

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACION NUTRICIONAL DE GALLETAS ENRIQUECIDAS
CON HARINA DE QUINUA NEGRA (*Chenopodium petiolare* kunth)**

GERMINADA

TESIS

PRESENTADA POR:

JOSE ROSENDO AVILES DEZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

EVALUACION NUTRICIONAL DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA NEGRÀ (*Chenopodium petiolare kunth*) GERMINADA

TESIS PRESENTADA POR:


JOSE ROSENDO AVILES DEZA

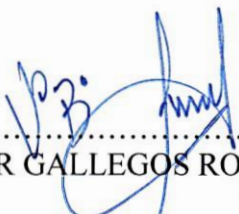
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO AGROINDUSTRIAL

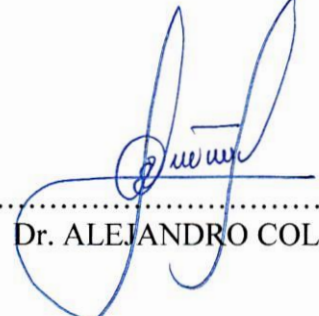
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE : 
 M.Sc. VÍCTOR CHOQUEHUANCA CACERES

PRIMER MIEMBRO : 
 Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

SEGUNDO MIEMBRO : 
 Ing. WILLIAM EDWARD ZENTENO ZENTENO

DIRECTOR / ASESOR : 
 Dr. ALEJANDRO COLOMA PAXI

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Desarrollo de Procesos Productivos Agroindustriales

FECHA DE SUSTENTACION: 06 DE AGOSTO DEL 2019

DEDICATORIA

Esta tesis lo dedico:

A MI PADRE CELESTIAL, Por las bendiciones de salud, sabiduría y conocimiento, por estar siempre conmigo en todo el trayecto de mi vida.

A MI AMADA ESPOSA GLADYS YOVANA, A quien amo profundamente por el apoyo constante e incondicional y estar siempre a mi lado.

A MIS HIJOS (JENNIFER, ROSELYN, LUCERO Y AMIR), mis tesoros más preciados, que son la razón, motivo y fortaleza para forjarme como profesional.

EN MEMORIA A MIS ADORADOS PADRES (ESTEBAN Y LUZMILA), con mucho amor y gratitud; por haberme inculcado y transmitido valores, que me han permitido desarrollarme como persona, y a mis queridos hermanos (Blanca, Marisol, Estaban y Percy).

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por sus enormes aportes en nuestra formación profesional.
- Al Dr. Alejandro Coloma Paxi, director de tesis por su comprensión y acertada dirección en la culminación del presente trabajo.
- Al Ing. Edin Nestor Cana Villanueva por el asesoramiento en la ejecución del presente trabajo.
- Al M. Sc. Victor Choquehuanca Cáceres, Ing. Edgar Gallegos Rojas e Ing. William Edward Zenteno Zenteno, miembros del jurado por su acertada contribución en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. QUINUA NEGRA	15
2.1.1. Contenido nutricional.....	15
2.1.2. Uso de la quinua en la agroindustria	15
2.2. GERMINACIÓN	16
2.3. GALLETAS	19
2.3.1. Proceso de galletería.....	20
2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DESDE EL CONSUMIDOR	22
2.4.1. Análisis sensorial o evaluación sensorial	22
2.4.2. Utilidad del análisis sensorial.....	22
2.4.3. Formas de realizar el análisis sensorial	23
2.4.4. Propiedades sensoriales	23
2.4.5. Cantidad de muestra	24
2.5. Evaluación de la calidad de la proteína.....	25
2.5.1. Razón proteínica neta (RPN) y de digestibilidad aparente (Dap).....	25
2.6. ANTECEDENTES.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. MATERIALES	30
3.1.1. Materia prima	30

3.1.2.	Insumos	30
3.1.3.	Materiales	30
3.1.4.	Equipos y maquinarias	31
3.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	32
3.2.1.	Germinado de la quinua negra.....	32
3.2.2.	Elaboración de galletas.....	34
3.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	36
3.3.1.	Análisis proximal de la quinua negra germinada	36
3.3.2.	Análisis Químico Proximal de la galleta con quinua negra germinada	40
3.3.3.	Evaluación sensorial de la galleta con harina de quinua negra germinada	40
3.3.4.	Pruebas biológicas	40
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
3.4.1.	Germinado de quinua	42
3.4.2.	Formulación de la galleta	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA QUINUA GERMINADA	46
4.2.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS GALLETAS DE HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA.....	47
4.3.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS ELABORADAS CON HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA	48
4.3.1.	Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada del atributo apariencia general	49

3.3.2.	Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, con relación al atributo Olor	51
3.3.3.	Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, respecto al atributo Sabor.....	53
3.3.4.	Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, respecto al atributo color.....	55
4.4.	Análisis de la calidad proteica de la galleta de harina de quinua negra germinada.....	58
4.4.1.	Retención de la proteína neta (RPN).....	58
4.4.2.	Digestibilidad aparente (Dap)	59
V.	CONCLUSIONES.....	62
VI.	RECOMENDACIONES.....	63
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
	ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Germinado de la quinua negra.	32
Figura 2: Elaboración de galletas de quinua negra germinada.	35
Figura 3: Resultado de la apariencia general de las galletas.	51
Figura 4: Resultados del atributo olor de las galletas.	53
Figura 5: Resultados del atributo sabor de las galletas.	55
Figura 6: Resultados del atributo color de las galletas.	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Composición química de la quinua negra (base de cálculo 100 g).....	15
Tabla 2: Formulación básica para la elaboración de galletas.....	34
Tabla 3: Análisis proximal de quinua negra y quinua negra germinada (100g; n=3).....	47
Tabla 4: Análisis proximal de la galleta de quinua negra (100g; n = 3).	47
Tabla 5: Evaluación sensorial de la galleta en estudio (n = 20).....	49
Tabla 6: Comparación TUKEY para atributo Apariencia general de la galleta.	50
Tabla 7: Comparación TUKEY atributo olor de la galleta.	52
Tabla 8: Comparación TUKEY atributo sabor de la galleta.	54
Tabla 9: Comparación TUKEY atributo color de la galleta.	56
Tabla 10: Resultados de los ensayos de retención de proteína neta.....	58
Tabla 11: Comparación TUKEY para la Retención de Proteína Neta.....	59
Tabla 12: Resultados de los ensayos digestibilidad aparente.....	60
Tabla 13: Comparación TUKEY para la Digestibilidad Aparente.	61

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

%	: Porcentaje
cm	: Centímetros
Dap	: Digestibilidad aparente
DCA	: Diseño completo al azar
g	: Gramos
Kcal	: Kilocalorias
kg	: Kilógramos
min	: Minutos
ml	: Mililitros
mm	: Milímetros
°C	: Grados celsius
RPN	: Retención de Proteína neta
U.M.	: Unidad de medida
und	: Unidad

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivos, determinar el efecto del proceso de germinado en la composición proximal de la quinua negra, el contenido nutricional de las galletas elaboradas con la adición del 10, 20 y 30% de harina de quinua negra germinada, realizar evaluación sensorial a las galletas elaboradas, a partir de dos muestras representativas y evaluar la calidad proteica de las galletas de quinua negra germinada de mayor aceptación, por pruebas de retención de proteína neta (RPN) y digestibilidad aparente (Dap). Se germinó quinua negra la que fue secada y molida y se obtuvo harina, se elaboraron galletas sustituyendo harina de trigo por harina de quinua negra germinada en proporciones de 10, 20 y 30%, al producto obtenido se determinó el contenido nutricional (proteína, humedad, grasa y fibra), la evaluación sensorial (aparición general, sabor, olor y color) con 20 panelistas no entrenados, se evaluó la calidad proteica por prueba biológica: razón proteínica neta (RPN) y digestibilidad aparente (Dap). Para los resultados se realizó el análisis de varianza (ANVA) y comparaciones de Tukey ($P \leq 0.05$) en el programa Minitab 16. Los resultados mostraron que el proceso de germinado aumentó la proteína de la quinua negra en 0.78% y disminuyó la humedad en 3.23%, la grasa en 1.14% y la fibra en 0.58%; las galletas mostraron un incremento de proteína en función al incremento de harina de quinua negra germinada y disminución de humedad en 0.39% del TRA1, 1.00% del TRA2 y 1.14% del TRA3, grasa en 0.87% del TRA1, 1.76% del TRA2 y 2.05% del TRA3 y fibra en 1.21% del TRA1, 1.52% del TRA2 y 1.87% del TRA3. La inclusión del 30% de quinua negra germinada influyó en los atributos de olor y sabor de las galletas; El RPN y El Dap mostraron mayor valor en el TRA3 (3.67 ± 0.4) y (86.54 ± 0.99), respectivamente. Por tanto, se concluye que a mayor sustitución de harina de trigo por harina de quinua negra germinada aumenta el contenido de proteína e incrementa significativamente su sabor, olor así como el RPN y el Dap en la galleta con sustitución del 30% elaborada y evaluada.

Palabras clave: Quinua negra, germinación, razón proteínica neta, digestibilidad aparente.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of the germination process on the proximal composition of black quinoa, the nutritional content of cookies made with the addition of 10, 20 and 30% of germinated black quinoa flour, perform sensory evaluation to the biscuits made, from two representative samples and to evaluate the protein quality of the germinated black quinoa biscuits of greater acceptance, by tests of retention of net protein (RPN) and apparent digestibility (Dap). Black quinoa germinated which was dried and ground and flour was obtained, biscuits were made by replacing wheat flour with germinated black quinoa flour in proportions of 10, 20 and 30%, to the product obtained the nutritional content was determined (protein, moisture, fat and fiber), the sensory evaluation (general appearance, taste, smell and color) with 20 untrained panelists, the protein quality was evaluated by biological test: net protein ratio (RPN) and apparent digestibility (Dap). For the results, the analysis of variance (ANVA) and Tukey comparisons ($P \leq 0.05$) was carried out in the Minitab 16 program. The results showed that the germination process increased the black quinoa protein by 0.78% and decreased the humidity in 3.23%, fat in 1.14% and fiber in 0.58%; The cookies showed an increase in protein based on the increase in germinated black quinoa flour and a decrease in humidity in 0.39% of TRA1, 1.00% of TRA2 and 1.14% of TRA3, fat in 0.87% of TRA1, 1.76% of TRA2 and 2.05% of TRA3 and fiber in 1.21% of TRA1, 1.52% of TRA2 and 1.87% of TRA3. The inclusion of 30% germinated black quinoa influenced the smell and taste attributes of cookies; The RPN and El Dap showed higher value in TRA3 (3.67 ± 0.4) and (86.54 ± 0.99), respectively. Therefore, it is concluded that the greater substitution of wheat flour with germinated black quinoa flour increases the protein content and significantly increases its flavor, smell as well as the RPN and Dap in the cookie with 30% replacement made and evaluated.

Keywords: Black quinoa, germination, net protein ratio, apparent digestibility

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra región tenemos granos nativos sub explotados, que pueden ser materia prima para el empleo en alimentos dirigidas a niños pequeños y otros grupos, aplicándoles la biotecnología de la germinación, como por ejemplo a la quinua, además son alimentos de mejor calidad nutricional que cereales no nativos, con mejores condiciones agronómicas para su cultivo. La germinación de semillas produce cambios radicales en la composición de metabolitos primarios y secundarios como consecuencia de la compleja red metabólica que se activa durante este período. Dada la importancia de las semillas en la dieta, la aplicación de la germinación ha sido planteada como una alternativa para mejorar tanto el valor nutritivo como las propiedades saludables de semillas de numerosas especies (Lintschinger *et al.*, 1997) es por ello que se considera relevante la realización del presente proyecto de investigación.

“Existen antecedentes que las galletas son promocionadas con una gran inversión publicitaria en niños y jóvenes y no constituyen parte de una alimentación saludable, ya que por su composición contribuye a aumentar los graves problemas de obesidad y otras enfermedades crónicas” Al observar los alimentos que la industria ofrece actualmente se puede notar que no cumplen con los requerimientos necesarios para una alimentación saludable, pues la mayoría aporta un nivel de energía que sobrepasa los niveles necesarios de consumo y que a su vez estaría afectando la salud de las personas, pero dejan de lado los otros aportes que deberían hacer (Castillo, 2014).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos específicos: Determinar el efecto del proceso de germinado en la composición proximal de la quinua negra, Determinar el contenido nutricional de las galletas elaboradas con la adición del 10, 20 y 30% de harina de quinua negra germinada, Realizar evaluación sensorial a las galletas

elaboradas con 10, 20 y 30% de harina de quinua negra germinada y escoger dos muestras representativas y Evaluar la calidad proteica de las galletas de quinua negra germinada de mayor aceptacion, por pruebas biologicas: Retencion de Proteina neta (RPN) y Digestibilidad aparente (Dap).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. QUINUA NEGRA

La quinua negra, ha sido reconocido como un alimento nutritivo en todo el mundo, tanto por su cantidad relativamente alta (en comparación con los cereales) y la calidad de sus proteínas, en cuanto al balance ideal de aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales como el omega 3, 6 y 9, en forma equilibrada, vitaminas y minerales como el calcio y el hierro, además de no contener gluten (Abderrahim *et al.*, 2015; FAO, 2011; Mujica y Jacobsen, 2006).

2.1.1. Contenido nutricional

La quinua negra cuyo nombre científico es *Chenopodium petiolare* kunth, presenta la siguiente composición química que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición química de la quinua negra (base de cálculo 100 g).

Composición	U.M.	Contenido
Proteínas	%	14.45
Grasa	%	6.74
Carbohidratos	%	62.74
Fibra	%	3.26
Calorías	Kcal	401.14
Cenizas	%	2.64

FUENTE: INIA (2013).

2.1.2. Uso de la quinua en la agroindustria

La quinua ofrece la posibilidad de ser procesado en diferentes productos, como la quinua perlada, que es base para otros como la harina de quinua, expandidos, extruidos,

hojuelas, pastas o fideos, malteados, entre otros, quedando un inmenso potencial por desarrollar.

Generalmente la quinua es utilizada para la molienda, y en diferentes investigaciones realizadas en panificación, han demostrado la factibilidad de adicionar harina de quinua entre 10% a 30% como sustituto de harina de trigo y hasta 40% (Mujica *et al.*, 2006) recientes estudios recomiendan hasta un 15.5%, ya que su uso en mayor porcentaje modifica las características organolépticas, y hace que el consumidor no las acepte (Fano, 2000).

2.2. GERMINACIÓN

La germinación de semillas produce cambios radicales en la composición de metabolitos primarios y secundarios como consecuencia de la compleja red metabólica que se activa durante este período. Dada la importancia de las semillas en la dieta, la aplicación de la germinación ha sido planteada como una alternativa para mejorar tanto el valor nutritivo como las propiedades saludables de semillas de numerosas especies (Barceló, *et al.*, 2001; Lintschinger *et al.*, 1997). El proceso de germinación puede abarcar diferentes periodos y se define como aquel que comienza con la absorción de agua por parte de la semilla seca y que concluye con la formación de una plántula capaz de desarrollarse de manera independiente de la semilla. Las señales visibles que indican el inicio y la finalización de la germinación son la emergencia de la radícula y el desprendimiento de los restos de las cubiertas seminales de los cotiledones, respectivamente.

Durante la germinación se lleva a cabo una diversidad procesos sincronizados en los que los procesos anabólicos y catabólicos son simultáneos (Abderrahim *et al.*, 2012) para que la germinación tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones

ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula. Este proceso de germinación comprende tres fases sucesivas (Barceló *et al.*, 2001).

- **Fase I o de hidratación:** Es el periodo durante el cual la semilla embebe agua, provocando el hinchamiento de la misma (aumento de su peso fresco). Se produce la hidratación enzimática, reactivándose numerosos sistemas metabólicos que conducen a la síntesis de ATP, proteínas y comienzo de la actividad respiratoria.
- **Fase II o de germinación:** Una vez que el agua atraviesa los envoltorios seminales y llega al embrión en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos metabólicos necesarios para su crecimiento y transformación en una planta autónoma. En esta fase, la toma de agua y de oxígeno se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.
- **Fase III o de crecimiento:** Se asocia a la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible), movilización de las reservas y desarrollo de la plántula. Durante este periodo vuelve a incrementarse la actividad respiratoria y la absorción de agua, debido a que parte de las proteínas y los carbohidratos almacenados son hidrolizados a compuestos de menor peso molecular, los cuales son transportados al eje embrionario en crecimiento.

