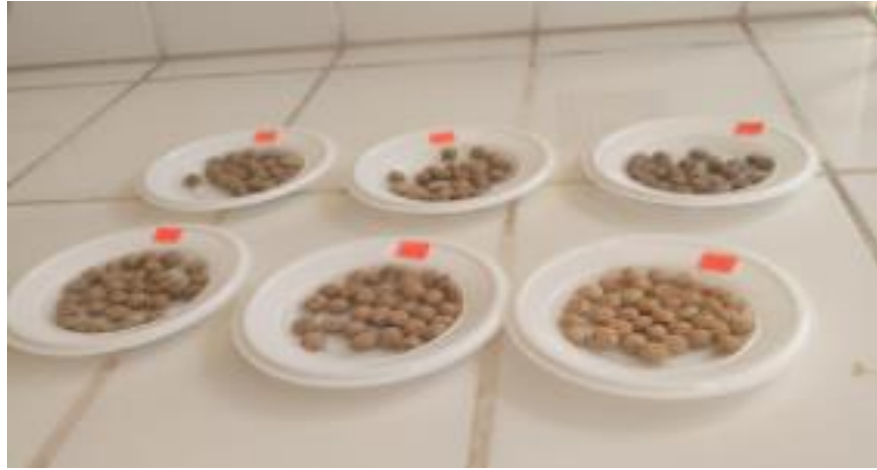


Obtencion de harina de sangre bovina.



EVALUACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL

Presentacion de las muestras



DETERMINACION DEL ÍNDICE DE EXPANSIÓN DEL CEREAL EXTRUIDO

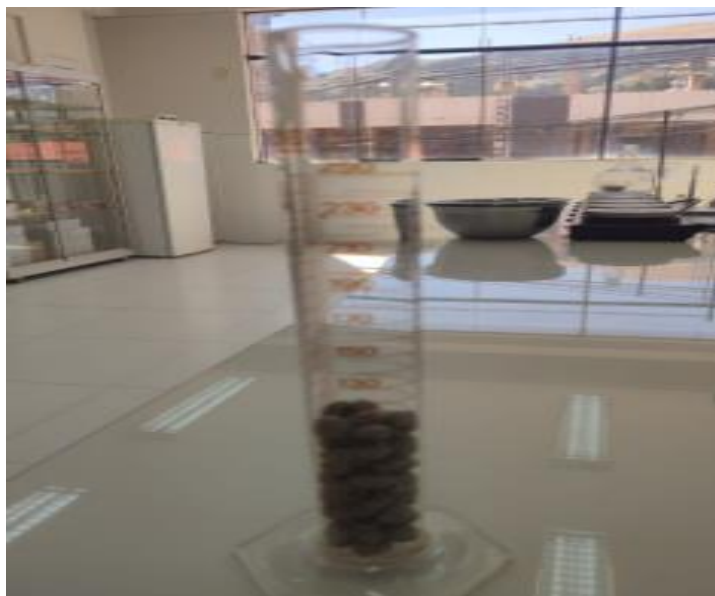
Materia Prima



Cereal Extruido



Medicion del volumen del cereal extruido



ANEXO 11.

EXTRUSOR DE DOBLE TORNILLO UTILIZADA EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