La duración de cada fase depende de ciertas propiedades intrínsecas de cada semilla, como su tamaño, contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Pero en estas fases, también intervienen condiciones del medio de germinación, como el nivel de humedad, la temperatura, pH, luz, etc.

Entre los factores externos que influyen en la germinación se puede citar la disponibilidad de agua, ya que ésta juega múltiples papeles en los distintos procesos de la vida vegetal y controla el nivel de la actividad metabólica de las plantas, por lo que su pérdida afecta notablemente la naturaleza de las reacciones físicas y bioquímicas (Crowe *et al.*, 1992).

La cantidad de agua presente en una semilla madura apenas alcanza entre 10-15%, por lo que su contenido debe aumentar para comenzar las reacciones metabólicas. La rapidez en la imbibición está determinada por procesos físicos de difusión donde tiene importancia las propiedades de la semilla (tamaño, permeabilidad de la cubierta, contenido de sustancias hidratables, etc.). Es importante controlar la tasa de imbibición inicial de agua, ya que si es muy alta puede ser dañina para la semilla. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la rapidez en la entrada de agua viene controlada por la cubierta seminal, la cual evita una imbibición excesivamente rápida que pudiera dañar irreversiblemente a las membranas de las células superficiales. En este sentido, el proceso de imbibición está ligado a la humedad del sustrato donde germinará y la temperatura (Bradford, 1995).

La temperatura es tal vez el factor ambiental de mayor influencia en los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, condicionando por tanto su crecimiento y desarrollo. Dependiendo de la época del año en que la planta cumple su ciclo y la ubicación geográfica donde se desarrolle, las semillas pueden germinar en un rango de temperatura entre los 0 °C hasta los 45 °C. Por lo tanto, la sensibilidad de las especies difiere y no necesariamente una mayor temperatura se corresponde con un incremento en la germinación. Las semillas de cada especie pueden germinar dentro de un intervalo de temperaturas, sin embargo existe un valor óptimo donde se obtiene el mayor porcentaje

de germinación en menor tiempo, y por arriba o debajo del cual la germinación se lleva a cabo pero más lentamente (Bewley, 1997).

Otro de los factores que puede influir en la germinación de las semillas es la luz, ya que es uno de los recursos más importantes para la vida de las plantas. Éstas poseen un sofisticado conjunto de foto receptores que les permiten percibir la luz y utilizarla eficientemente para distintos fines (Neff *et al*, 2000). Durante la germinación de las semillas, existen especies que sólo germinan bajo luz continua, mientras que otras sólo germinan en la oscuridad y otro grupo de semillas son indiferentes a la presencia de luz u oscuridad (Colbach *et al.*, 2002).

Respecto de la concentración de oxígeno (O_2), éste tiene efectos complejos en la germinación de las semillas. La mayoría de las semillas requiere O_2 para germinar, pero este requerimiento depende en gran parte de la especie, ya que es el embrión el que lo necesita, siendo las cubiertas que lo recubren (debido a su estructura, grosor y/o propiedades bioquímicas de sus tejidos), las que reducen su entrada y determinan la sensibilidad de la semilla a este gas (Corbineau y Côme, 1995).

2.3. GALLETAS

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (NTP 206.011:1981, 2016).

Estos productos son muy bien aceptados por la población, tanto infantil como adulta, siendo, consumidos preferente entre las comidas, pero muchas veces también reemplazando la comida habitual de media tarde. Sus ingredientes son principalmente

harina, azúcar y materias grasas, además de leche y huevos en algunos casos. Esta composición química declarada hace suponer que estos productos constituiría una buena fuente calórica para el hombre y en especial para el niño.

Según NTP 206.011:1981, 2016, las galletas se clasifican:

Por su sabor

- Saladas, Dulces y de Sabores Especiales.

Por su presentación

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego del cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento o baño apropiado. Pueden ser simples y rellenas.

Por su forma de comercialización

- Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.
- Galletas a Granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hojalata o tecnopor.

2.3.1. Proceso de galletería

Existen 3 métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, “mezcla en uno” y amasado (Coloma, 2000).

- **El cremado (Creaming Up):** Los ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiendo realizarse esta en dos o tres etapas. El de dos etapas consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificante) con excepción de la harina y el agente químico durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador; posteriormente se añade el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta adquirir una consistencia deseada. En el caso de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o agua), cocoa, etc. hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante, el resto de agua mezclándose seguidamente con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y los otros ingredientes.

- **El mezclado “todo en uno”:** Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se utiliza para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiéndose con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria.

- **El método del amasado:** Consta de dos etapas: primero, la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una crema corta. Luego se añade agua (y/o leche) conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. mezclándose hasta alcanzar una masa homogénea. En la primera etapa, la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua, formando el gluten con la proteína.

2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DESDE EL CONSUMIDOR

La calidad como aceptabilidad por parte del consumidor de un determinado producto está integrada por distintos aspectos recogidos por los sentidos: vista (color y defectos), olfato (aroma y flavor), tacto (manual y bucal), oído (tacto y durante la masticación) y gusto (sabor). Todos los aspectos de la calidad, tanto externos como internos, son valorados por el consumidor (Ferratto, 2003).

2.4.1. Análisis sensorial o evaluación sensorial

La aceptación de un alimento es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo. De hecho, una de las múltiples definiciones de análisis sensorial obedece al examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos, es decir, el conjunto que permiten percibir, identificar y apreciar un cierto número de propiedades características de los alimentos (Costell, 2000).

2.4.2. Utilidad del análisis sensorial

Según Espinoza (2007) las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar:

- Control de un proceso de fabricación: Un análisis sensorial, metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento: modificación del tiempo de cocción, incremento o descenso de la temperatura ambiente, etc.
- Medida de la influencia del almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración, condiciones de apilamiento, etc.

2.4.3. Formas de realizar el análisis sensorial

Según Espinoza (2007) el análisis sensorial de los alimentos puede realizarse a través de diferentes pruebas:

- **Pruebas objetivas:** Son evaluaciones instrumentales ligados a las propiedades sensoriales y al margen de aceptabilidad del alimento. Existen otras evaluaciones instrumentales denominados técnicas semi objetivas, se incluyen dentro de este grupo a las cromatografías, valoraciones físico-químicas y bioquímicas, indicadores de la composición cualitativa del producto (vitaminas, elementos minerales, proteínas, ácidos, azúcares, colorantes, edulcorantes artificiales, etc.).
- **Pruebas hedónicas:** Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor.

2.4.4. Propiedades sensoriales

La evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, por tanto no debe absolutizarse que una propiedad en particular es la que define la calidad de un producto dado; sino que existe una interrelación entre ellas, que no permite por tanto menospreciar el papel de ninguno de estas (Carpenter y Lyon, 2002).

- **Color:** La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, demostrándose además que en ocasiones sólo por

la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo (Ennis, 1999).

- **Olor:** El olor desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos. Diferencia existente entre olor y aroma, el primero es la percepción de las sustancias volátiles por medio de la nariz, en cambio el aroma es la detección que se origina después de haberse puesto en contacto el alimento en la boca, o sea que el aire en el caso del aroma no es el medio de transmisión de la sustancia, sino la membrana mucosa del paladar (Bett y Dionigi, 1997).
- **Sabor:** Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades el olor, aroma y el gusto (Carpenter y Lyon, 2002).
- **Apariencia:** Se define como el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante de apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado entre otras características que definen su calidad, viene a ser lo primero que capta el consumidor antes de percibir y comprobar por otros estímulos dicha apreciación (Ureña, 1999).

2.4.5. Cantidad de muestra

El comité de evaluación sensorial de la ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) (2011) recomienda, para pruebas discriminativas cada juez debe recibir al menos 28 gr de alimento sólido, en caso de bebidas debe recibir 50 ml de líquido.

También hay que tener en cuenta cuantas muestras deberá evaluar el juez en una sesión, para así modificar el tamaño de las mismas con el fin de que el juez no se empalague o hastíe (Anzaldúa, 1994).

2.5. Evaluación de la calidad de la proteína

2.5.1. Razón proteínica neta (RPN) y de digestibilidad aparente (Dap)

Calidad de la proteína

El valor nutritivo de una proteína depende de la medida en que aporte las cantidades de nitrógeno y aminoácidos requeridas para satisfacer las necesidades del organismo. Evaluar la calidad de una proteína consiste en comparar el contenido de aminoácidos de un alimento y las necesidades de aminoácidos del cuerpo humano (FAO-OMS, 1989). Se manifiesta que, si las proporciones de aminoácidos de una proteína constituyen probablemente el determinante más importante de su calidad, los factores que siguen en importancia son la digestibilidad de la proteína y la biodisponibilidad de los aminoácidos que la constituyen. Ello se debe a que no todas las proteínas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida.

Las diferencias de digestibilidad entre las proteínas pueden deberse a diferencias inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias (configuración de la proteína, unión de los aminoácidos), a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos y fitatos) a la presencia de factores anti fisiológicos, a tratamientos térmicos, las proteínas resistentes a las hidrólisis enzimáticas, fracciones de nitrógeno soluble en agua, velocidad de tránsito de los alimentos en el tracto gastrointestinal y la presencia de sustancias polifenólicas que reaccionan con las proteínas (Fukuda *et al.*, 1982; citado por Rojas, 2002).

Se sostiene que, en la especie humana, como en la mayor parte de los animales, la única fuente del grupo amino son los propios aminoácidos, que deben formar parte, por tanto, de la alimentación, incluidos en la proteína de la dieta. Así el organismo es capaz

de utilizar el grupo amino de algunos aminoácidos (especialmente el glutamato) para sintetizar los aminoácidos por transnominación (Mataix, 2004).

También se menciona que, la calidad de una proteína alimenticia, en términos nutritivos, sólo puede establecerse realmente mediante ensayos de alimentación, pero hoy se sabe lo suficiente con respecto a la digestión de las proteínas y a los efectos de las técnicas de procesado como para hacer predicciones bastante precisas (Coultate, 2007).

Evaluación de la calidad proteica

La evaluación de proteína de un alimento se lleva a cabo partiendo de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis de nitrógeno y de aminoácidos, la sigue una serie de determinaciones químicas específicas, y termina con las pruebas biológicas.

Los ensayos biológicos se basan en la determinación del crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales como la rata, o en seres humanos, en función del consumo de proteína. Para obtener datos de una precisión fiables y significativos, deben utilizarse varios animales en cada ensayo y analizar estadísticamente los resultados; es preciso, además, estandarizar las condiciones de ensayo. El método conocido como razón proteica neta (NPR) representa una mejora sobre el índice de eficiencia proteica (PER), en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. Los métodos convencionales para calcular los requerimientos de proteína, tanto de la cantidad como de su calidad nutricional, son el valor biológico (VB) y la utilización neta de proteína (NPU) que a pesar de sus limitaciones fueron reconocidos por un grupo de expertos (FAO-OMS, 1989).

Manifiestan que la determinación del crecimiento de animales de laboratorio, especialmente en ratas al destete, constituye un indicador más realista de la calidad de los

productos. Sin embargo esta metodología es poco factible de ser llevada a cabo a nivel industrial, por lo que debe ser reemplazado por pruebas más sencillas y rápidas. Entre ellas se destacan la solubilidad proteica y actividad ureásica (Olguin, 2001).

Relación de eficiencia proteica (PER)

Este método es más conocido como PER. Es una medición que determina la capacidad de la proteína dietario para promover crecimiento bajo ciertas condiciones estándar.

El principio de su determinación es bastante simple y consiste en controlar el crecimiento de los animales jóvenes alimentados con la proteína del alimento problema para relacionar los gramos de peso ganado con los gramos de proteína consumida por un grupo de ratas.

El PER se mide en una escala que va del 1 a 4. El valor central de la diferencia usualmente es 2.5 que corresponde al de la caseína de la leche.

Utilización de la proteína neta (NPU)

Este método determina la proporción del nitrógeno ingerido y que el organismo retiene. Su expresión es en porcentaje La manera de determinar el nitrógeno retenido podría ser la técnica del balance, pero es complicado en sus determinaciones. De manera práctica se puede obtener este índice por la diferencia entre el nitrógeno corporal de ratas alimentadas con la dieta problema menos el nitrógeno corporal de ratas alimentadas con la dieta apteica, en el mismo ensayo. Este método también podría estimarse matemáticamente partiendo del valor biológico por la digestibilidad.

Valor biológico (VB)

Es un método que cuantifica la fracción del nitrógeno absorbido y que es retenido por el organismo. El nitrógeno retenido (R) puede ser determinado por el método del balance y el nitrógeno absorbido puede ser calculado de la misma forma en que se efectúa para el caso de la digestibilidad.

Digestibilidad (D)

La digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en paso a través del tracto gastrointestinal debido a la absorción. Una prueba de digestión implica cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces, por lo tanto la digestibilidad puede ser definida como el porcentaje de un alimento (materia seca y/o nutrientes) ingerido que es absorbido. Se expresa como coeficientes porcentuales de la digestión obtenida.

2.6. ANTECEDENTES

Jiménez (2014) publica una investigación que tuvo como objetivo estudiar el efecto de la adición de harina de cacao en la elaboración de galletas, luego de analizar las características fisicoquímicas y funcionales de las galletas y de hacer un análisis sensorial, en ese trabajo se llegó a la conclusión de que con una inclusión de un 24 % de cascarilla de cacao es posible realizar galletas con un buen contenido dietario, con un buen sabor y sin afectar el coeficiente de expansión, cabe anotar que esta investigación fue tomada como referencia debido a que también pretende medir el efecto de una harina diferente a la del trigo, en la elaboración de galletas y está directamente relacionado con el objetivo del presente estudio.

Arroyave (2013) publica una investigación que se enfocó principalmente en elaborar una harina compuesta de harina de trigo y harina de quinua, ofreciendo así un producto que proporcione mejores aportes proteicos y que pueda garantizarse para su uso posterior en productos panificables. A partir de la investigación se llegó a la conclusión de que la adición de la harina se vio reflejada en varios aspectos como: pérdida de volumen, aumento en el grosor de la corteza, aumento de color, disminución del esponjado de la masa, aumento de olor y sabor característico de la quinua, además debido a que la quinua carece de gluten, en la masa se podía reflejar la inelasticidad que a su vez se vio reflejado en el producto final. De la misma manera se determinó que una mezcla de 85 % de harina de trigo y un 15% de harina de quinua es la ideal para obtener un producto con buenos aportes proteicos y con buen sabor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia prima

Quinoa negra: se compró a los productores agropecuarios del centro poblado de Santa Bárbara de Moro - Paucarcolla - Puno.

3.1.2. Insumos

- Agua tratada, San Luis.
- Harina de trigo, marca Blanca nieve.
- Azúcar Rubia, marca Cartavio.
- Margarina, marca Primavera.
- Huevo, la calera.
- Polvo de hornear, marca Fleischmann.
- Sal marina de mesa
- Esencia de vainilla, marca Frutaron.

3.1.3. Materiales

- Cuchillos
- Tablas de pvc
- Recipientes de pvc
- Baldes de 5 gls.

- Bandejas de aluminio
- Espátula
- Matraz 500ml
- Fiola 500ml
- Erlenmeyer 500ml
- Cocina eléctrica

3.1.4. Equipos y maquinarias

- Horno Max 600 Nova
- Amasadora Nova 4Hp
- Estufa marca MEMMERT
- Mufla marca MEMMERT
- Molino de martillos tipo ZM1 marca RETSCH
- Tamizador mecánico de laboratorio tipo MLU-300 marca BUHLER
- Balanza analítica digital (0.001 a 320 gr.), marca AND FR - 300 Japón.
- Higrómetro digital, marca Taylor.
- Vernier, marca Stanley.

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1. Germinado de la quinua negra

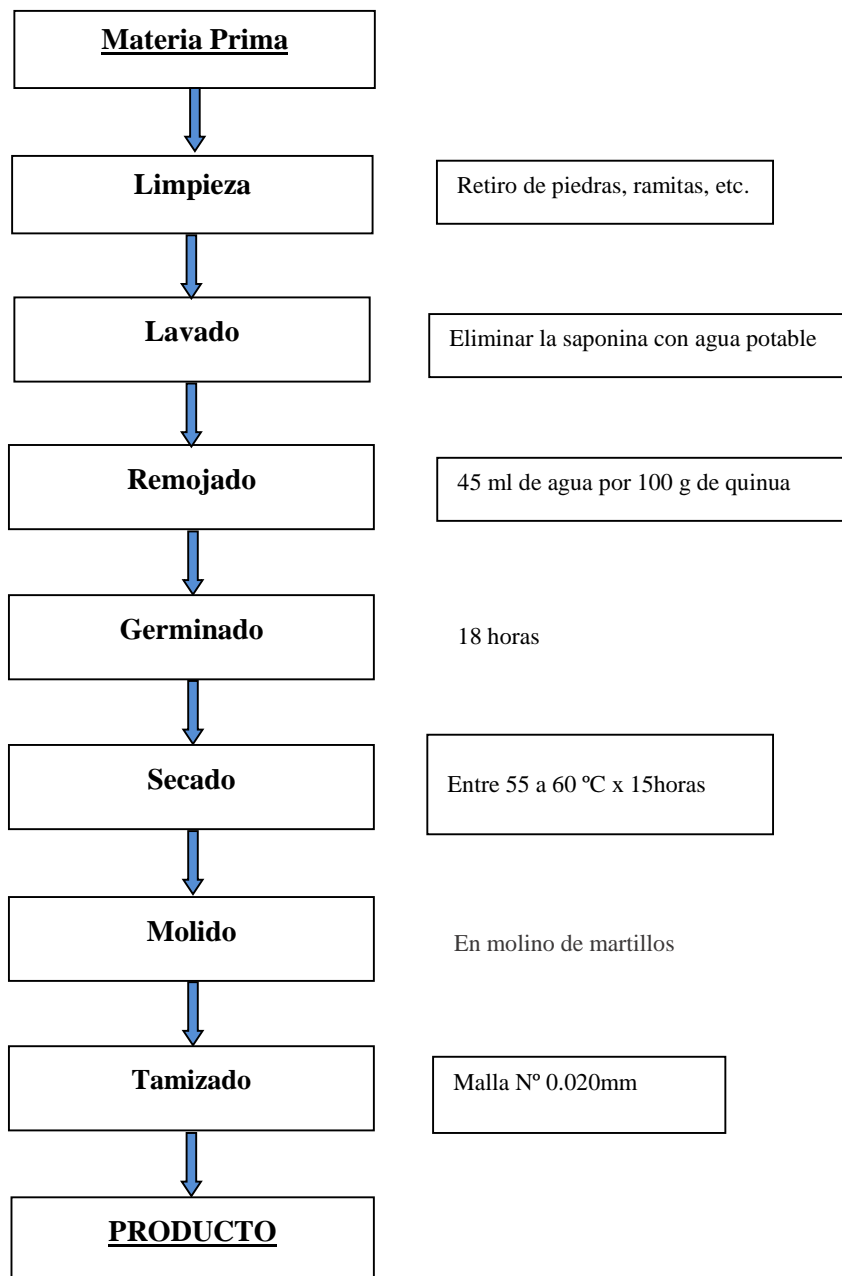


Figura 1: Germinado de la quinua negra.

Descripción del proceso de germinado de la quinua negra

- **Materia Prima.** La quinua negra fue de cosecha reciente con la finalidad de garantizar la germinación, pues los granos almacenados mucho tiempo, limitan el brote.
- **Limpieza.** Se realizó en forma manual, se eliminaron impurezas: piedras, pajas, insectos.
- **Lavado.** Se realizó con la finalidad de eliminar la saponina, friccionando los granos entre las manos y lavándolo hasta que no forme espuma.
- **Remojado.** Se realizó con agua tratada, de 45ml de agua por cada 100 gramos de quinua negra, a una temperatura ambiente de 20 y 24°C.
- **Germinado.** Esta fase se realizó con los granos húmedos, colocados en el mismo recipiente de remojo, procurando que la capa que se forma no tenga mucha altura, porque impide la respiración de los granos por un periodo de 18 horas. Sobre los granos extendidos, se colocó una tela húmeda, lo que permitió mantener la humedad superficial y facilitar una germinación más uniforme.
- **Secado.** El secado del grano germinado fue realizado en una estufa. Los granos frescos fueron extendidos y son sometidos a una temperatura entre 55 a 60°C por un periodo de 15 horas, hasta humedad de 6 a 9%.
- **Molido.** Una vez obtenido el grano germinado seco con raicillas, se sometió a una molienda fina, utilizando un molino de martillo, con malla de abertura 0.025 mm.
- **Tamizado.** Se realizó con la finalidad de obtener harina refinada. En este caso se empleó un tamizador con un sistema de mallas, lo que permite que las fracciones

más gruesas queden arriba de la malla con abertura 0.020 mm y así utilizar las fracciones más finas de la parte inferior.

3.2.2. Elaboración de galletas

Formulación de las galletas con harina de quinua negra germinada

En la Tabla 2, se muestra las formulaciones de la adición de harina de quinua negra germinada en 10, 20 y 30 %, el cual se detalla:

Tabla 2: Formulación básica para la elaboración de galletas.

INSUMOS	U.M.	PATRON	TRA1	TRA2	TRA3
Harina de trigo	kg	12.00	10.80	9.60	8.40
Harina de quinua	kg	0.00	1.20	2.40	3.60
Margarina	kg	6.00	6.00	6.00	6.00
Azúcar rubia	kg	4.00	4.00	4.00	4.00
Huevo	und	90	90	90	90
Polvo de hornear	kg	0.20	0.20	0.20	0.20
Sal de mesa	kg	0.10	0.10	0.10	0.10

FUENTE: Elaboración propia.

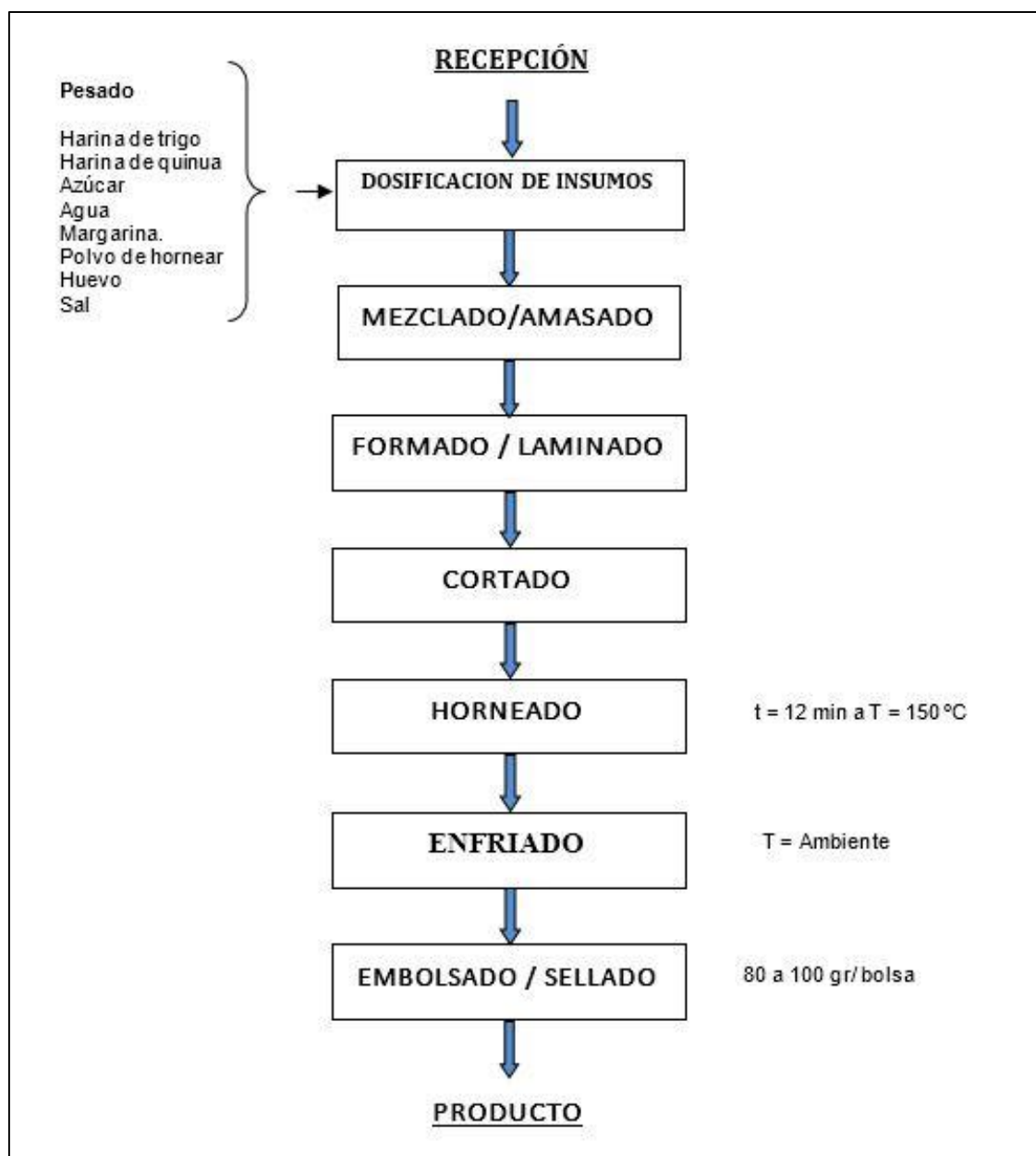


Figura 2: Elaboración de galletas de quinua negra germinada.

Descripción del proceso de elaboración de galletas con harina de quinua negra germinada

- Insumos: Etapa donde se recibió la materia prima y se realizó el control de calidad (verificación de impurezas en la harina y demás ingredientes).
- Dosimetría de insumos: Etapa donde se pesaron todos los ingredientes para la elaboración de galletas, según los tratamientos.

- Mezclado: Etapa donde se homogenizo los ingredientes en polvo.
- Amasado: Etapa donde se mezclaron todos los ingredientes sólidos y líquidos.
- Formado y laminado: Etapa donde se dio consistencia a la masa.
- Cortado: Etapa donde se dio forma a la masa con la ayuda de moldes.
- Horneado: Etapa donde se realizó la cocción de la galleta a una temperatura de 150 °C por 12 minutos para darle el volumen y cocido.
- Enfriado: Etapa donde se dejó enfriar el producto después que salió del horno.
- Embolsado y sellado: Etapa donde se dio la presentación del producto.
- Producto: Galletas listos para el análisis sensorial.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. Análisis proximal de la quinua negra germinada

Los análisis químicos se realizaron según los métodos de la AOAC (2004), Se realizó el análisis proximal a la harina de quinua negra sin germinar y germinado: humedad, grasa, ceniza y proteína.

A) Humedad

El contenido en agua de un producto se define convencionalmente como la pérdida de masa que experimenta en condiciones determinadas.

Fundamento.- Este método se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento de 65 a 100°C.

Técnica: Se pesa 5 g de la muestra y se seca en una estufa a presión atmosférica a una temperatura de 65°C bajo presión atmosférica normal, durante 6 horas, transcurrido este tiempo, y operando rápidamente, se retira la muestra de la estufa una vez tapado colocarlo en el desecador. Pesarse cuando se enfríe en el desecador el contenido de agua de la muestra a temperatura ambiente (12 a 18 °C).

B) Cenizas

El contenido en cenizas de un producto es el residuo resultante después de su incineración en condiciones determinadas las cuales constituyen en el grano las materias minerales e inorgánicas.

Fundamento: Se basa en la incineración de las sustancias orgánicas presentes en la muestra por la acción de alta temperatura.

Técnica: Se pesa 5 g de muestra, antes de poner en las cápsulas de incineración, calentarlas en el horno a una temperatura de 600 °C durante 6 horas, enfriarlas en el desecador y pesarlas cuando alcancen la temperatura ambiente. Introducir la muestra pesada en la cápsula repartiéndola en una capa de espesor uniforme, sin comprimirla; colocar la cápsula al horno, la incineración continua hasta lograr la combustión total de la muestra, la temperatura de incineración es de 600 °C.

C) Proteína

Todos los alimentos naturales contienen proteínas, la proteína cruda de los alimentos se calcula en base al nitrógeno total.

Fundamento: Este método se basa en la transformación de los compuestos nitrogenados presentes en la muestra, en amonio, por digestión con ácido sulfúrico concentrado en presencia de oxidantes.

La determinación consta de tres etapas: digestión, destilación y valoración.

Digestión: Es la primera etapa que consiste en la descomposición del material orgánico por el ácido sulfúrico caliente transformando el nitrógeno de la sustancia orgánica en sulfato de amonio, empleando catalizadores tales como sulfato de cobre y sulfato potásico los cuales actúan como transportadores de oxígeno.

En la reacción del carbono y el hidrógeno son oxidados a dióxido de carbono y agua, además una parte del ácido se reduce a dióxido de azufre, que es el agente reductor de los compuestos.

Las reacciones son como siguen:

Destilación: Esta segunda etapa, consiste en la separación del amoníaco de la sustancia digerida, alcalinizando con NaOH, recibiendo el destilado en ácido bórico al 4%. El amoníaco al condensarse pasa en forma de hidróxido de amonio, el cual se reconoce por su reactivo correspondiente y característico (reactivo de Nessler).

Valoración o Titulación: Es la tercera etapa, el amoníaco destilado es absorbido poco a poco por un volumen conocido de solución valorada de HCl 0,1 N, en exceso. El ácido clorhídrico reacciona con el borato de amonio y en el punto final ya no hay borato y un pequeño exceso de HCl provocara un cambio de pH y el consiguiente viraje de la solución.

D) Grasa

Las grasas se forman en las plantas a expensas de los carbohidratos. En los cereales el contenido de grasa es muy variable, así en el trigo es de 4%, en el maíz de 9%, en la quinua el contenido medio de grasa es 5%. El solvente utilizado para la determinación de grasa es el éter.

Fundamento: Sometiendo la muestra a la acción de un disolvente de materia grasa, usando un extractor y evaporando el disolvente una vez agotada la materia grasa, el aumento de peso del recipiente, que ha recogido durante la operación los productos de extracción, nos dará la materia grasa.

Técnica: Pesar 3g de muestra molida y desecada a 100 °C y envolverla en papel filtro seguidamente colocar en el equipo soxhelt, la grasa se extrae con hexano, continua la extracción hasta que el hexano se vuelva incoloro y se pesa el residuo de grasa cuando alcanza la temperatura ambiente.

E) Fibra

La celulosa está constituida en su mayor parte por corteza de la semilla de quinua.

Fundamento: El método empleado permite eliminar lo que no es celulosa y se utiliza la muestra desgrasada, que viene a ser el residuo del análisis de grasas.

Técnica: Se pesa 2g de muestra desgrasada, se hecha a un matraz y se agrega 50ml de una solución acética (preparada con 80ml de ácido acético, 20ml de ácido nítrico y 20ml de agua destilada), se hierve por media hora, luego se filtra y se lava con agua destilada, más o menos 3 veces hasta que el agua lavada tenga un pH neutro, el papel filtro debe estar tarado. El filtro con la muestra se pone en la estufa a 110 °C hasta peso constante. El residuo que queda es la fibra cruda y por supuesto las cenizas que han resistido ambas digestiones, por esta razón debe de descontarse el peso de las cenizas. Al peso del filtro más la muestra, se le resta el peso del filtro, esta diferencia referida a 100, nos dará el porcentaje de fibra o celulosa.

F) Carbohidratos

Los constituyentes más importantes de los carbohidratos son los almidones, que son sustancias ternarias constituidas por carbono 44%, Hidrógeno 7% y Oxígeno 49%. En todos los cereales hay presencia de almidones, además se les encuentra en las hojas, tallos, raíces, etc. Los carbohidratos se determinan por diferencia.

3.3.2. Análisis químico proximal de la galleta con quinua negra germinada

Los análisis químicos se realizaron según los métodos de la AOAC (2004), para determinar el contenido nutricional (humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas), de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, según los tratamientos (patrón, 10, 20 y 30 %).

3.3.3. Evaluación sensorial de la galleta con harina de quinua negra germinada

- El comité de evaluación sensorial de la ASTM, recomienda, para pruebas discriminativas cada juez debe recibir al menos 28 gr de sólido (galletas).
- La estimación subjetiva de aceptabilidad y evaluación organoléptica se realizó cuando el producto se terminó de elaborar. El análisis sensorial se realizó con 20 jueces no entrenados.
- La metodología utilizada para medir preferencias fue el siguiente: se le pidió al panelista que luego de su primera impresión respondiera cuanto le agradaba o desagradaba el producto de acuerdo a una escala numérica de 1 a 5 puntos.

3.3.4. Pruebas biológicas

Para la determinación del valor nutritivo de las galletas experimentales se sometieron a una evaluación de la calidad de su proteína, mediante pruebas biológicas.

La evaluación de la calidad nutritiva de las galletas elaboradas con la inclusión de harina de quinua negra germinada se hizo a través de las siguientes pruebas biológicas:

Determinación de la razón proteínica neta (RPN)

- Se utilizaron jaulas metálicas de 0.30 x 0.25 cm. de medida, con piso de malla de alambre galvanizado, provistas de comederos y bebederos independientes.
- Por cada tratamiento se emplearon 3 ratas albinas de 21 días de edad de la raza Holtzman.
- Las raciones fueron preparadas en base al análisis proximal y según el requerimiento de las ratas. Se elaboraron 3 tipos de raciones.
- Las diferentes raciones elaboradas fueron mantenidas a temperatura ambiente y en recipientes herméticos durante el tiempo de duración del experimento.
- El periodo experimental tuvo una duración de 18 días incluyendo 3 días de acostumbramiento a sus respectivas jaulas y a la dieta. Para la evaluación se consideraron 3 grupos de 3 ratas cada uno para las dietas experimentales. El alimento y el agua fueron dados “*ad libitum*”, registrándose diariamente los pesos totales de cada grupo de alimento.
- Con los resultados obtenidos se procedió a efectuar los cálculos de RPN de acuerdo a la siguiente fórmula (Pellet y Young, 1980).

$$RPN = \frac{\text{Ganancia de peso (g)grupo experimental} + \text{perdida de peso (g)grupo control}}{\text{Proteína consumida (g)grupo experimental}}$$

Determinación de la digestibilidad aparente (Dap)

- El período experimental tuvo una duración de 11 días incluyendo al periodo de acostumbramiento a la dieta que duró 4 días. Se registraron el peso y el consumo de alimento diario y en forma individual, así como la excreción de heces y orina.
- Después del periodo de colección de 7 días las muestras individuales de heces se molieron, mezclaron y homogenizaron para ser analizadas por triplicado para la determinación de nitrógeno según el método de semi micro kjeldahl (AOAC, 2004). Con los registros de la colección de heces se calculó la digestibilidad aparente.

$$Dap = \frac{\text{Nitrogeno ingerido (g)} - \text{Nitrogeno fecal (g)} \times 100}{\text{Nitrogeno ingerido (g)}}$$

3.4. ANALISIS ESTADÍSTICO

3.4.1. Germinado de quinua

Variables en estudio

- Quinua negra
- Quinua negra germinada

Variables respuesta

- Proteína
- Grasa
- Humedad
- Fibra

3.4.2. Formulación de la galleta

Variables en estudio

Sustitución de harina de trigo por harina de quinua negra germinada y molida.

- Testigo: Solo harina de trigo
- TRA1: 10% de harina de quinua negra germinada.
- TRA2: 20% de harina de quinua negra germinada
- TRA3: 30% de harina de quinua negra germinada

Variables respuesta

- Contenido nutricional: Proteína, humedad, grasa y fibra
- Análisis sensorial: olor, sabor, color y apariencia general
- Análisis biológico: RPN y la Digestibilidad Aparente

Para el análisis nutricional se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones (10, 20 y 30%), con análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, y pruebas de comparación TUKEY, para determinar qué efecto tuvo la adición de harina de quinua negra germinada en el contenido nutricional (Proteína, Grasa, Humedad, Fibra) en la galleta elaborada, y así seleccionar el mejor tratamiento, para el análisis estadístico se utilizó el Software Minitab 16, con el siguiente modelo matemático:

Diseño Completamente al Azar (DCA).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable de la respuesta.

α_i = Efecto por tratamiento

β_j = Efecto por la adición de la harina de quinua negra

ε_{ij} = Efecto del error experimento.

Para comparar los resultados del análisis sensorial se aplicó un análisis de varianza en bloque, ajustado al siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + \text{tratamiento } i + \text{catador } j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Es variable de respuesta.
- μ = Media global.
- Tratamiento i = Efecto del i -ésimo tratamiento $i = 1, 2, 3, 4$
- Catador j = Efecto de la j -ésimo bloque catador $j = 1, 2, 3, \dots, 20$
- ε_{ij} = Componentes aleatorios del error.

En los resultados de la evaluación de la calidad proteica de las galletas experimentales se realizaron análisis de varianza para un diseño completamente randomizado con 6 repeticiones para el caso de la RPN y la Digestibilidad Aparente respectivamente. El modelo aditivo lineal empleado fue el siguiente:

$Y_{ij} = VN$ de la j -ésima galleta tratada con el j -ésimo porcentaje de enriquecimiento.

Donde:

u = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo porcentaje de enriquecimiento.

E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA QUINUA GERMINADA

De la Tabla 3 podemos observar que el proceso de germinado aumento de 0.78 % en el contenido de proteína en la harina de quinua negra germinada y la disminución del contenido de humedad de 3.23 %, contenido de grasa de 1.14 % y el contenido de fibra en 0.58 % en comparación a la harina de quinua negra sin germinar; estos valores coincide con los reportes de (Berna, 1995) quien afirma que al ligero incremento de niveles de proteína en cereales germinados, los resultados fueron expresados en base húmeda. (Gómez y Huapaya 2013). Aplicaron el proceso de germinado a los granos andinos, los resultados obtenidos en los granos andinos germinados fueron: 13,09% proteína, 6, 10% grasa, 1,50% ceniza y fibra total 2,68% en base seca; y 16,45% proteína, 8,29% grasa, 3, 18% ceniza y fibra total 9,50% en base seca; para la kiwicha.

FAO (1989) publica la evaluación de la cantidad de proteína en la harina de quinua germinada y harina de quinua de la variedad Negra Collana, mediante el análisis proximal determinando el contenido de proteínas de la quinua varía entre 11 a 21.3 g/100 g de porción comestible en la quinua, dependiendo de su variedad genética y la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo de suelo, así también se demostró que la harina de quinua blanca es de 9.4 g/100 g de porción comestible, comparando con los resultados obtenidos de la presente investigación la quinua negra collana presenta mayor concentración de proteínas encontrándose en 15.23 g/100 g de porción comestible,

Por lo tanto, podemos mencionar que el proceso de germinado incrementa considerablemente el contenido de proteínas en 0.78% y disminuye el porcentaje de carbohidrato, grasa y fibra en la quinua negra germinada.

Tabla 3: Análisis proximal de quinua negra y quinua negra germinada (100g; n=3).

	U.M.	Q.N.	Q.N.G.
Humedad	%	10.17±0.02	6.94±0.40
Proteína (Nx6.25)	%	14.45±0.46	15.23±0.14
Grasa	%	6.74±0.20	5.10±0.14
Cenizas	%	2.64±0.34	1.50±0.54
Carbohidratos	%	62.74±3.66	60.22±2.87
Fibra	%	3.26±0.20	2.68±0.30
Energía	Kcal	401.14±0.12	415.25±0.32

FUENTE: Bhios Laboratorios, 2018.

± = Desviación estándar; Q.N. = Quinua negra; Q.N.G.= Quinua negra germinada.

4.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS GALLETAS DE HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA

En la Tabla 4 se muestra los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a las galletas elaboradas con harina de quinua negra germinada: patrón, TRA1 (10%), TRA2 (20%) y TRA3 (30%), se detalla a continuación:

Tabla 4: Análisis proximal de la galleta de quinua negra (100g; n = 3).

	U.M.	Testigo	TRA 1	TRA 2	TRA 3
Humedad	%	6.02±0.10	5.63±0.28	5.02±0.10	4.88±0.20
Proteína (Nx6.25)	%	1.64±0.12	1.83±0.15	2.01±0.08	2.23±0.26
Grasa	%	21.99±0.14	21.12±0.30	20.23±0.35	19.94±0.97
Cenizas	%	0.86±0.21	0.80±0.65	0.78±0.13	0.76±0.16
Carbohidratos	%	43.21±0.34	42.65±0.26	42.30±0.19	41.88±0.42
Fibra	%	30.86±0.88	29.65±0.67	29.34±0.68	28.99±0.33
Energía	Kcal	429.86±0.14	431.02±0.16	434.31±0.32	436.24±0.08

FUENTE: Bhios Laboratorios, (2018).

± = Desviación estándar.

La humedad reportada por el TRA3 de 4,88% valor que está dentro del recomendado según la Norma Técnica Peruana para galletas, por otro lado (Cheftel 1999) menciona que a humedades inferiores a 11,00% se evitan deterioros en el almacenamiento prolongado, a temperaturas de 20 °C. Con respecto al porcentaje de ceniza 2% la cual está dentro de lo especificado como máximo (3,00%) para galletas según NTP 206.011:1981, (2016). En cuanto al contenido de proteínas se ve claramente mejorada al adicionar harinas de granos andinos con respecto a la muestra testigo, comparados con el TRA3 tiene 0.59% más de proteínas, estos valores son superiores al obtenido por (Cerezal *et al.*, 2011). Quien encontró un contenido de proteínas de 0.3% para una mezcla dulce, (Nmorka Okezie, 1983) indica que la adición de legumbres a los productos de panadería mejora su calidad nutricional ya que aumenta su calidad y cantidad proteica. Vilcanqui, 2002 (citado por Mujica *et al.*, 2006), indica que el análisis químico proximal de las galletas obtenidas con mezcla de harina de quinua y otras harinas varía de acuerdo al porcentaje de la mezcla y tipo de harina. La mezcla trigo-maca-quinua evidencia proteína 11.67 %, grasa 13.78 %, ceniza 3.58 %, fibra cruda 2.08 % y carbohidratos 68,89 %.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS ELABORADAS CON HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA

Para la evaluación sensorial se utilizó una escala hedónica, para evaluar los atributos: la apariencia general, el olor, el sabor y el color, que fueron evaluados estadísticamente mediante el Análisis de Variancia, que se muestra en el Anexo III.

Los resultados de la Tabla 5 muestra que las formulaciones con mejores resultados se encuentran en el TRA 3, que presenta mayor contenido de harina de quinua negra germinada. En las puntuaciones que cada juez determinó para cada atributo evaluado de

la galleta elaborada con la adición de harina de quinua negra germinada se puede resaltar que el atributo del olor es el que obtiene una mayor puntuación.

La apariencia general, el olor, el sabor y el color son las cualidades generales salientes de los productos de pastelería; (Rea, 1979) señala que el uso de quinua en mezclas con harina de trigo para panificación, pueden variar entre 10 y 30%; los productos resultantes presentaron una degustación favorable y un buen grado de conservación. Por otro lado, (Soto, 1983) encontró que el nivel de reemplazo adecuado para las galletas dulces fue de 25% de harina de tarwi.

Tabla 5: Evaluación sensorial de la galleta en estudio (n = 20).

	Testigo	TRA 1	TRA 2	TRA 3
Apariencia general	3.10±0.71a	3.20±0.52a	3.35±0.67a	3.50±0.68a
Olor	3.00±0.72b	3.10±0.64b	4.05±0.76a	4.68±0.54a
Sabor	3.30±0.80b	3.25±0.63b	4.21±0.68a	4.56±0.73a
Color	3.30±0.65a	3.40±0.87a	3.70±0.80a	3.90±0.62a

FUENTE: Elaboración propia (2018).

± = Desviación estándar.

4.3.1. Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada del atributo apariencia general

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo III.1) para el atributo apariencia general de las galletas, podemos afirmar que no existe diferencia estadística significativa $P = 0.241$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es mayor a $P \leq 0.05$, por esta razón al realizar la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 6, indica que sus medias no son significativamente diferentes.

Tabla 6: Comparación TUKEY para atributo Apariencia general de la galleta.

Tratamientos	Media	Tukey (P≤0.05)
TRA3	3.50±0.68	A
TRA2	3.35±0.67	A
TRA1	3.20±0.52	A
Testigo	3.10±0.71	A

FUENTE: Elaboración propia.

± = Desviación estándar

De la comparación Tukey mostrado en la Tabla 6 se puede apreciar estadísticamente que los tratamientos, incluido la muestra testigo, no presentan variabilidad en el atributo apariencia general. Esto nos permite afirmar que las apreciaciones de los panelistas son homogéneos en cuanto al atributo mencionado.

Por otro lado, en la figura 3 muestra que la puntuación máxima se da cuando el porcentaje de harina de quinua negra germinada es mayor. El atributo de apariencia es el que menor calificación logra, estudios realizados por (Singh *et al.*, 1991) señalan que la adición de harina de garbanzo disminuye el volumen, oscurece la corteza y afecta a la miga volviéndola más seca y áspera. Se han realizado estudios sobre el efecto de la sustitución, total o parcial, de la harina de trigo por harina de garbanzo sobre la calidad de dos tipos de bizcochos, se observó que al aumentar el porcentaje de harina de garbanzo se producía una disminución del volumen, la simetría, la luminosidad de la corteza y de la miga y de la adhesividad, a la vez que aumentaba la firmeza inicial y la tendencia al endurecimiento. Por lo que se deduce que el elevado contenido de harina de quinua negra germinada no ocasiona características desfavorables en la apariencia general del producto, que al momento de realizar el corte no presenta desprendimiento de su masa lo que resulta favorable al momento de su evaluación.

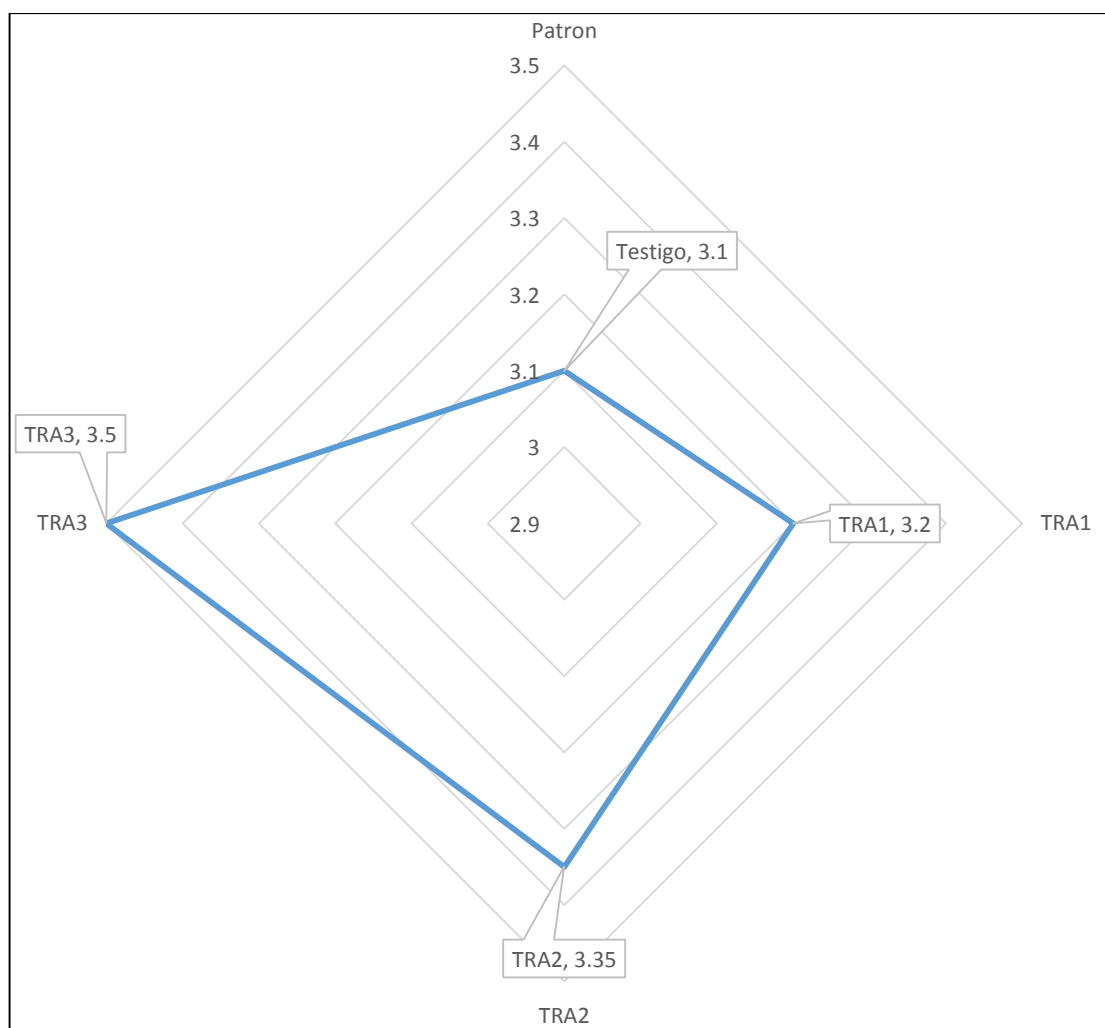


Figura 3: Resultado de la apariencia general de las galletas.

3.3.2. Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, con relación al atributo Olor

De los resultados obtenidos del análisis de varianza del atributo olor (Anexo III.2), se puede observar que existen diferencias significativas $P = 0.028$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es menor a $P \leq 0.05$, por esta razón al realizar la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 7, indica que los TRA3 y TRA2; son diferentes estadísticamente a la muestra testigo y el TRA1. Por lo tanto, sus medias son significativamente diferentes.

Tabla 7: Comparación TUKEY atributo olor de la galleta.

Tratamientos	Media	Tukey ($P \leq 0.05$)
Testigo	3.00 \pm 0.72	b
TRA1	3.10 \pm 0.64	b
TRA2	4.05 \pm 0.76	a
TRA3	4.68 \pm 0.54	a

FUENTE: Elaboración propia.

 \pm = Desviación estándar

De la comparación Tukey, mostrada en la Tabla 7 se puede apreciar que estadísticamente los tratamientos, difieren, por tanto presentan cierto grado de variabilidad en el atributo olor, esto nos permite afirmar que las apreciaciones de los panelistas son heterogéneos respecto al atributo olor de galletas con quinua negra germinada.

De la figura 4, se puede apreciar que los tratamientos presentan variabilidad en el atributo olor. El tratamiento que obtuvo mayor puntuación es el TRA3 con una puntuación de 4.68 según la escala hedónica aplicada, seguido del TRA2 con 4.05, seguido por el TRA1 con 3.1, y el de menor aceptación la muestra patrón con 3.00 puntos de la escala hedónica.

El olor es un parámetro muy importante en la aceptabilidad de cualquier producto, pero esta característica se ve influenciada por las materias primas utilizadas como harina, hojuelas y salvado empleadas no son alimentos que transmitan olores extraños ni desagradables al producto, al respecto (Coloma, 2000), menciona que las galletas elaboradas a base de una mezcla de harina en 80% de sustitución con proporciones 10:10:40:20:20 (Ca:Ce:Q:Ta:Tr), fue considerado como el mejor tratamiento por ser la

más aceptable por el panel de degustación y que cumple con los requisitos nutricionales exigidos.

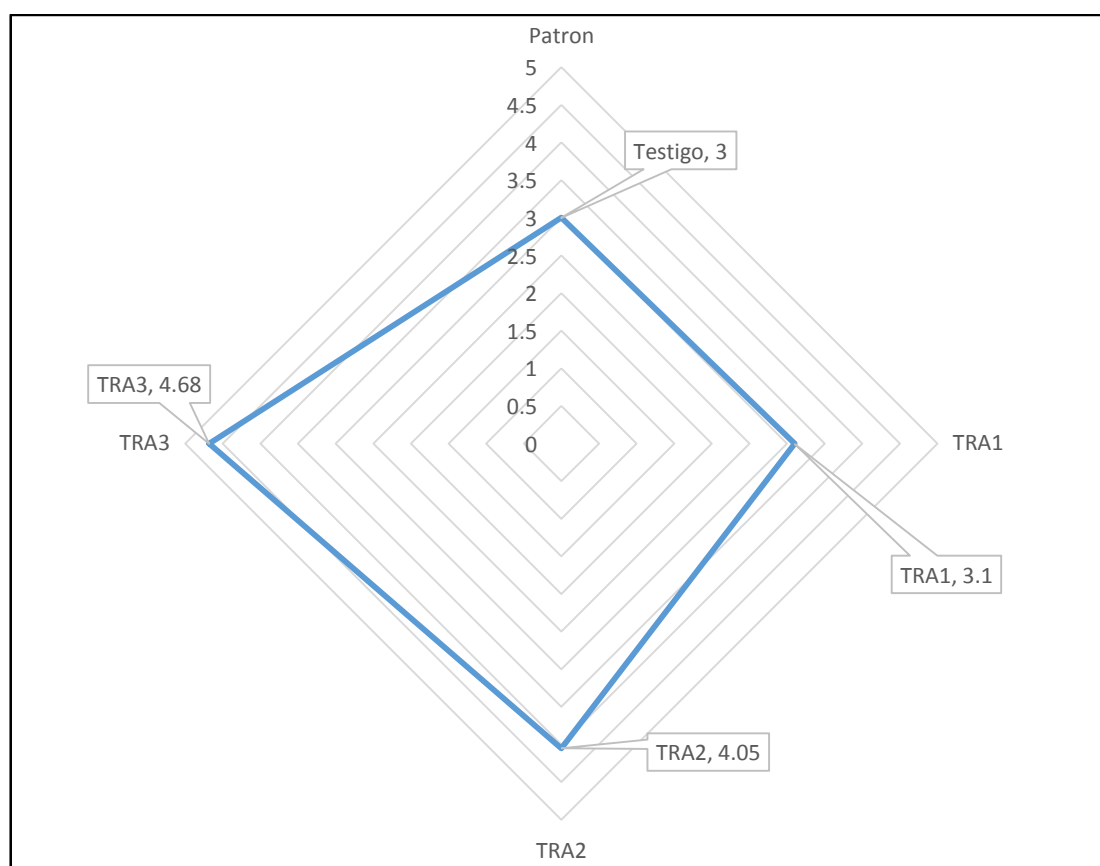


Figura 4: Resultados del atributo olor de las galletas.

3.3.3. Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, respecto al atributo Sabor

De los resultados obtenidos del análisis de varianza del atributo sabor (Anexo III.3), se puede observar que existen diferencias significativas $P = 0.016$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es menor a $P \leq 0.05$, por esta razón al realizar la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 8, indica que no existe diferencias estadísticas entre la muestra testigo y el TRA1, asimismo no existen diferencias entre el TRA2 y TRA3, pero si existen diferencias entre los dos pares de tratamientos

mencionados, se concluye el TRA3 tiene más sabor en comparación a los demás tratamientos.

Tabla 8: Comparación TUKEY atributo sabor de la galleta.

Tratamientos	Media	Tukey ($P \leq 0.05$)
Testigo	3.30±0.80	b
TRA1	3.25±0.63	b
TRA2	4.06±0.68	a
TRA3	4.56±0.73	a

FUENTE: Elaboración propia.

± = Desviación estándar

Como se observa, de la comparación Tukey mostrada en la Tabla 8 se puede apreciar que estadísticamente los tratamientos no difieren entre la muestra testigo y el TRA1 de igual modo entre el TRA2 y TRA3, pero si existe diferencia estadística significativa entre los dos pares, podemos deducir que las calificaciones de los panelistas en parte son homogéneas y heterogéneas, en su apreciación del atributo sabor de las galletas con quinua negra germinada.

De la figura 5, se puede apreciar que los tratamientos presentan variabilidad en el atributo sabor. El tratamiento que obtuvo mayor puntuación es el TRA3 (30% de harina de quinua negra germinada) con una puntuación de 4.56 según la escala hedónica aplicada, seguido del TRA2 con 4.21, seguido por el TRA1 con 3.25, y el de menor aceptación la muestra patrón con 3.3., al caso (Carpenter y Lyon, 2002). afirma que es una de las características organolépticas de mayor importancia en el producto puesto que el sabor resulta de la combinación de cuatro propiedades color, olor, sabor, gusto y viscosidad por lo que su percepción es compleja.

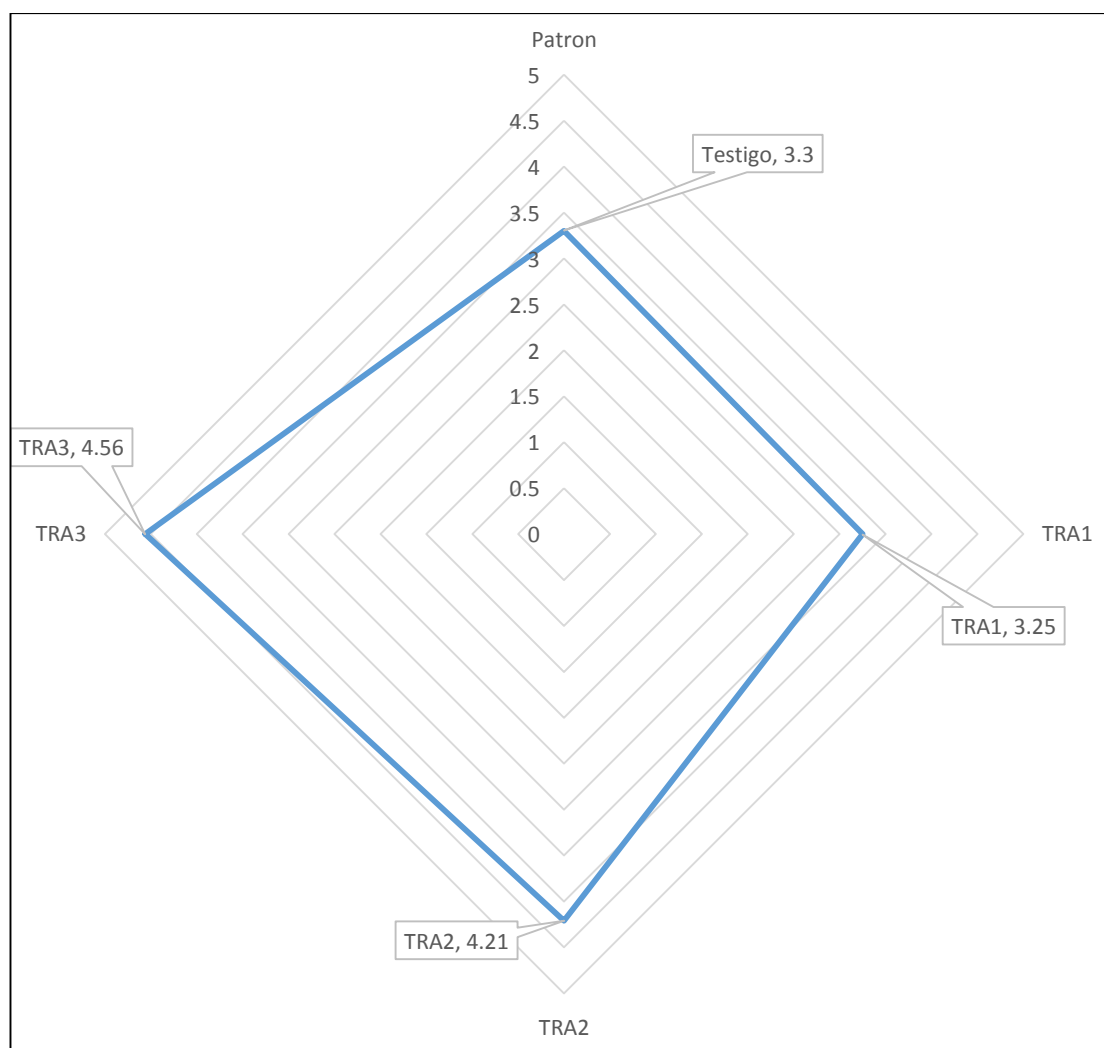


Figura 5: Resultados del atributo sabor de las galletas.

3.3.4. Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con la adición de harina de quinua negra germinada, respecto al atributo color

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo III.4) del atributo color, de donde podemos afirmar que no existe diferencia estadística significativa $P = 0.061$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es mayor a $P \leq 0.05$, por esta razón al realizar la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 9, indica que solo hay el grupo a. Por lo tanto, sus medias no son significativamente diferentes.

Tabla 9: Comparación TUKEY atributo color de la galleta.

Tratamientos	Media	Tukey ($P \leq 0.05$)
TRA3	3.90±0.62	a
TRA2	3.70±0.80	a
TRA1	3.40±0.87	a
Testigo	3.30±0.65	a

FUENTE: Elaboración propia.

± = Desviación estándar

De acuerdo a la Tabla 9, comparaciones de Tukey, se puede apreciar que estadísticamente no hay diferencias entre todas las muestras estudiadas del cual podemos inferir que las apreciaciones de los panelistas son homogéneos respecto al atributo color de las galletas con quinua negra germinada.

De la figura 6, se puede apreciar que los tratamientos presentan variabilidad en el atributo color. El tratamiento que obtuvo mayor puntuación es el TRA3 (30% de harina de quinua negra germinada) con una puntuación de 3.9 según la escala hedónica aplicada, seguido del TRA2 con 3.7, seguido por el TRA1 con 3.4, y el de menor aceptación la muestra patrón con 3.3.

En relación al atributo del color, la que es analizada por un fenómeno complejo basado en que la señal luminosa incide sobre la retina que es la capa fotosensible del ojo y provoca impulsos eléctricos que son inducidos por el nervio óptico hasta el cerebro, la sensación visual se percibe y es interpretada. Por su parte Ennis, (1999) afirma que las escalas de valoración del color son útiles en la selección y clasificación de la materia prima, en el procesamiento de alimentos y para generar el impacto visual del producto en el consumidor por lo cual es importante esta propiedad sensorial para la calidad del

producto en ese sentido los dos tratamientos mencionados presentan buena calidad sensorial respecto al color.

El color es una cualidad de gran importancia en la aceptabilidad de cualquier producto, los cambios que se originan al hornear se asocian a un complejo fenómeno habitualmente conocido como pardeamiento o reacción de Maillard según (Cauvain, 2007, citado por Toaquiza, 2012). Así mismo Coloma, (2000) menciona que las galletas elaboradas a base de una mezcla de harina en 80% de sustitución con proporciones 10:10:40:20:20 (Ca:Ce:Q:Ta:Tr), fue considerada como el mejor tratamiento por ser la más aceptable por el panel de degustación en el atributo color.

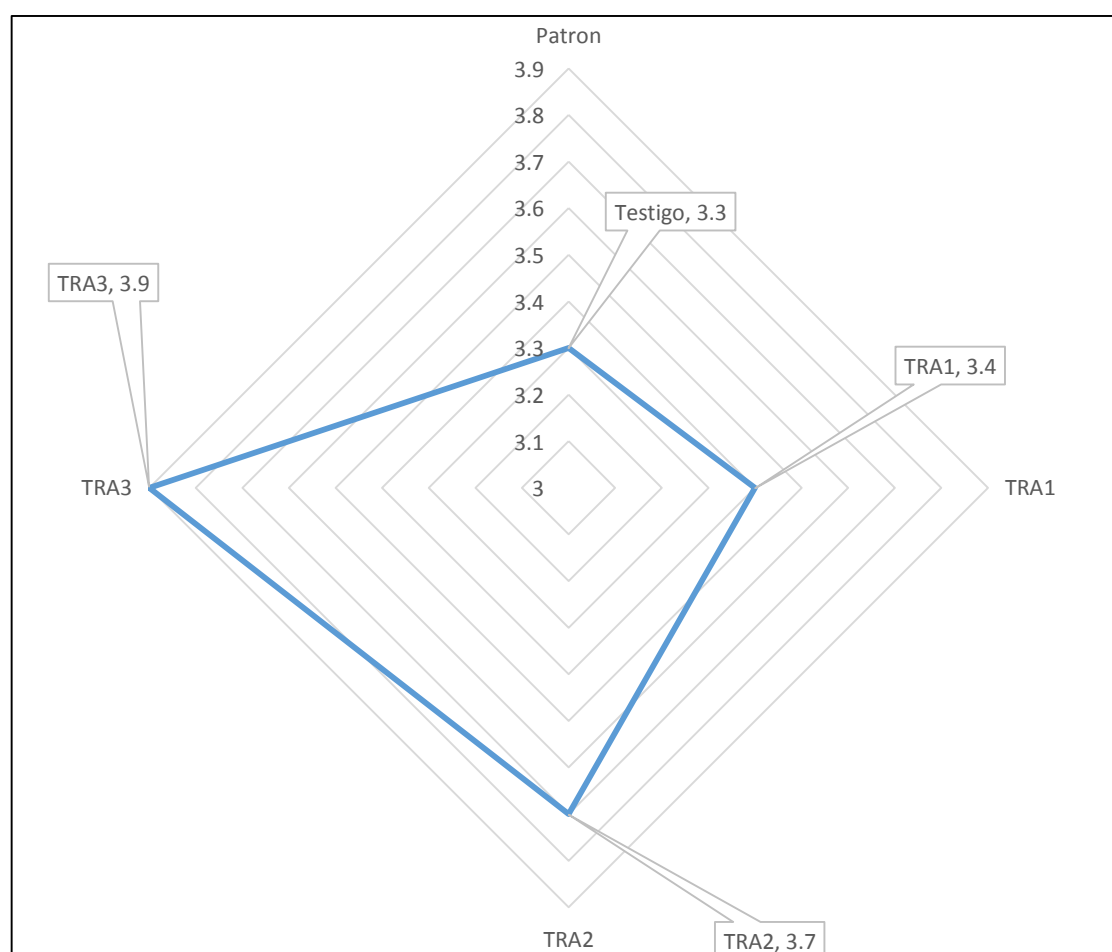


Figura 6: Resultados del atributo color de las galletas.

4.4. Análisis de la calidad proteica de la galleta de harina de quinua negra germinada

4.4.1. Retención de la proteína neta (RPN)

En la Tabla 10, se presentan los resultados de los ensayos realizados para la determinación de la Retención de Proteína Neta (RPN), a las galletas elaboradas con harina de quinua negra germinada y seleccionadas de la evaluación sensorial: Patrón, TRA2 (20%) y TRA3 (30%), se detallan a continuación:

Tabla 10: Resultados de los ensayos de retención de proteína neta.

	U.M.	Testigo	TRA 2	TRA 3
Número de animales	Und.	3	3	3
Tiempo	Días	18	18	18
Peso inicial	g	55.00±4.5	56.00±2.3	56.33±2.4
Ganancia de peso	g/día	2.32±4.6	2.72±8.3	10.72±7.9
Masa seca consumida	g/día	78.1±7.1	78.36±16.3	86.50±17.2
Consumo de proteína	g/día	6.57±0.6	6.09±1.9	7.28±1.4
RPN		2.72±0.5b	2.81±0.6b	3.67±0.4a

FUENTE: Bhios Laboratorios 2018.

± = Desviación estándar.

De los resultados obtenidos del análisis de varianza para la retención de la proteína neta (RPN) (Anexo IV.1), podemos afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa $P = 0.031$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es menor a $P \leq 0.05$, por esta razón se realizó la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 11, donde indica que el grupo a contiene a TRA3 es diferente y mayor que los demás tratamientos,

TRA2 y la muestra testigo no presenta diferencias estadísticas e indican que retienen en menor proporción la proteína neta.

Tabla 11: Comparación TUKEY para la retención de proteína neta.

Tratamientos	N	Media	Tukey ($P \leq 0.05$)
TRA3	3	3.67±0.5	a
TRA2	3	2.81±0.6	b
Testigo	3	2.72±0.4	b

FUENTE: Elaboración propia.

± = Desviación estándar

De la Tabla 11, el resultado obtenido para el RPN, determinado mediante la prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0.05$), indica que el TRA3, tiene mayor valor de retención, siendo menores su contenido proteico de los demás tratamientos, al respecto (Vargas, *et al.*, 1986), halló un valor de RPN de 3.04 al estudiar una fórmula infantil (soya, arroz y banano) enriquecida con 0.3% de lisina y 0.2% de metionina, por su parte, (Ulloa y Valencia, 1993) hallaron un valor de RPN de 3.95 con una fórmula terapéutica con concentrado de proteína de garbanzo (Bressani *et al.*, 1986), hallaron un RPN de 3.26 al enriquecer arroz con 30% de gandul maduro, (Vargas, 1986) al realizar un estudio comparativo entre las tortillas de maíz y pan blanco en bollo encontró valores de NPR de 3.57 y 2.73 respectivamente.

Estos resultados nos permiten afirmar que los resultados de la presente investigación están dentro del rango de los resultados publicados.

4.4.2. Digestibilidad aparente (Dap)

En la Tabla 12, se presentan los resultados de Digestibilidad aparente (Dap), a las galletas elaboradas con harina de quinua negra germinada y seleccionadas de la

evaluación sensorial: Testigo, TRA2 (20%) y TRA3 (30%), los que son detallados a continuación:

De los resultados obtenidos del análisis de varianza de los ensayos de digestibilidad aparente (Dap) (Anexo IV.2), podemos afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa $P = 0.036$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es menor a $P \leq 0.05$, por esta razón se realizó la prueba de comparación múltiple de TUKEY,

Tabla 12: Resultados de los ensayos digestibilidad aparente.

	U.M.	Testigo	TRA 2	TRA 3
Número de animales	Und.	3	3	3
Tiempo	Días	7	7	7
Peso inicial	g	57.43±3.7	56.92±4.5	57.70±3.6
Ganancia de peso	g	-0.02±1.17	-0.52±2.41	8.7±1.86
Masa seca consumida	g	31.99±2.90	24.43±3.76	40.11±4.46
Consumo de nitrógeno	g	0.43±0.04	0.33±0.05	0.54±0.54
Total de heces excretado	g	3.20±0.42	2.49±0.44	3.55±0.43
Total de nitrógeno excretado	g	0.078±0.01	0.059±0.01	0.073±0.009
Digestibilidad aparente	%	81.81±1.36b	81.85±2.49b	86.54±0.99a

FUENTE: Bhios Laboratorios 2018.

± = Desviación estándar.

De los resultados obtenidos del análisis de varianza de los ensayos de digestibilidad aparente (Dap) (Anexo IV.2), podemos afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa $P = 0.036$ entre los diferentes tratamientos, debido a que es menor a $P \leq 0.05$, por esta razón se realizó la prueba de comparación múltiple de TUKEY, tabla 13, donde indica que el TRA3 tiene una media superior y se diferencia

estadísticamente de los otros tratamientos, mientras que TRA2 y la muestra testigo son iguales se infiere que el TRA3 tiene más asimilación de proteína en comparación a los demás tratamientos.

Tabla 13: Comparación TUKEY para la Digestibilidad Aparente.

Tratamientos	N	Media	Tukey ($P \leq 0.05$)
TRA3	3	86.54±0.99	a
TRA2	3	81.85±2.49	b
Testigo	3	81.81±1.36	b

FUENTE: Elaboración propia.

± = Desviación estándar

FAO/OMS (1992) publica que la densidad aparente de la Caseína (patrón) es de 89.70, a un 10% de proteína, los resultados hallados en la presente investigación son relativamente menores, podría ser debido a la calidad de la proteína, Al respecto (Yáñez *et al.*, 1989) hallaron un valor Digestibilidad aparente (Dap) de 78.8% en pan de molde enriquecido con 10% de harina de frejoles. Al caso, (Loayza y Bressani, 1988) estudiaron sobre el valor biológico de diferentes leguminosas encontraron valores de Dap de 87.15%, 85.61% y 81.92% al estudiar lupino, caupí y canavalia cocida a 200 °C x 2.5', así mismo (Bressani *et al.*, 1987), hallaron valores de Dap de 79.5% en hojuelas de kiwicha, por su parte (Lúquez *et al.*, 1990), estudiaron otra especie de semilla de kiwicha resultando que tenía un Dap de 68.5%., por su parte (Estévez *et al.*, 1987), Menciona que en sus estudios de enriquecimiento de pan con 5% de harina de garbanzo obtuvieron una Dap de 87.8% de igual modo (Cárdenas, 1991) obtuvo una Dap de 80.43% al enriquecer panes con camote rallado, por otro lado (Jimenez, 2000) menciona que como resultados de la investigación reporto valores de Dap (%) entre 81.81 y 86.54, y lo que podría considerarse aumentar harina más proteica para alcanzar el patrón FAO/OMS.

V. CONCLUSIONES

PRIMERA: El proceso de germinado realizado a la quinua negra aumento en 0.78 % en el contenido de proteína y disminuyo el contenido de humedad en 3.23 %, la grasa, cenizas y fibra, tuvieron disminución no significativa.

SEGUNDA: El análisis proximal realizado a los diferentes tratamientos de galletas demostró que a mayor porcentaje de adición de harina de quinua negra germinada aumenta el contenido de proteína, esta variación fue de 0.59 g. los demás componentes humedad, grasa y ceniza mostraron disminución no significativa.

TERCERA: La evaluación sensorial determino que a mayor contenido de harina de quinua negra germinada en las galletas aumenta el olor y sabor del producto, lo cual no afecta en la apariencia general y el color.

CUARTA: La calidad proteica realizada por las pruebas biológicas, determino que a mayor inclusión de harina de quinua negra germinada el RPN aumento a 3.67, siendo 2.72 del tratamiento testigo, el Dap se incrementó a 86.54% en la muestra con 30% de adición de harina de quinua negra germinada, teniendo en cuenta que la muestra testigo tuvo 81.81%

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar más trabajos en procesos de germinación en diferentes variedades de quinua, tomando en consideración tiempo, temperatura, diámetro de tallo.

SEGUNDA: Determinar el parámetro óptimo de germinado donde la cantidad de proteína sea estable en las diferentes variedades de quinua.

TERCERA: Realizar más evaluaciones nutricionales a galletas tomando en consideración los parámetros (tiempo, temperatura, etc.), variedad y proporción de quinua.

CUARTA: Promover el consumo de las diferentes variedades de quinua, ya sea transformado o en estado natural.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AOAC. (2004). *Official Methods of Analysis*. 18th.Edition.

Abderrahim, F., Huanatico, E., Segura, R., Arribas, S., Gonzales, C. y Condezo-Hoyos, L. (2015). *Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa sedes (Chenopodium quinoa Willd.) from Peruvian Altiplano*. *Journal Food Chemistry* 183: 83-90.

Abderrahim, F., Huanatico, E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Arribas, M., Gonzales, C. y Condezo-Hoyos, L. (2012). *Effect of germination on total phenolic compounds, total antioxidant capacity, Maillard reaction products and oxidate stress markers in cañihua (Chenopodium pallidicaule)*. *Journal of Cereal Science*. 56: 410-417.

Arroyave, L. (2013). *Utilización de la Harina de Quinoa (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. (Tesis de Grado). Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle.

Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica*. (1^{ra} edición). Editorial Acribia: España.

ASTM. (2011). *Standard Guide for Sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products*. West Conshohocken, United States.

Barceló, E. y Hughes, S. (2001). *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S.A.). Madrid-España.

Berna, B. (1995). *Obtención y caracterización de harinas a partir de germinados de cañihua (Chenopodium pallidicaule) y Lenteja (Lens culinaris)*. (Tesis). Universidad Nacional Agraria la Malina. Lima-Perú.

- Bewley, D. (1997). *Seed germination and dormancy*. The Plant Cell. American Society of Plant Physiologists, 9, 1055-1066.
- Bett, L. y Dionigi, P. (1997). *Detecting seafood flavors: Limitations of sensory evaluation*. Food technology. 51 (8).
- Bradford, J. (1995). *Water relations in seed germination*. En: Kigel, J. y Galili, G. (Editores). Seed development and germination, 352-396- Marcell Dekker Inc., New York.
- Bressani, R., Gómez-Brenes, R. y Luiz, G. (1986). *Calidad nutricional de la proteína del gandul, tierno y maduro y su valor suplementario a los cereales*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 36 (1). Marzo. pp 108-116.
- Bressani, R., Sumar, L., Ortiz, M. y Luiz, G. (1987). *Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped (a. caudatus)*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 37 (3). Set. pp.524-531.
- Castillo, C. y Pérez, O. (2014). *Análisis de galletas*. 2014. p. 8. (En línea: http://www.conadecus.cl/documentos/Analisis_%20de_%20Galletas_informe_tecnico.pdf)
- Cárdenas, H. (1991). *Evaluación químico nutricional de cultivares nativos de camote Ipomoea batata (L.) Lámpara su utilización en la forma de rallado como sustituto de trigo en panificación*. (Tesis Magister Science). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Carpenter, P. y Lyon, H. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. España: Editorial Acribia.

- Cauvain, S. y Young, L. (2007). *Fabricación de pan*. Zaragoza, España: Acribia, S.A.
- Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., Romero, N. y Arcos, R. (2011). *Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas*. Nut. Hosp., 161-169.
- Costell, E. (2000). *Análisis sensorial: Evolución, situación actual y perspectivas*. Industria y alimentos internacional, 2, 34-39.
- Coloma, A. (2000). *Elaboración de galletas a base de una mezcla de harina de kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), cebada (*Hordeum vulgare* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y trigo (*Triticum vulgare* L.)*. (Tesis). Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú
- Colbach, N., Chauvel, B., Durr, C. y Richard, G. (2002). *Effect of environmental conditions on Alopecurus myosuroides germination. I. Effect of temperature and light*. European Weed Research Society, 42, 210-221.
- Corbineau, F. y Côme, D. (1995). *Control of seed germination and dormancy by the gaseous environmet*. En: Seed Development and germination, Kigel, J. y Galili, G. (Editores). pp. 397-424. Marcel Dekker Inc., New York.
- Coultate, T. (2007). *Manual de química y bioquímica de los alimentos*. (3^{ra} edición), Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Cheftel, C. y Cheftel, H. (1976). *Introducción a la biquímica y tecnología de los alimentos* (Vol. I). Zaragoza, España: Acribia S. A.
- Crowe, H., Hoekstra, A. y Crowe, M. (1992). *Anhydrobiosis*. Annual Review of Physiology, 54, 579-599.

- Espinoza, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. (1^{ra} edición). Cuba: Editorial Universitaria.
- Estévez A., Figuerola R., Vásquez D., Castillo, V. y Yáñez, E. (1987). *Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (cicer arietinum).II. Composición química y calidad biológica de panes elaborados con mezclas de las mismas*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 37 (3). Set.pp.515-524
- Ennis, M. (1999). *Foundations of sensory science and vision for the future. Food Technology*. 52(7).
- Fano, H. (2000). *Los cultivos andinos en perspectiva*. Centro de estudio Regional Andinos Bartolomé de las casas. Perú - Cuzco.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1989). *Evaluación de la calidad de las proteínas. Informe de una consulta de expertos*. Bethesola, MD, Estados unidos.
- FAO/OMS (1992). *Conferencia internacional sobre nutrición y desarrollo: una evaluación mundial, edición revisada impresa en Italia*.
- Food and Agriculture Organization – FAO. (1992). *Evaluación de la calidad de la proteína*. Roma. Italia.
- Food and Agriculture Organization – FAO (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Roma, Italia.

Ferrato, J. (2003). *El Análisis Sensorial, Una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor.*

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm>

Gómez, M. y Huapaya, H. (2013) *Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (*chenopodium quinoa*) y kiwicha (*amarantus caudatus*)*

Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 16 (01). Págs. 54-60

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2013). *INIA 420 “Negra Collana” – Variedad con granos de buena calidad para la agroindustria, exportación y consumo nacional.* Programa Nacional de Investigación de Cultivos – Estación Experimental Agraria ILLPA – Puno, Perú.

Jiménez, S. (2014). *El efecto de la inclusión de harina de cacao en la elaboración de galletas*, (Tesis de grado). Especialización en Ciencia y Tecnología de alimentos. Universidad Nacional del Altiplano.

Jiménez, S. (2000). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado.* (Tesis, Post grado), UNALM. Red Peruana de Alimentación y Nutrición, Lima Perú.

Lintschinger, J. (1997). Genetic and agronomic variation in arabinoxylan and ferulic acid contents of durum wheat (*Triticum durum* L.) grain and its milling fractions. *Journal of Cereal Science*, 25, 103-110.

Loayza, C. y Bressani, R. (1988). *Evaluación de la calidad proteínica de harinas de leguminosas obtenidas por tostación en leches calentadas.* Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 38 (1) .Marzo,pp.152-161.

- Luquez, S., Lucas, M., Cid, J., García, N. y Fernández, S. (1990). *Composición química y valor nutritivo de la proteína de amaranthus quitensis*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 40 (1). Marzo.pp.69-74.
- Mataix, J. (2004). *Nutrición y Alimentación Humana, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos*. Editorial Océano, Granada, España. 1533 pp.
- Mujica, A. y Jacobsen, E. (2006). *La quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*. En: Moraes R., M.; Øllgard, B.; Kvist, L. P.; Borchsenius, F. y H. Balslev. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A. y Jacobsen, E. (2006). *Agroindustria de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en los países andinos*. Puno, Perú.
- Mujica, A., Ortiz, O., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A. y Jacobsen, E. (2006). *Agroindustria de la Quinua (Chenopodium quinoa Willd) en los países andinos. Proyecto Quinua: Cultivo Multipropósito para los Países Andinos INTIOlk01 Perú - Bolivia - Colombia*. PNUD, CONCYTEC, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, PROINPA y Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Neff, M., Fankouser, C. y Chory, J. (2000). *Light: an indicator of time and place*. *Genes and Development*, 14, 257-271.
- NTP 206.011:1981 (revisada el 2016) BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad. (1^{ra} Edición)

- Nmorka, G. y Okezie, B. (1983). *Nutritional quality of winged bean composite breads*. *Cereal Chemistry* (60), 198-202.
- Olguín, M. y *et. al.*, (2001). *Actividad ureásica en productos de soya*. Propuesta de un nuevo método. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 51 (3).
- Pellet, P. y Young, R. (1980). *Evaluación nutricional de alimentos proteínicos*. Ed. por Peter Pellet. The United Nations University. Tokyo. Japón.
- Rea, J. (1979). *Prácticas Agronómicas en Quinoa*. In: Cultivos Andinos. Quinoa y Kañiwa. Bogota, Colombia: CIID-IICA.
- Rojas, B. (2002). *Efecto del Tratamiento Térmico de la Extrusión sobre la Calidad Proteica del Frijol (Phaseolus Vulgaris L.) del tipo Panamito*. Tesis UNALM. Perú.
- Singh, N., Harinder, K., Sekhon, K. y Kaur, B. (1991). *Studies on the improvement of functional*. *Journal of Food Processing* (15), 391-402.
- Soto, N. (1983). *Niveles de sustitución de harina de trigo por harina de lupino (Lupinus mutabilis)*. Tesis, Ingeniería Industrias Alimentarias, Lima.
- Toaquiza, V. y Nelly, A. (2012). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto INIAP-Alegría (amaranthus caudatus) y panela*. (Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos, Ecuador.

- Ureña, M. (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. (1^{ra} edición). Lima – Perú: Editorial UNALM.
- Ulloa, J. y Valencia, M. (1993). *Desarrollo de una fórmula médica a partir de un concentrado proteínico de garbanzo (cicerarietinum)*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 43 (1). pp. 50-54.
- Vargas E., Muñoz, R. y Gómez, J. (1986). *Composición química y valor biológico de tortillas y pan producidos a nivel industrial en Costa Rica*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 36 (3) .Set. pp. 456-465.
- Vilcanqui, F. (2002). *Elaboración de Galletas Mediante Sustitución de Harina de Trigo (Triticum vulgare) por Harina de Maca (Lepidium meyenii) y Quinoa (Chenopodium quinoa)*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Yañez, E., Wulf, H., Cafati, C., Acevedo, G. y Reveco, V. (1989). *Fortificación del pan con harina de frejoles (phaseolus vulgaris, l) II*. Valor nutritivo del pan fortificado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 39 (4). Dic. pp. 620-630.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de la quinua negra y quinua negra germinada

Humedad

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndices	1	15.6493	15.6493	195.13	0.000
Error	4	0.3208	0.0802		
Total	5	15.9701			

S = 0.2832 R-cuad. = 97.99% R-cuad.(ajustado) = 97.49%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subíndices	N	Media	Agrupación
QN	3	10.1700	A
QNG	3	6.9400	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Proteína

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndices	1	0.735	0.735	6.30	0.046
Error	4	0.467	0.117		
Total	5	1.202			

S = 0.3415 R-cuad. = 61.17% R-cuad.(ajustado) = 51.46%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subíndices	N	Media	Agrupación
QNG	3	15.1500	A
QN	3	14.4500	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Grasa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndices	1	4.0344	4.0344	135.38	0.000
Error	4	0.1192	0.0298		
Total	5	4.1536			

S = 0.1726 R-cuad. = 97.13% R-cuad.(ajustado) = 96.41%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subíndices	N	Media	Agrupación
QN	3	6.7400	A
QNG	3	5.1000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fibra

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndices	1	0.5046	0.5046	7.76	0.050
Error	4	0.2600	0.0650		
Total	5	0.7646			

S = 0.2550 R-cuad. = 66.00% R-cuad. (Ajustado) = 57.49%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subíndices	N	Media	Agrupación
QN	3	3.2600	A
QNG	3	2.6800	B

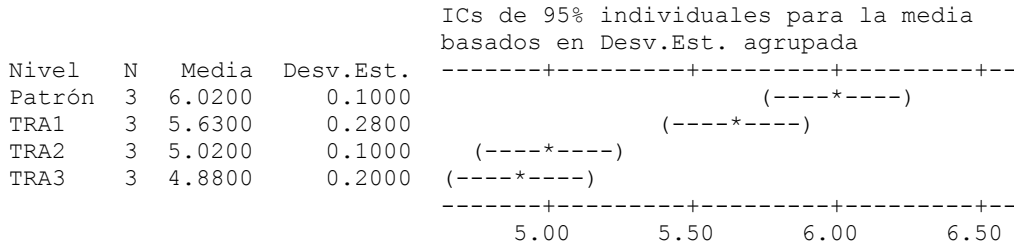
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 2. Analisis estadistico de las galletas elaboradas

Humedad

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndice	3	2.5544	0.8515	24.61	0.000
Error	8	0.2768	0.0346		
Total	11	2.8312			

S = 0.1860 R-cuad. = 90.22% R-cuad.(ajustado) = 86.56%



Desv.Est. agrupada = 0.1860

Agrupar información utilizando el método de Tukey

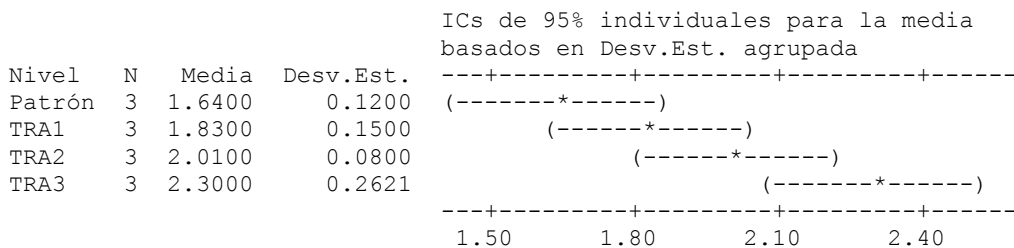
Subíndice	N	Media	Agrupación
Patrón	3	6.0200	A
TRA1	3	5.6300	A
TRA2	3	5.0200	B
TRA3	3	4.8800	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Proteína

Fuente	GL	SC	CM	F	P
subíndices	3	0.7095	0.2365	8.45	0.007
Error	8	0.2240	0.0280		
Total	11	0.9335			

S = 0.1673 R-cuad. = 76.00% R-cuad.(ajustado) = 67.01%



Desv.Est. agrupada = 0.1673

Agrupar información utilizando el método de Tukey

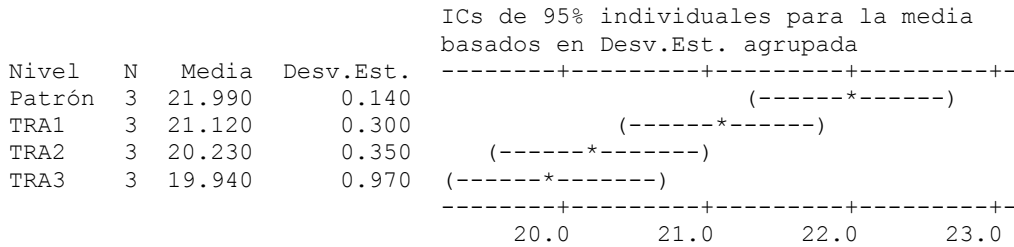
subíndices	N	Media	Agrupación
TRA3	3	2.3000	A
TRA2	3	2.0100	A B
TRA1	3	1.8300	B
Patrón	3	1.6400	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Grasa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndice	3	7.744	2.581	8.80	0.006
Error	8	2.346	0.293		
Total	11	10.090			

S = 0.5415 R-cuad. = 76.75% R-cuad.(ajustado) = 68.03%



Desv.Est. agrupada = 0.542

Agrupar información utilizando el método de Tukey

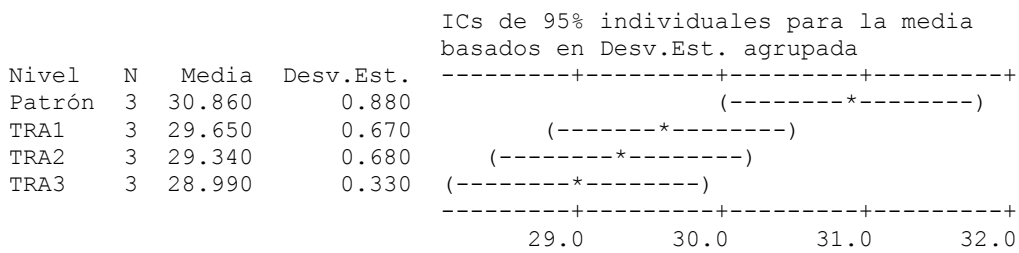
Subíndice	N	Media	Agrupación
Patrón	3	21.9900	A
TRA1	3	21.1200	A B
TRA2	3	20.2300	B
TRA3	3	19.9400	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fibra

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subíndices	3	5.944	1.981	4.42	0.041
Error	8	3.589	0.449		
Total	11	9.533			

S = 0.6698 R-cuad. = 62.35% R-cuad.(ajustado) = 48.23%



Desv.Est. agrupada = 0.670

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subíndices	N	Media	Agrupación
Patrón	3	30.8600	A
TRA1	3	29.6500	A B
TRA2	3	29.3400	A B
TRA3	3	28.9900	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 3. Análisis sensorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Formulario de Evaluación Sensorial de galletas de quinua negra germinda

Nombre:.....

Fecha:.....**Sexo:** (M) (F) **Edad:** (15 - 28) (29 - 40) años.

I. INSTRUCCIONES

Observe y deguste las siguientes muestras, en el cuadro adjunto escriba el número de su preferencia según el código de tratamiento.

- Muy Bueno 5
- Bueno 4
- Aceptable 3
- Regular 2
- Desagradable 1

ATRIBUTOS SENSORIALES	TRATAMIENTOS			
	Patrón	TRA1	TRA2	TRA3
Olor				
Sabor				
Color				
Apariencia general				

COMENTARIOS:.....

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL - (APARIENCIA GENERAL)					RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL - (COLOR)				
JUECES	TRATAMIENTOS				JUECES	TRATAMIENTOS			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Juez 01	4	2	3	4	Juez 01	3	3	4	3
Juez 02	4	4	4	5	Juez 02	3	3	5	4
Juez 03	4	3	3	3	Juez 03	2	4	3	4
Juez 04	3	4	3	3	Juez 04	4	4	3	4
Juez 05	3	3	4	3	Juez 05	3	3	3	3
Juez 06	2	3	4	4	Juez 06	3	4	4	4
Juez 07	4	3	3	5	Juez 07	4	4	4	5
Juez 08	3	3	4	4	Juez 08	4	4	4	3
Juez 09	3	2	4	2	Juez 09	2	2	3	3
Juez 10	3	4	2	5	Juez 10	4	3	5	4
Juez 11	2	2	2	2	Juez 11	3	3	3	3
Juez 12	3	4	4	5	Juez 12	4	3	4	4
Juez 13	2	2	2	2	Juez 13	3	3	3	3
Juez 14	3	3	3	3	Juez 14	3	3	4	5
Juez 15	3	3	3	3	Juez 15	4	3	3	4
Juez 16	3	3	3	3	Juez 16	2	4	3	4
Juez 17	3	3	3	3	Juez 17	3	3	3	3
Juez 18	4	3	4	5	Juez 18	4	4	4	5
Juez 19	3	2	4	2	Juez 19	5	2	3	3
Juez 20	3	4	2	2	Juez 20	3	3	3	3

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL - (SABOR)					RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL - (OLOR)				
JUECES	TRATAMIENTOS				JUECES	TRATAMIENTOS			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Juez 01	4	3	4	4	Juez 01	3	3	4	3
Juez 02	4	5	3	5	Juez 02	4	4	4	5
Juez 03	3	3	4	3	Juez 03	2	4	4	4
Juez 04	4	4	4	4	Juez 04	3	4	3	3
Juez 05	3	3	3	4	Juez 05	3	3	3	3
Juez 06	2	3	4	4	Juez 06	2	3	4	4
Juez 07	4	5	4	4	Juez 07	4	3	3	3
Juez 08	3	3	4	4	Juez 08	3	3	3	4
Juez 09	3	4	2	5	Juez 09	3	3	3	3
Juez 10	4	3	5	4	Juez 10	4	3	4	3
Juez 11	2	3	4	2	Juez 11	2	2	2	3
Juez 12	3	3	5	4	Juez 12	3	3	5	4
Juez 13	3	3	4	4	Juez 13	3	3	3	3
Juez 14	3	5	3	4	Juez 14	4	3	4	5
Juez 15	4	2	4	3	Juez 15	4	3	3	4
Juez 16	4	3	4	3	Juez 16	2	4	3	4
Juez 17	3	4	3	4	Juez 17	3	3	3	3
Juez 18	4	4	4	4	Juez 18	4	3	3	3
Juez 19	3	2	2	5	Juez 19	3	3	3	3
Juez 20	3	3	4	4	Juez 20	3	4	3	3

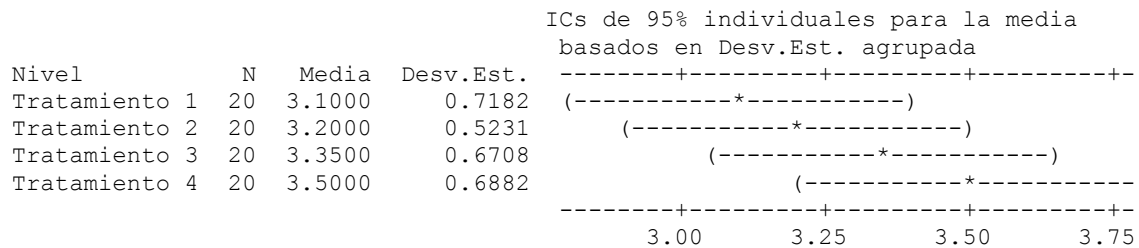
APARIENCIA GENERAL

Tabla 3.1. Análisis de varianza atributo apariencia general de la galleta.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	1.837	0.612	1.43	0.241
Error	76	32.550	0.428		
Total	79	34.387			

FUENTE: Elaboración propia.

*: Significativo



Desv.Est. agrupada = 0.6544

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
Tratamiento 4	20	3.5000	A
Tratamiento 3	20	3.3500	A
Tratamiento 2	20	3.2000	A
Tratamiento 1	20	3.1000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.97%

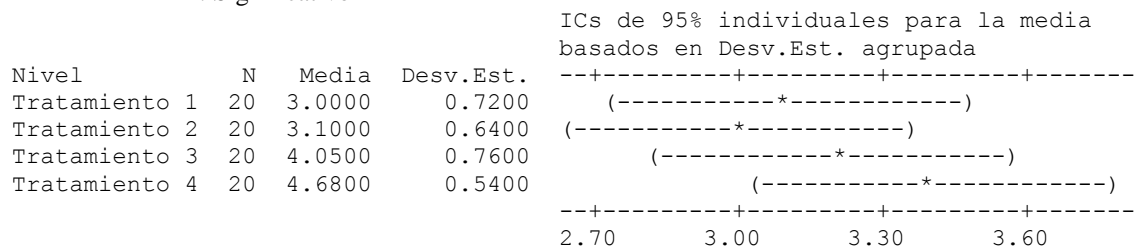
OLOR

Tabla 3.2. Análisis de varianza atributo olor de la galleta.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	1.750	0.583	0.82	0.028*
Error	76	53.800	0.708		
Total	79	55.550			
C.V.	16.36%				

FUENTE: Elaboración propia.

*: Significativo



Desv.Est. agrupada = 0.8414

Agrupar información utilizando el método de Tukey

N	Media	Agrupación

Tratamiento 4	20	4.6800	A
Tratamiento 3	20	4.0500	A
Tratamiento 1	20	3.0000	B
Tratamiento 2	20	3.1000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.97%

SABOR

Tabla 3.3. Análisis de varianza atributo sabor de la galleta.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	2.700	0.900	1.75	0.016*
Error	76	39.100	0.514		
Total	79	41.800			
C.V.	21.43%				

FUENTE: Elaboración propia.

*: Significativo

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
Tratamiento 1	20	3.3000	0.80	(-----*-----)
Tratamiento 2	20	3.2500	0.63	(-----*-----)
Tratamiento 3	20	4.0600	0.68	(-----*-----)
Tratamiento 4	20	4.5600	0.73	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
3.00 3.30 3.60 3.90

Desv.Est. agrupada = 0.7173

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
Tratamiento 4	20	4.5600	A
Tratamiento 3	20	4.0500	A
Tratamiento 1	20	3.3000	B
Tratamiento 2	20	3.2500	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.97%

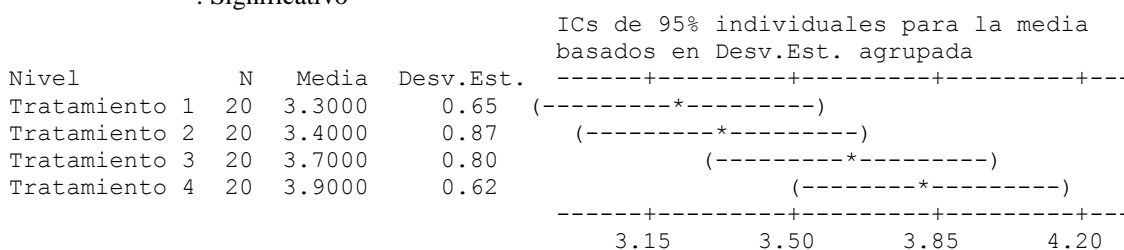
COLOR

Tabla 3.4. Análisis de varianza atributo color de la galleta.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	4.550	1.517	2.56	0.061
Error	76	45.00	0.592		
Total	79	49.550			

Fuente: Elaboración propia.

*: Significativo



Desv.Est. agrupada = 0.7695

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
Tratamiento 4	20	3.9000	A
Tratamiento 3	20	3.7000	A
Tratamiento 2	20	3.4000	A
Tratamiento 1	20	3.3000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.97%

Anexo 4. Pruebas biológicas**Tabla 4.1.** Análisis de varianza para la retención de proteína neta.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	9.39	3.13	12.20	0.031*
Error	20	5.13	0.2565		
Total	23	14.52			
C.V.	13%				

FUENTE: Elaboración propia.

*: Significativo

Tabla 4.2. Análisis de varianza para la digestibilidad aparente.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	2	88.44	44.22	14.69	0.036*
Error	15	45.15	3.01		
Total	17	133.59			
C.V.	2.08%				

FUENTE: Elaboración propia.

*: Significativo

Anexo 5. Fotos



Foto 1: Quinua negra y quinua negra germinada



Foto 2: Insumos para la galleta.



Foto 3: Manipulando la amasadora.



Foto 4: Producto obtenido: galletas.

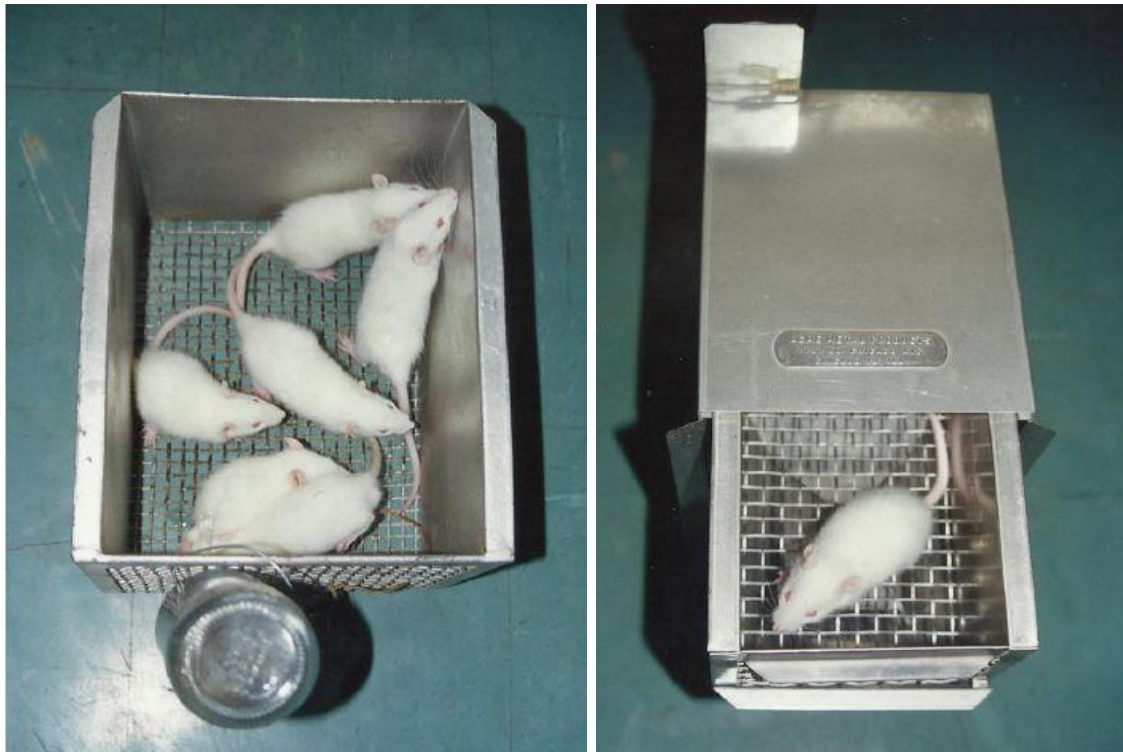


Foto 5: Evaluación biológica de Crianza de ratas

Anexo 6. Informe de ensayos



INFORME DE ENSAYOS N° 7026

PAGINA 01 DE 02

PRODUCTO DECLARADO	: Quinoa negra
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	: Harina
CODIFICACION/MARCA	: M-1 QN (R-1; R-2 y R-3); M-2 QNG (R-1; R-2 y R-3)
PROCEDENCIA	: No especifica
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA	: 06 muestras de 500 gr cada uno
PRESENTACION, ESTADO Y CONDICION	: En bolsa de polietileno
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: Responsabilidad del cliente
REGISTRO DE MUESTREO N°	: No aplicable
FECHA Y HORA DE MUESTREO	: No Especificadas
CONDICIONES DE LA RECEPCION DE LA MUESTRA	: Muestra recibida en el envase (cliente)
PERIODO DE CUSTODIA	: No aplicable
FECHA DE RECEPCION	: 08 de Enero del 2018

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 01

DETERMINACION	HARINA DE QUINUA NEGRA			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	10.15	10.17	10.19	%
Proteína	14.45	14.91	13.99	%
Grasa	6.74	6.54	6.94	%
Cenizas	2.64	2.56	2.72	%
Fibra cruda	3.06	3.26	3.46	%
Carbohidratos	62.66	62.74	62.86	%
Energía	401.14	410.14	398.40	kcal/100g

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 02

DETERMINACION	HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	6.54	7.34	6.94	%
Proteína	15.23	14.98	15.24	%
Grasa	5.24	4.96	5.10	%
Cenizas	1.50	1.42	1.62	%
Fibra cruda	2.98	2.36	2.68	%
Carbohidratos	73.68	73.91	73.52	%
Energía	415.25	410.23	420.26	kcal/100g

ABREVIATURAS:

- %: Expresado en Porcentaje.
- kcal/100g: Kilocalorías por 100 gramos de muestra.

Av. Quiñones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
 Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274615 RPC 983768683 RPM #054068110
 e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



PAGINA 02 DE 02

OBSERVACIONES

- Ninguna

METODOS UTILIZADOS:

- **Humedad** : AOAC Official Method 925.09 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.02 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Proteína** : FQ-010. Determinación de Proteína en Cereales, Alimentos Piensos. Versión 04-2012.
- **Grasa** : AOAC Official Method 920.85(32.1.13) Fat (Crude) or Ether Extract in Flour. 16th Ed. Rev. Online 2012.
- **Cenizas** : Norma Técnica Peruana 205.038 1975. Harinas. Determinación de Cenizas.
- **Fibra cruda** : AOAC Official Method 920.86 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.15 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Carbohidratos** : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8^a (Edición, 2009)
- **Energía** : Calculo.

NOTAS IMPORTANTES

- No guarda contra muestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

FECHA DE EMISION DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 21/02/2018



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Av. Quiñones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768683 RPM #954068110
e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 7027

PAGINA 01 DE 03

PRODUCTO DECLARADO : GALLETAS DE QUINUA NEGRA
DESCRIPCION DEL PRODUCTO : Galleta circular
CODIFICACION/MARCA : M-1, M-2, M-3 y M-4 (R-1; R-2 y R-3)
PROCEDENCIA : No especifica
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 12 muestras de 300 gr cada uno
PRESENTACION, ESTADO Y CONDICION : En bolsa de polietileno
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : Responsabilidad del cliente
REGISTRO DE MUESTREO N° : No aplicable
FECHA Y HORA DE MUESTREO : No Especificadas
CONDICIONES DE LA RECEPCION DE LA MUESTRA : Muestra recibida en el envase (cliente)
PERIODO DE CUSTODIA : No aplicable
FECHA DE RECEPCION : 08 de Enero del 2018

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 01

DETERMINACION	GALLETAS DE QUINUA NEGRA M-1			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	6.02	5.92	6.12	%
Proteína	1.64	1.52	1.76	%
Grasa	21.99	22.13	21.85	%
Cenizas	0.86	0.81	0.92	%
Fibra cruda	30.86	29.98	31.74	%
Carbohidratos	-	-	-	%
Energía	429.86	430.22	428.55	kcal/100g

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 02

DETERMINACION	GALLETAS DE QUINUA NEGRA M-2			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	5.63	5.91	5.35	%
Proteína	1.83	1.68	1.98	%
Grasa	21.12	21.42	20.82	%
Cenizas	0.80	0.89	0.79	%
Fibra cruda	29.65	28.98	30.32	%
Carbohidratos	-	-	-	%
Energía	431.86	425.14	435.33	kcal/100g

Av. Quifones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
 Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
 e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



PAGINA 02 DE 03

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 03

DETERMINACION	GALLETAS DE QUINUA NEGRA M-3			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	5.02	5.12	4.92	%
Proteína	1.93	2.01	2.09	%
Grasa	20.23	20.58	19.88	%
Cenizas	0.78	0.85	0.69	%
Fibra cruda	29.34	28.66	30.02	%
Carbohidratos	-	-	-	%
Energía	434.02	429.87	436.54	kcal/100g

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 04

DETERMINACION	GALLETAS DE QUINUA NEGRA M-4			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Humedad	4.88	5.08	4.68	%
Proteína	2.59	2.08	2.23	%
Grasa	19.94	18.97	20.91	%
Cenizas	0.76	0.81	0.69	%
Fibra cruda	28.99	28.66	29.32	%
Carbohidratos	-	-	-	%
Energía	436.24	438.65	433.99	kcal/100g

ABREVIATURAS:

- %: Expresado en Porcentaje.
- kcal/100g: Kilocalorías por 100 gramos de muestra.

OBSERVACIONES

- Ninguna

METODOS UTILIZADOS:

- **Humedad** : AOAC Official Method 925.09 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.02 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Proteína** : FQ-010. Determinación de Proteína en Cereales, Alimentos Piensos. Versión 04-2012.
- **Grasa** : AOAC Official Method 920.85(32.1.13) Fat (Crude) or Ether Extract in Flour. 18th Ed. Rev. Online 2012.
- **Cenizas** : Norma Técnica Peruana 205.038 1975. Harinas. Determinación de Cenizas.
- **Fibra cruda** : AOAC Official Method 920.86 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.15 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Carbohidratos** : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8ª (Edición, 2009)
- **Energía** : Calculo.

NOTAS IMPORTANTES

- No guarda contra muestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

Av. Quifones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954065110
e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



PAGINA 03 DE 03

FECHA DE EMISION DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 21/02/2018



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Av. Quiñones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com



INFORME DE ENSAYOS N° 7028

PAGINA 01 DE 02

PRODUCTO DECLARADO : CARCASA DE RATA Y HECES DE RATA
DESCRIPCION DEL PRODUCTO : Carcasa y heces
CODIFICACION/MARCA : M-1 y M-2, (R-1; R-2 y R-3)
PROCEDENCIA : No especifica
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 12 muestras
PRESENTACION, ESTADO Y CONDICION : En bolsa de polietileno
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : Responsabilidad del cliente
REGISTRO DE MUESTREO N° : No aplicable
FECHA Y HORA DE MUESTREO : No Especificadas
CONDICIONES DE LA RECEPCION DE LA MUESTRA : Muestra recibida en el envase (cliente)
PERIODO DE CUSTODIA : No aplicable
FECHA DE RECEPCION : 08 de Enero del 2018

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 01

DETERMINACION	CARCASA DE RATA			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Nitrógeno M-1	8.21	8.96	8.54	%
Nitrógeno M-2	9.89	9.82	8.96	%
Nitrógeno M-3	10.12	10.15	10.04	%

RESULTADOS FISICOQUIMICOS 02

DETERMINACION	HECES DE RATA M-2			UNIDADES
	R-1	R-2	R-3	
Nitrógeno M-1	3.09	4.61	4.72	%
Nitrógeno M-2	4.08	3.78	4.05	%
Nitrógeno M-3	3.37	3.56	3.63	%

ABREVIATURAS:
 • %: Expresado en Porcentaje.

Av. Quiñones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
 Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
 e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



PAGINA 02 DE 02

OBSERVACIONES

- Ninguna

METODOS UTILIZADOS:

- **Humedad** : AOAC Official Method 925.09 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.02 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Proteína** : FQ-010. Determinación de Proteína en Cereales, Alimentos Piensos. Versión 04-2012.
- **Grasa** : AOAC Official Method 920.85(32.1.13) Fat (Crude) or Ether Extract in Flour. 18th Ed. Rev. Online 2012.
- **Cenizas** : Norma Técnica Peruana 205.038 1975. Harinas. Determinación de Cenizas.
- **Fibra cruda** : AOAC Official Method 920.86 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.15 Solids (Total) and Moisture in Flour. 19th Ed. Rev. Online 2012.
- **Carbohidratos** : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8^a (Edición, 2009)
- **Energía** : Calculo.

NOTAS IMPORTANTES

- No guarda contra muestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

FECHA DE EMISION DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 21/02/2018.



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Av. Quiñones B-6 - Urb. Magisterial II Etapa - Umacollo - Arequipa - Perú
Tel / Fax: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhioslabs@terra.com.pe bhios@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio