

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA, COLOR, FIRMEZA Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE NUGGETS DE POLLO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CESAR ENRIQUE PANDURO CASTAÑEDA

TRUJILLO, PERÚ

2015

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

Dr. FERNANDO RODRIGUEZ ÁVALOS
PRESIDENTE

MS. CARLA PRETELL VÁSQUEZ
SECRETARIO

ING. MAX VÁSQUEZ SENADOR
VOCAL

M.Sc. ELENA MATILDE URRACA VERGARA
ASESORA

DEDICATORIA

A mis padres Carmen Beatriz Castañeda Vergara y César Augusto Panduro Javier, por ser mi mayor fuente de inspiración en estos 23 años de mi vida, por enseñarme que para lograr ser un profesional de éxito, no es necesario tener grandes cosas materiales, por el contrario, es saber aprovechar al máximo lo poco que te pueden ofrecer a base de esfuerzo y sacrificio para lograr cumplir tus metas y ser lo que todo hijo desea en el mundo: su mayor orgullo.

A mis tías: Sandra, Zoila, Milagros, Silvia por tanto amor y apoyo; a mis queridos tíos: Lucho, Nelson, Carlos, Fernando, Beto por sus diarias palabras de motivación; a mis primos: Carmen, Cristhian, Piero, Carol, Alexandra, Daniela, Angelo, Diego por ser mi fuente de energía; a mis abuelos paternos: Violeta y Manuel por los buenos deseos.

A mis ángeles de la guarda que desde el cielo siempre estuvieron conmigo en los momentos que más los necesité: a mi mamá Ele, papá Enrique, tío Kike, tía Tula, tía Pati, tía Tita por tanto amor que recibí, guiarme por el camino del bien y sobre todo por enseñarme que la familia y el estudio son lo más importante en la vida.

AGRADECIMIENTO

Te doy gracias Dios, por ser el amigo incondicional, sincero que nunca me falla y que siempre me brinda su eterna bondad y misericordia. Gracias por tu presencia en mi corazón y por fortalecer en mí la vocación para llegar a ser un profesional de éxito, por no abandonarme durante la etapa de mi formación profesional y darme la oportunidad de lograr uno de mis más anhelados sueños: Ser ingeniero.

Un agradecimiento especial a mi asesora M.Sc. Elena Matilde Urraca Vergara, por aceptar asesorarme y depositar en mí su confianza para lograr culminar con éxito la presente investigación, gracias por sus oportunos consejos y conocimientos, por su amistad que desde ya la cultivo con mucho amor, por la ayuda y orientación que siempre me proporcionó durante el desarrollo del proyecto.

A mis amigos, en especial a Jesús Obregón por apoyarme en la parte estadística y ofrecerme parte de su tiempo para el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Carátula	i
Aprobación por el Jurado de Tesis	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice General.....	v
Índice de Cuadros.....	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Anexos	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1. Quinoa	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Producción y rendimiento de la quinua	4
2.1.3. Valor nutritivo de la quinua	5
2.1.4. Propiedades funcionales de la quinua	7
2.1.5. Harina de quinua.....	7
2.2. Nuggets	8
2.2.1. Propiedades funcionales.....	10
2.2.2. Formulación base para nuggets de pollo	10
2.2.3. Ingredientes para la elaboración de nuggets de pollo.....	11

	A) Pechuga	11
	B) Pierna de pollo.....	12
	C) Harina de trigo	13
	D) Carboximetil celulosa	13
	E) Condimentos	13
	F) Huevo	14
	G) Sal	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	Lugar de ejecución	15
3.2.	Materiales y equipos.....	15
3.2.1.	Materiales	15
	A) Materia prima.....	15
	B) Insumos	15
	C) Materiales de laboratorio	15
	D) Reactivos.....	16
3.2.2.	Equipos.....	16
3.3.	Metodología.....	17
3.3.1.	Esquema experimental	17
3.3.2.	Formulación para la elaboración de nuggets de pollo.....	18
3.3.3.	Formulación del empanizado.....	19
3.3.4.	Diagrama para la elaboración de nuggets de pollo	19
3.3.5.	Procedimiento para la elaboración de nuggets de pollo	20
3.3.6.	Métodos de análisis	22
	A) Determinación de proteína	22
	B) Determinación de color.....	22
	C) Determinación de firmeza.....	22
	D) Aceptabilidad general	23
3.3.7.	Métodos estadísticos	25

	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Proteína	26
4.2. Color	29
4.3. Firmeza.....	34
4.4. Aceptabilidad general	38
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. BIBLIOGRAFÍA	43
VIII. ANEXO	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca.....	6
Cuadro 2. Propiedades nutricionales del nugget de pollo	10
Cuadro 3. Formulación base para nuggets de pollo.....	11
Cuadro 4. Información nutricional de la pechuga de pollo.....	12
Cuadro 5. Valor nutritivo de la pierna de pollo	12
Cuadro 6. Porcentajes de los principales componentes de la harina de trigo	13
Cuadro 7. Formulación de nuggets de pollo.....	18
Cuadro 8. Formulación del empanizado.....	19
Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de proteína en nuggets de pollo.....	27
Cuadro 10. Prueba de Duncan para los valores de proteína en nuggets de pollo.....	28
Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para L^* , a^* y b^* en nuggets de pollo ..	31
Cuadro 12. Análisis de varianza para L^* , a^* y b^* en nuggets de pollo.....	32
Cuadro 13. Prueba de Duncan para L^* en nuggets de pollo	33
Cuadro 14. Prueba de Duncan para b^* en nuggets de pollo	34
Cuadro 15. Prueba de Levene modificada para los valores de firmeza en nuggets de pollo	36
Cuadro 16. Análisis de varianza para los valores de firmeza en nuggets de pollo.....	36

Cuadro 17. Prueba de Duncan para los valores de firmeza en nuggets de pollo.....	37
Cuadro 18. Prueba de Friedman para aceptabilidad general en nuggets de pollo.....	39
Cuadro 19. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en nuggets de pollo.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental del efecto de la sustitución de harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en nuggets de pollo.....	17
Figura 2. Diagrama para elaboración de nuggets de pollo con harina de quinua	20
Figura 3. Ficha de evaluación para la aceptabilidad general de nuggets de pollo.....	24
Figura 4. Proteína en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua.....	26
Figura 5. Parámetros de color L*, a* y b* en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua.....	29
Figura 6. Firmeza en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua	35
Figura 7. Rango promedio de aceptabilidad general en nuggets de pollo.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos experimentales de color, firmeza y proteína en nuggets de pollo ...	50
Anexo 2. Resumen estadístico de color, firmeza y proteína en nuggets de pollo.....	51
Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo	
Primera repetición	52
Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo	
Segunda repetición.....	53
Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo	
Tercera repetición.....	54
Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo	
Cuarta repetición	55
Anexo 4. Fotografías de la preparación y análisis del nugget de pollo	56

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo (3, 6 y 9%) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) sobre el contenido de proteína, color (L^* , a^* y b^*), firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo. El análisis de varianza determinó efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, sobre el contenido de proteína, parámetros de color (L^* y b^*) y firmeza. Los nuggets elaborados con la sustitución del 9% de harina de trigo por harina de quinua, produjo el mayor contenido de proteína (28.95%); el 3 y 6%, la mejor firmeza (2.38 y 2.43 N, respectivamente); el 3%, la mejor luminosidad L^* (44.43); y el 6%, el mejor valor de b^* (26.67). Con respecto a la aceptabilidad general, la prueba de Friedman y Wilcoxon indicó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos. La sustitución del 6% de harina de trigo por harina de quinua presentó la mayor aceptación general con un valor de rango promedio de 3.46 y una moda estadística de 7 puntos, que corresponde a una percepción de “me agrada moderadamente”.

ABSTRACT

The effect of the substitution of wheat flour (3, 6, 9%) by quinoa flour (*Chenopodium quinoa*) on the protein content, color (L^* , a^* , b^*), firmness, and general acceptability in chicken nuggets was evaluated. With the analysis of variance showed a significant effect ($p < 0.05$) of the substitution of wheat flour by quinoa flour on the protein content, color parameters (L^* , b^*), and firmness. Nuggets made with the substitution of 9% of wheat flour gave the highest protein content (28.95%); 3 and 6%, the best firmness (2.38 and 2.43 N, respectively); 3%, the best luminosity L^* (44.43); and 6%, the best value of b^* (26.67). Regarding to general acceptability, Friedman and Wilcoxon test showed significant difference ($p < 0.05$) among treatments. The substitution of 6% of wheat flour showed the highest general acceptability with 3.46 as average range and 7 points as mode, belonging to the perception of "I like it moderately".

I. INTRODUCCIÓN

La creciente disponibilidad per cápita de la carne de pollo deriva de muchos factores, que incluyen la mayor comodidad de los productos de pollo, tal como son las pechugas sin piel y sin hueso; los nuggets de pollo empanizado; y la oferta de productos pre-cocidos, pre-sazonados y listos para servir tal como es el pollo asado (Marroquín, 2011).

Los alimentos fritos apanados como los nuggets de pollo, son preferidos por los consumidores debido al aumento de la palatabilidad proporcionado por un interior suave y húmedo, junto con una corteza crujiente y porosa. La crocancia es uno de los atributos texturales más importantes y deseables, ya que se encuentra asociada a la frescura y calidad de alimentos fritos apanados. Muchos investigadores han trabajado en diversas técnicas para caracterizar y medir la crocancia (Antanova y otros, 2003).

Considerada un alimento perfecto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la quinua, ni cereal ni leguminosa, es muy nutritiva, es de gran adaptación a suelos pobres y tolerante incluso a las heladas y sequías. Apetecida por los consumidores de productos orgánicos de los países industrializados, la quinua posee 16 aminoácidos y se le atribuye propiedades cicatrizantes, desinflamatorias, analgésicas y desinfectantes (Montañez y Pérez, 2007).

Analizando desde el punto de vista económico, el precio de la quinua en relación al precio de la carne es mucho más barata, aproximadamente cuesta un tercio de lo que cuesta el kg de carne. Adicionando harina de quinua a los productos cárnicos, éstos serán enriquecidos con proteína vegetal de mejor y más fácil digestión, menos dañina y a menor costo, dando la posibilidad de que se expendan a menor precio al público, es decir se adquirirá un embutido de buena calidad y a bajo costo. Además de ofrecer un producto original ya que en el mercado se expenden varios tipos de productos cárnicos elaborados con harina de trigo y/o almidón modificado, pero no con el empleo de la harina de quinua, que más se ha utilizado en el sector de la panificación, quizá por no tener el suficiente conocimiento sobre la diversa aplicación que tiene la harina, la cual aporta al mejoramiento de la salud en especial del sistema digestivo; al consumir productos cárnicos con harina de quinua, la población se verá beneficiada, desde los niños hasta los ancianos que igualmente requieren la mayor cantidad de nutrientes posibles (Marroquín, 2011).

La industria cárnica, al igual que otros sectores de la alimentación, está experimentando importantes transformaciones como consecuencia de continuas innovaciones tecnológicas y cambios en la demanda de los consumidores, impulsados por los avances en los conocimientos en torno a la relación dieta-salud, una de estas innovaciones es la sustitución de aditivos alimentarios vegetales (harinas, almidones, féculas e hidrocoloides), los cuales actúan como extensores cárnicos, de esta manera reducen costos y maximizan sus ganancias (Marroquín, 2011).

En ésta investigación se sustituyó parte de la harina de trigo por harina de quinua en la elaboración de nuggets de pollo, con la finalidad de brindar al consumidor un producto nuevo, de calidad, con adecuadas características nutricionales y, así, de ésta manera, satisfacer las exigencias del mercado y competir con similares productos cárnicos.

El problema fue:

¿Cuál será el efecto de tres sustituciones de harina de trigo (3, 6 y 9%) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo?

Los objetivos fueron:

- Evaluar el efecto de tres sustituciones de harina de trigo (3, 6 y 9%) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo.
- Determinar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) que producirá el mayor contenido de proteína, mejor color, adecuada firmeza y la mayor aceptabilidad general de nuggets de pollo.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Quinoa

2.1.1. Generalidades

La quinoa, conocida también en diferentes países como suba, pasca, supha, hupa, kiwina, lijcha, arrocillo americano, arroz de Perú, arroz pequeño, trigo de inca, y cuyo nombre científico es *Chenopodium quinoa*, es un cereal cultivado desde por lo menos 3000 a.C. Es una planta rústica, que crece en cualquier tipo de suelo, no es exigente en cuanto al agua y puede desarrollarse con facilidad en tierras relativamente secas, lo cual es su característica de mayor interés. La digestibilidad de la proteína de la quinoa oscila entre el 76 y 78% en muestras crudas, que puede incrementarse sometiendo el cereal a diferentes tratamientos térmicos o de otro tipo. El principal impedimento para el uso de la quinoa es la presencia de saponinas, que le confieren un sabor amargo. En dependencia del método de obtención de la harina podrá o no eliminarse ese sabor, lo que determina el posterior empleo de la misma (Andújar y otros, 2000).

2.1.2. Producción y rendimiento de la quinoa

En el año 2010, la producción anual de quinoa en el Perú fue de 82185 t y el rendimiento promedio anual alcanzando fue de 2866 kg/ha. Esta productividad, aunque baja, es superior a la de Bolivia y Ecuador (MINAG, 2011).

Los bajos rendimientos que caracterizan al cultivo de quinua se deben principalmente al tamaño de sus granos, lo que dificulta su recolección y procesamiento. El tamaño de los granos está estrechamente relacionado con la variedad de quinua; así, las variedades dulces se caracterizan por poseer granos pequeños; mientras que las variedades amargas presentan granos de mayor tamaño. La presencia de saponinas constituye otro obstáculo para la comercialización y exportación de la quinua debido a su toxicidad y sabor amargo. Por ello, se han planteado algunas opciones para aprovechar tales sustancias; no habiéndose concretado nada aún con respecto a la utilización de dichos compuestos como subproductos de la quinua (FAO, 2010).

Sin embargo, en los últimos años este cereal ha adquirido importancia económica por la demanda local y mundial. La exportación peruana anual de quinua para el año 2010 fue de 4838 t. Los principales importadores fueron Estados Unidos, Holanda, España y Alemania (MINAG, 2011).

Los principales departamentos productores de quinua en el Perú son: Puno, productor por excelencia, donde se concentra más del 80% de la producción nacional; seguido por Junín, Ayacucho y Cusco con 5%, 3% y 2% respectivamente (INIA, 2010).

2.1.3. Valor nutritivo de la quinua

Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos

esenciales. La quinua ofrece la mayor cantidad de aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo, destacando la lisina que es uno de los más escasos en los alimentos de origen vegetal y que está presente en el cerebro humano (Montañez y Pérez, 2007).

La quinua contiene la vitamina A como el caroteno, Vitamina B como la riboflavina, la niacina, tiamina y la vitamina C, el ácido ascórbico; es rica en minerales como calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio y minerales que ayudan a tener un sistema óseo fuerte principalmente. Además es rica en fibra y en vitamina E, lo que favorece la salud y la belleza corporal, así mismo contiene litio que evita el estrés, la melancolía y la depresión (Montañez y Pérez, 2007).

En el Cuadro 1, se presenta la composición química de granos de quinua y de cereales en base seca observándose el mayor porcentaje de proteína con 16.3%, y un menor porcentaje en fibra cruda de 4.5%.

Cuadro 1. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca

Componente	Quinua	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo
Proteína (%)	16.3	7.6	10.8	10.2	14.2
Grasa (%)	4.7	2.2	1.9	4.7	2.3
Fibra cruda (%)	4.5	6.4	4.4	2.3	2.8
Energía (kcal/100g)	399	372	383	408	392

Fuente: Tapia (2001).

2.1.4. Propiedades funcionales de la quinua

La quinua posee un alto porcentaje de fibra dietética total, lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que pueden dañar el organismo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinua en particular, tienen la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago. La quinua es adecuada en el tratamiento del colesterol, en dietas de adelgazamiento, para la hipertensión y para prevenir enfermedades vasculares en general. Debido a su alto contenido mineral, la quinua se emplea como remedio antihemorrágico, contra la gonorrea y en la tuberculosis (Tapia, 2001).

2.1.5. Harina de quinua

Es un alimento simple y rápido de preparar, muy versátil, puede sustituir a otras harinas. La harina de quinua es un producto obtenido a partir de quinua en grano, la cual pasa por un proceso de limpieza mecánica con aspiración, luego por un proceso de clasificado, molienda y tamizado. Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e inclusive se le fermenta para obtener cerveza o chicha la cual es considerada la bebida de los Incas, cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez. La harina de quinua es producida y se comercializa en Perú y Bolivia, sustituyendo muchas veces a la harina de trigo, enriqueciendo los derivados de pan, tortas y galletas (Tapia, 2001).

Algunos estudios han empleado subproductos agrícolas provenientes del maíz y del arroz en la elaboración de embutidos comerciales. La harina desengrasada de germen de maíz (HDGM) se ha utilizado como sustituto de la harina de trigo entre un 30.5% y 100%, y la harina de salvado de arroz estabilizado (HSA) entre 30% y 50%, en comparación con una salchicha comercial que contenía 3.0% de harina de trigo no exhibieron diferencias en cuanto a humedad, color y análisis sensorial (De Campos y otros, 2007).

2.2. Nuggets

El nugget de pollo es un producto elaborado principalmente con carne de pollo; el cual es moldeado, apanado, prefrito y congelado. Los ingredientes principales para su formulación son: pierna con piel y pechuga de pollo deshuesada, harina de trigo, espesantes, sal, emulsificantes y condimentos. A nivel industrial, la preparación del nugget de pollo se inicia con el molido de la carne y el cuero de pollo, posteriormente se adicionan los aditivos, los cuales han sido previamente dosificados y mezclados antes de ser incorporados a la masa de pollo. Luego, se realiza el mezclado, hasta lograr una masa homogénea. En forma paralela, se prepara el rebozado y el empanizado, ya que, una vez formada la masa de pollo, ésta pasa a través de una máquina formadora, que le proporciona la forma característica al producto. A través de una cinta transportadora se sumerge en la rebozadora y empanizadora; luego se somete a una fritura (freidor continuo). Posteriormente, el producto ingresa al túnel de congelación a una temperatura de -25 °C y un tiempo de residencia de 30 minutos. Finalmente, son envasados, y

almacenados en una cámara (-25 a -28 °C). Los alimentos fritos apanados como los nuggets de pollo, son preferidos por los consumidores debido al aumento de la palatabilidad proporcionado por un interior suave y húmedo, junto con una corteza crujiente y porosa (Acevedo, 2004).

La FAO (2005), a través de la Comisión del Codex Alimentarius, señala una serie de prácticas a ser seguidas cuando se elaboran productos de rápido congelamiento como lo nuggets de pollo, que implican entre algunas el seguimiento de los siguientes pasos: recepción de la materia prima cárnica y no cárnica, almacenamiento de todos los ingredientes, elaboración de la mezcla líquida para el rebozado, mezcla de la carne con otros ingredientes, formando de los nuggets, rebozado o aplicación de mezcla líquida a los nuggets, empanado, procesamiento térmico, enfriamiento, empaque, detección de metales, colocación en cajas de distribución, congelación, almacenamiento congelado, transporte y venta (Montañez y Pérez, 2007).

Los productos empanados son frecuentemente de origen animal, y son generados al haber sido inmersos o expuestos mediante aspersión a una solución adherente que permite fijar a la superficie harina de trigo y sal, otros elementos similares, y que a la par de las bondades gastronómicas protege del aire y calor el contenido y facilita su posterior cocción y congelación. En cuanto a la función del empanado, además de ofrecer un producto gastronómico, es actuar como recubrimiento contenedor de materias primas, que por su condición son blandas y deformables (Marroquín, 2011).

Los nuggets de pollo son generalmente pre-fritos para estabilizarlos, para desarrollar su color, reducir el contenido de humedad, absorber el aceite y facilitar el calentamiento posterior por parte del consumidor. Dicha pre-cocción en aceite suele hacerse a temperaturas que oscilan entre 175 y 190 °C durante 35 a 40 minutos y posteriormente se congelan y para su consumo es necesario freírlos unos minutos en aceite a 170 - 195 °C (Lerena, 2001).

2.2.1. Propiedades nutricionales

En el Cuadro 2, se presenta los componentes nutricionales del nugget de pollo observándose la mayor cantidad de carbohidratos con 17.50 g y una cantidad baja de fibra de 1.80 g.

Cuadro 2. Componentes nutricionales del nugget de pollo

Componente	Cantidad (en 100 g)
Energía (kcal)	262.00
Carbohidratos (g)	17.50
Grasas (g)	14.20
Proteínas (g)	14.90
Fibra (g)	1.80

Fuente: De la Vega (2009).

2.2.2. Formulación base para nuggets de pollo

En el Cuadro 3, se presenta la formulación base para la elaboración de nuggets de pollo.

Cuadro 3. Formulación base para nugget de pollo

Ingredientes	Porcentaje
Pechuga de pollo	64.73
Pierna de pollo	26.61
Harina de trigo	5.42
Carboximetil celulosa	0.24
Huevo	1.09
Condimentos	0.60
Sal	1.31
Total	100

Fuente: Acevedo (2004).

2.2.3. Ingredientes para la elaboración de nuggets de pollo

A) Pechuga de pollo

La pechuga de pollo es una buena fuente de proteína. Es una alternativa económica y un elemento básico en la dieta de todo el mundo. De hecho, es la principal fuente mundial de proteína animal y ha sido una alternativa saludable a la carne roja. Aún así, la pechuga de pollo es la parte más magra del ave y se ha vuelto muy popular entre los atletas y la gente que simplemente busca opciones saludables para su dieta diaria.

En el Cuadro 4, se presenta los principales nutrientes de la pechuga de pollo, apreciándose la mayor cantidad de proteína de 21.4 g y una baja cantidad de hierro de 1.50 mg (Acevedo, 2004).

Cuadro 4. Información nutricional de la pechuga de pollo

Componente	Cantidad (en 100 g)
Proteínas (g)	21.4
Grasa total (g)	3.10
Calcio (mg)	12
Fósforo (mg)	173
Zinc (mg)	1.54
Hierro (mg)	1.50
Niacina (mg)	8.24
Vitamina C (mg)	2.30

Fuente: Tabla de alimentos (2009).

B) Pierna de pollo

En el Cuadro 5, se presenta el valor nutricional de la pierna de pollo, se aprecia la mayor cantidad de proteína (23.68 g) y grasa (12.28 g).

Cuadro 5. Valor nutricional de la pierna de pollo

Componente nutricional	Cantidad (en 100 g)
Proteína (g)	23.68
Grasa (g)	12.28
-Grasa Saturada (g)	3.394
-Grasa Poliinsaturada (g)	2.737
-Grasa Monoinsaturada (g)	4.781
Energía (kcal)	212

Fuente: Tabla de alimentos (2009).

C) Harina de trigo

En el Cuadro 6, se presenta los principales componentes de la harina de trigo encontrándose el almidón y proteína con los porcentajes más elevados de 70 - 75% y 10 - 12%, respectivamente.

Cuadro 6. Principales componentes de la harina de trigo

Componente	Porcentaje
Almidón (%)	70 - 75
Proteínas (%)	10 - 12
Polisacáridos no del almidón (%)	2 - 3
Lípidos (%)	2

Fuente: De la Vega (2009).

D) Carboximetil celulosa

Derivado de la celulosa, mejora la capacidad de retención de agua, es decir el rendimiento en la cocción (Boevink y Frans, 2005).

E) Condimentos

La adición de determinados condimentos y especias da lugar a la mayor característica distintiva de los productos cárnicos. Así por ejemplo el salchichón se caracteriza por la presencia de pimienta, y el chorizo por la de pimentón. Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no (Sánchez, 2003).

F) Huevo

Cumplen un papel de emulsificantes, permiten la unión de carne y grasa; las ovoalbúminas presentan buena capacidad de retención de agua, poder gelificante y alto aporte proteico (más del 85%). Además, dan buen sabor al producto terminado (Sánchez, 2003).

G) Sal

La cantidad de sal en la elaboración de embutidos es de 1.0 - 1.7%. Las funciones son dar sabor al producto, conservar, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano pero favorece el enranciamiento de las grasas (Verdesoto, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales, análisis fisicoquímicos y análisis sensoriales se realizaron en los Laboratorios de Productos Cárnicos y de Ciencia de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Materiales

A) Materia prima

Pechuga y pierna de pollo obtenida de la avícola El Rocío.

B) Insumos

- Harina de quinua. Marca Molicusco.
- Carboximetil celulosa. Marca Montana.
- Clara y yema de huevo de gallina.
- Condimentos (pimienta, ajo en polvo).
- Sal de mesa. Marca Emsal.

C) Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitado.
- Bureta.
- Matraz.
- Balones de digestión.

D) Reactivos

- Sulfato de cobre químicamente puro. Marca Merck.
- Sulfato de potasio. Marca Merck.
- Ácido sulfúrico concentrado (98 - 99%). Marca Sigma.
- Solución de hidróxido de sodio al 40%. Marca Merck.
- Ácido clorhídrico (HCl) 0.1N. Marca Sigma.
- Solución de ácido bórico al 2%. Marca Mallinckrodt.
- Solución indicadora rojo de metilo. Marca Dropaksa.

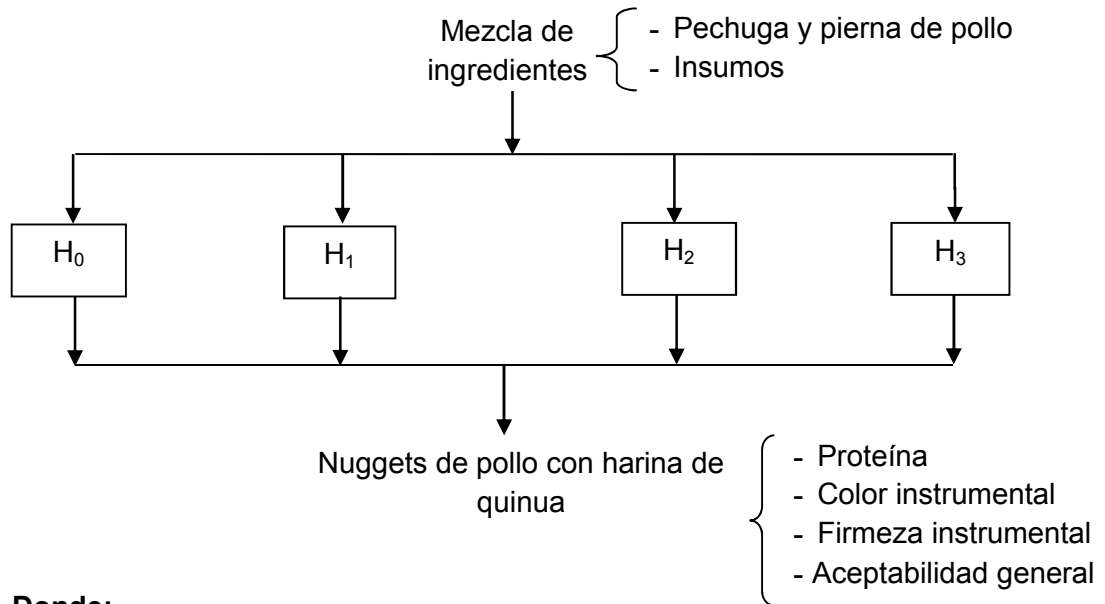
3.2.2. Equipos

- Cutter de acero inoxidable. Capacidad máxima: 6000 g.
- Balanza analítica (GR 200 - A&D COMPANY). Sensibilidad 0.0001 g. Capacidad: 2100 g.
- Refrigeradora (BOSCH GS 32).
- Colorímetro (CR - 400/410 - KONICA MINOLTA).
- Texturómetro marca INSTRON Modelo 3342: Capacidad de carga de 0.5 kN (112 lbf). Espacio de ensayo vertical de 651 mm (25.6 pulgadas).
- Equipo Kjeldhal. Marca Kimax.

3.3. Metodología

3.3.1. Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para la elaboración del efecto de tres sustituciones de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en nuggets de pollo. Se tiene como variables dependientes: proteína, color, firmeza y aceptabilidad general y como variable independiente: sustituciones de harina de trigo (0, 3, 6 y 9%) por harina de quinua.



Donde:

H₀: Sustitución de harina de trigo (0%) por quinua.

H₁: Sustitución de harina de trigo (3%) por quinua.

H₂: Sustitución de harina de trigo (6%) por quinua.

H₃: Sustitución de harina de trigo (9%) por quinua.

Figura 1. Esquema experimental del efecto de la utilización de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en nuggets de pollo

3.3.2. Formulación para elaboración de nuggets de pollo

En el Cuadro 7, se presenta los porcentajes de cada ingrediente para la formulación de nuggets de pollo (Acevedo, 2004).

Cuadro 7. Formulación de nuggets de pollo

Ingredientes	Formulación con porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de quinua			
	0%	3%	6%	9%
Pechuga de pollo	64.73	64.73	64.73	64.73
Pierna de pollo	26.61	26.61	26.61	26.61
Harina de trigo	5.42	5.26	5.09	4.93
Harina de quinua	0	0.16	0.33	0.49
Carboximetil celulosa	0.24	0.24	0.24	0.24
Huevo	0.99	0.99	0.99	0.99
Condimentos	0.60	0.60	0.60	0.60
Sal	1.31	1.31	1.31	1.31
Agua helada	0.7	0.7	0.7	0.7
Total	100	100	100	100

3.3.3. Formulación del empanizado

En el Cuadro 8, se presenta la formulación del empanizado para la elaboración de nuggets de pollo (Acevedo, 2004).

Cuadro 8. Formulación del empanizado

Ingrediente	Porcentaje
Pan rallado	86.25
Maicena	6.00
Huevo	5.74
Carboximetil celulosa	0.50
Condimentos	0.50
Ajinomoto	0.50
Total	100

3.3.4. Diagrama para la elaboración de nuggets de pollo

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de nuggets de pollo (Acevedo, 2004).

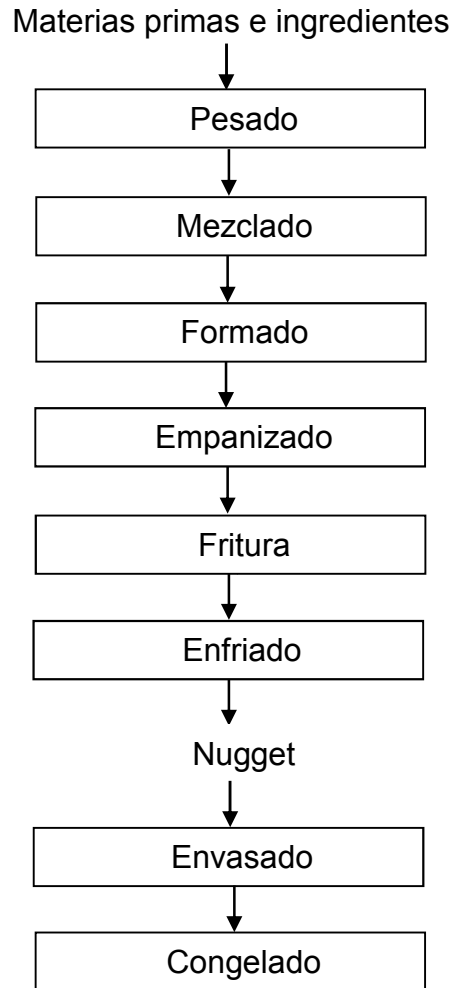


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de nuggets de pollo con harina de quinua

3.3.5. Procedimiento para la elaboración de nuggets de pollo

A continuación se explica cada operación para la elaboración de nuggets de pollo con harina de quinua, según Acevedo (2004).

- **Pesado.** Se pesó los ingredientes secos, el agua y la carne molida de la pechuga y pierna de pollo.
- **Mezclado.** Se juntó la carne molida de pollo, los ingredientes secos, las proporciones de harina de quinua indicadas en el Cuadro 7, y el agua durante 10 minutos.
- **Formado.** Se realizó en moldes rectangulares de nuggets de 5 cm de largo, 3 cm de ancho y 2 cm de altura. Cada nugget tuvo un peso aproximado de 15 - 18 g.
- **Empanizado.** Se cubrió los nuggets con un empanizado preparado a base de ingredientes secos condimentados.
- **Fritura.** Se calentó aceite de girasol en un sartén convencional a 180 °C aproximadamente y se frieron las unidades de nugget durante 5 minutos.
- **Enfriado.** Los nuggets se enfriaron sobre papel absorbente por 15 minutos aproximadamente.
- **Envasado.** Los nuggets fueron envasados en bolsas de ziploc, cada bolsa contenía 20 unidades de nuggets, estos nuggets embolsados fueron sellados con una selladora manual.
- **Congelado.** Se colocaron los nuggets embolsados en una conservadora de productos congelados a -25 °C.

3.3.6. Métodos de análisis

A) Determinación de proteína

Por el método de Kjeldhal, usando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína (AOAC, 1995).

B) Determinación de color

Se utilizó el equipo colorímetro marca Konica Minolta. Esta medición se realizó a los nuggets de pollo. Se midieron los parámetros a^* (verde {-} a rojo {+}), b^* (azul {-} a amarillo {+}) y L^* ($L^*=0$ para negro y $L^*=100$ para blanco), como indicadores del color rojo, azul y luminosidad, respectivamente. Las mediciones se realizaron directamente en la superficie de un nugget de pollo (Steffens y otros, 2006).

C) Determinación de firmeza

Para este análisis se empleó el texturómetro marca Instron Modelo 3342, el cual midió la resistencia a la penetración expresada en N. Se evaluó una muestra de nugget de pollo, la cual se apoyó sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarla. El diámetro del pistón fue de 3 mm (Pérez y otros, 2009).

D) Aceptabilidad general

La preferencia del consumidor fue evaluada por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos, desde “Me agrada muchísimo” a “Me desagradó muchísimo”. Se usó un panel de 30 jueces habituales consumidores de nuggets de pollo (Anzaldúa - Morales, 1994). Las muestras se prepararon 1 hora antes de realizar la prueba. Se proporcionó 5 g de muestra, las cuales fueron colocadas en un plato descartable de primer uso, en cada plato se colocaron los 4 tratamientos, con el fin de que cualquiera de las muestras tenga la misma probabilidad de ser elegida. Cada plato se sirvió con un vaso de 5 mL de agua mineral como neutralizante entre cada tratamiento (Piñeiro, 2005). En la Figura 3, se muestra la ficha de la evaluación de aceptabilidad general de nuggets de pollo.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre del Juez.....Fecha.....

Instrucciones: Califique la muestra de nugget de pollo, según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo a su agrado o desagrado.

ESCALA	698	487	587	112
Me agrada muchísimo				
Me agrada mucho				
Me agrada moderadamente				
Me agrada poco				
No me agrada ni me desagrada				
Me desagrada poco				
Me desagrada moderadamente				
Me desagrada mucho				
Me desagrada muchísimo				

Comentarios.....

.....

Fuente: Anzaldúa - Morales (1994).

Figura 3. Ficha de evaluación para la aceptabilidad general de nuggets de pollo

3.3.7. Métodos estadísticos

Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA) con arreglo unifactorial, cada tratamiento con 4 repeticiones.

Para la evaluación de los resultados de color y textura, se realizó la prueba de Levene modificada con el fin de comparar la homogeneidad de varianzas de los datos experimentales y realizar el análisis de varianza (ANVA) y, posteriormente, la prueba Duncan. Los datos de la aceptabilidad general fueron sometidos a pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Para todos los cálculos estadísticos se utilizó el paquete SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 22.0 y para el desarrollo de las figuras se empleó el paquete estadístico Minitab versión 17.1. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia del 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Proteína

En la Figura 4, se presenta los valores de proteína en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Se realizó sólo dos repeticiones, porque no se contaba con disponibilidad del equipo de extracción completo y con el ambiente adecuado de laboratorio. En el Anexo 1, se encuentran los resultados experimentales.

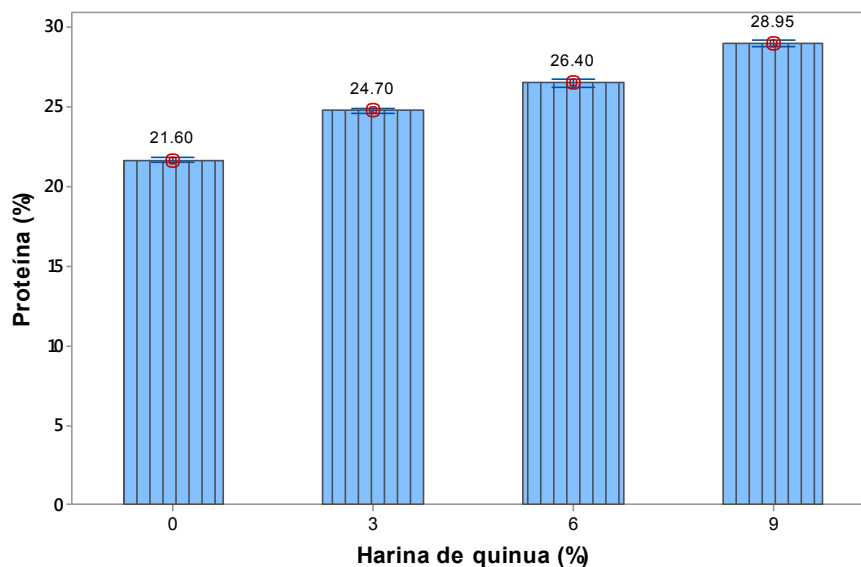


Figura 4. Proteína en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua

En la Figura 4, se observa un incremento del contenido de proteína en nuggets de pollo al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, de 21.60 a 28.95%. Tendencias similares fueron

reportadas por Verdesoto (2005) en mortadela de pollo con 0, 2, 4 y 6% de harina de quinua, donde, al incrementar la concentración de harina de quinua, el contenido de proteína aumentó de 13.95 a 15.23%. Además, menciona que la quinua presenta un contenido de proteína de 14.60%, rico en aminoácidos esenciales.

Para la aplicación del estadístico de Levene, la teoría indica que se debe tener más de dos repeticiones, por lo que no se realizó esta prueba, por ende se procedió al análisis de varianza. El Cuadro 9, contiene el análisis de varianza para los valores de proteína en nuggets de pollo.

Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de proteína en nuggets de pollo

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Proteína (%)	Harina de quinua	57.064	3	19.021	895.118	0.000
	Bloque	0.001	1	0.001	0.059	0.824
	Error	0.064	3	0.021		
	Total	57.129	7			

$p < 0.05$, existe efecto significativo

El análisis de varianza muestra que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de proteína en nuggets de pollo.

Verdesoto (2009) reportó que la harina de quinua de 0 a 6% no presentó efecto significativo ($p>0.05$) sobre el contenido de proteína en mortadela de pollo.

En el Cuadro 10, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores de contenido de proteína en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Se aprecia que el subgrupo 4 contiene al valor más alto de proteína (28.95%) el cual fue para el tratamiento con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 9%. Profeco (2009) evaluó el contenido de proteína en 17 marcas comerciales de nuggets empanizados con harina de trigo, donde los valores oscilaron de 9.90 - 14.50%, además evaluó nuggets vendidos por McDonald's, los cuales presentaron contenido de proteína de 15.10%; encontrándose el contenido de proteína de los nuggets de esta investigación por encima de los reportados por este autor.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para los valores de proteína en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0	21.60			
3		24.70		
6			26.40	
9				28.95

Acevedo (2004) determinó que el contenido óptimo de proteína en nuggets de pollo usando harina de trigo para empanizar al 3.47%, fue de 10.00%.

Bonato y otros (2006) evaluaron el contenido de proteína de nuggets de pollo formulados con distintos porcentajes de carne de ave mecánicamente recuperada y lavada, en reemplazo de carne de ave manualmente deshuesada, donde el contenido de proteína osciló de 14.20 a 16.90%.

4.2. Color

En la Figura 5, se presenta los parámetros cromáticos L^* , a^* y b^* en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua. En el Anexo 1, se encuentran los resultados experimentales.

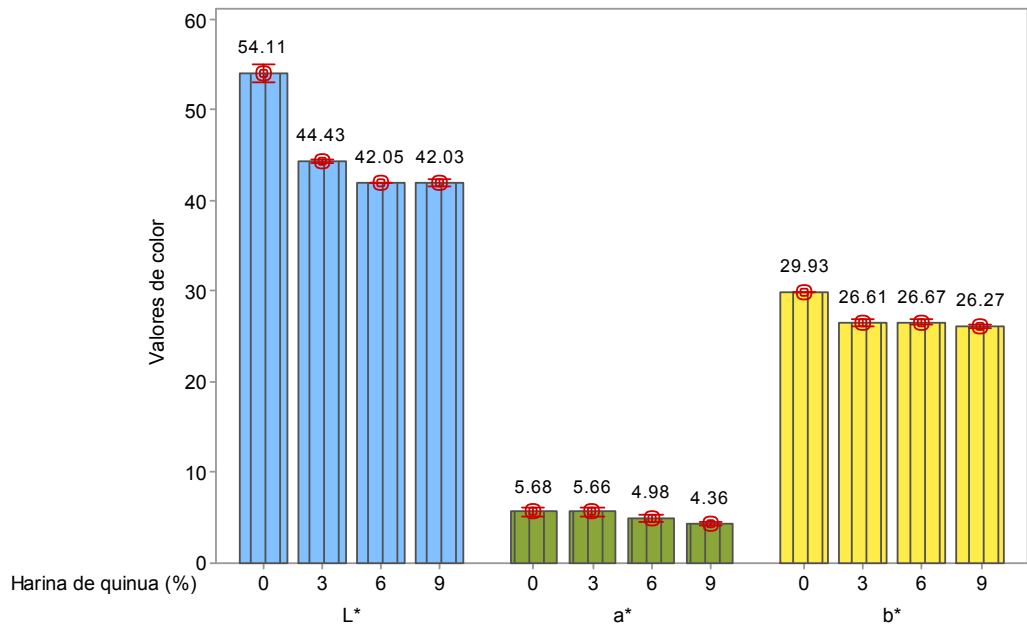


Figura 5. Parámetros de color L^* , a^* y b^* en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua

Para L^* (Figura 5), se observa que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua en nuggets de pollo, los valores disminuyeron de 54.11 a 42.03, observándose que los nuggets pasaron de un color claro a oscuro.

Para el parámetro cromático a^* (Figura 5), al sustituir harina de trigo por harina de quinua en nuggets de pollo, los valores disminuyeron de 5.68 a 4.36 (pasaron de tonalidades rojas a pardas).

Para b^* , se observó que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua en nuggets de pollo, los valores disminuyeron (pasaron de tonalidades amarillo a azules), donde b^* pasó de 29.93 a 26.27 (Figura 5).

Tendencias similares fueron observadas por Crespo (2009) quién utilizó dos tipos de empanizado (comercial y casero) y dos niveles de harina de soya (0 y 3%) en medallones de tilapia (*Oreochromis* sp.) sometidos a fritura; donde evaluó los cambios sobre los parámetros de color L^* , a^* y b^* . Determinó que los tratamientos que tenían empanizado a base de harina de soya al 3% presentaron valores más bajos de L^* (fueron más oscuros), para los parámetros cromáticos a^* y b^* los valores fueron más bajos, donde las tonalidades de los tratamientos empanizados fueron una mezcla de rojo y amarillo, que al combinarse formaron tonalidades anaranjadas, color que es típico en los productos empanizados y fritos.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de L^* , a^* y b^* , denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para L*, a* y b* en nuggets de pollo

Variable	Estadístico de Levene	p
L*	3.230	0.061
a*	0.500	0.688
b*	1.950	0.175

p>0.05, existe homogeneidad de varianzas

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para los parámetros cromáticos L*, a* y b* en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua.

El análisis de varianza muestra que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre los parámetros de color L* y b*, caso contrario ocurrió para el parámetro cromático a*, en nuggets de pollo.

Crespo (2009) en medallones de tilapia (*Oreochromis* sp.) sometidos a fritura, encontró efecto significativo ($p < 0.05$) de los tipos de empanizado (comercial y casero) y los niveles de harina de soya, sobre los parámetros de color L*, a* y b*.

Cuadro 12. Análisis de varianza para L*, a* y b* en nuggets de pollo

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L*	Harina de quinua	396.642	3	132.214	122.542	0.000
	Bloque	5.632	3	1.877	1.740	0.228
	Error	9.710	9	1.079		
	Total	411.984	15			
a*	Harina de quinua	4.753	3	1.584	1.784	0.220
	Bloque	0.720	3	0.240	0.270	0.845
	Error	7.993	9	0.888		
	Total	13.466	15			
b*	Harina de quinua	35.287	3	11.762	42.334	0.000
	Bloque	1.022	3	0.341	1.226	0.356
	Error	2.501	9	0.278		
	Total	38.809	15			

p<0.05, existe efecto significativo

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Duncan para L* en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Donde en el subgrupo 2 se tiene al mejor valor de L* de 44.33 obtenido con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 3%, valor más cercano al tratamiento sin sustitución o control con 54.11, este valor es inferior al reportado por Crespo (2009) quien determinó que el mejor valor de L* en filetes de tilapia frito (*Oreochromis sp.*) empanizado con 3% de harina de soya fue de 6.18. Además se observó que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de soya los valores de L* disminuyeron, presentando coloraciones marrones.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para L* en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Subgrupo		
	1	2	3
9	42.03		
6	42.05		
3		44.43	
0			54.11

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Duncan para b* en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Donde se observa que a los niveles de sustitución de 3, 6 y 9% se encontraron en el subgrupo 1, donde estadísticamente fueron iguales con valores de 26.61, 26.67 y 26.27, respectivamente. Estos valores fueron distintos al tratamiento control sin sustitución de harina de trigo por harina de quinua (29.93) siendo el más cercano el tratamiento con el 6% de sustitución de harina de trigo por harina de soya. Crespo (2009) determinó que usando empanizado de harina de soya al 3% en filetes de tilapia (*Oreochromis* sp.) frita el parámetro cromático b* tuvo mayor tendencia a amarillo con 19.60, encontrándose los valores de b* de esta investigación por encima de los reportados por este autor.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para b* en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Subgrupo	
	1	2
9	26.27	
3	26.61	
6	26.67	
0		29.93

4.3. Firmeza

En la Figura 6, se presenta los valores de firmeza en nuggets de pollo con sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Donde al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, existió una disminución de la firmeza, desde 3.59 a 1.56 N. En el Anexo 1, se encuentran los resultados experimentales.

Rioja (2005) afirma que en los empanizados, la harina más habitual es la de trigo, si bien se puede usar también otras harinas como las de arroz, maíz, soya o patata. Al utilizar otras harinas como la de quinua, se suelen obtener empanizados que son más porosos y capaces de absorber una mayor cantidad de aceite y humedad por lo que se pierde firmeza, esto es popular en productos fritos parcialmente. Para mejorar la adhesión de las mezclas se suele hacer uso de los almidones, que se encuentran en gran mayoría en el trigo. Su alto contenido de gluten y α -amilasa facilita la formación de una película, lo que confiere un empanizado más fuerte, firme y crujiente, que permanece intacto durante la fritura.

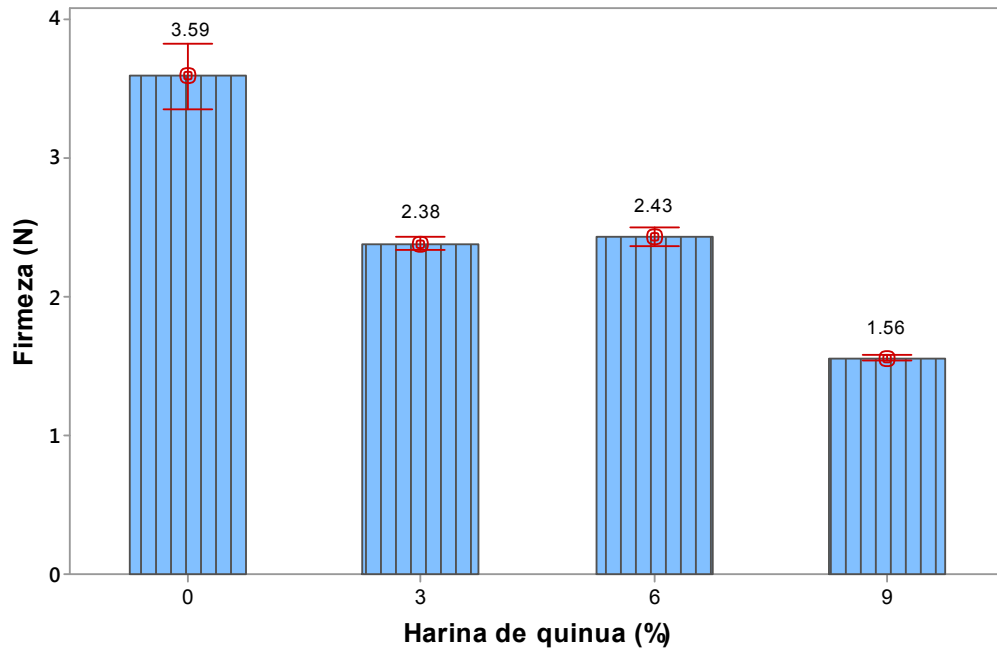


Figura 6. Firmeza en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua

Acevedo (2004) utilizó un diseño central compuesto rotacional, donde los niveles de harina de trigo fluctuaron de 1.63 a 4.17%. Se observó que al incrementar la harina de trigo los valores de firmeza aumentaron en los nuggets de pollo, estos oscilaron de 9.88 a 14.43 N.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de firmeza en nuggets de pollo, denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 15. Prueba de Levene modificada para los valores de firmeza en nuggets de pollo

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	1.150	0.368

$p > 0.05$, existe homogeneidad de varianzas

El Cuadro 16, contiene el análisis de varianza para los valores de firmeza en nuggets de pollo.

Cuadro 16. Análisis de varianza para los valores de firmeza en nuggets de pollo

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza (N)	Harina de quinua	8.334	3	2.778	43.273	0.000
	Bloque	0.163	3	0.054	0.845	0.503
	Error	0.578	9	0.064		
	Total	9.075	15			

$p < 0.05$, existe efecto significativo

El análisis de varianza muestra que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la firmeza en nuggets de pollo.

Resultados similares fueron reportados por Acevedo (2004), donde determinó efecto significativo de la harina de trigo para empanizar ($p < 0.05$) sobre la firmeza de nuggets de pollo.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para los valores de firmeza en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Subgrupo		
	1	2	3
9	1.56		
3		2.38	
6		2.43	
0			3.59

En el Cuadro 17, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, se aprecia que el subgrupo 2 contiene a los valores más adecuados de firmeza (2.38 y 2.43 N) los cuales fueron para los tratamientos con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 3 y 6%. Estos valores son similares a la firmeza del tratamiento sin sustitución el cual fue de 3.59 N. Estos valores están cercanos a los reportados por Bonato y otros (2006) donde los valores de firmeza estuvieron en el rango de 2.33 - 2.72 N, en nuggets de pollo formulados con distintos porcentajes de carne de ave mecánicamente recuperada y lavada, en reemplazo de carne de ave manualmente deshuesada.

Acevedo (2004) determinó que el valor óptimo de firmeza en nuggets de pollo fue de 10.60 N, usando en la formulación óptima harina de trigo al 3.47%. Este valor de firmeza es superior a los valores de firmeza de esta investigación.

4.4. Aceptabilidad general

En la Figura 7, se presenta las puntuaciones de rango promedio de la evaluación de aceptabilidad general en nuggets de pollo con la sustitución de harina de trigo por harina de quinua. En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general de los nuggets de pollo. Esta prueba no paramétrica es equivalente a una forma de análisis de varianza (Montgomery, 2002). En el Anexo 3, se encuentran las calificaciones de la prueba de aceptabilidad general.

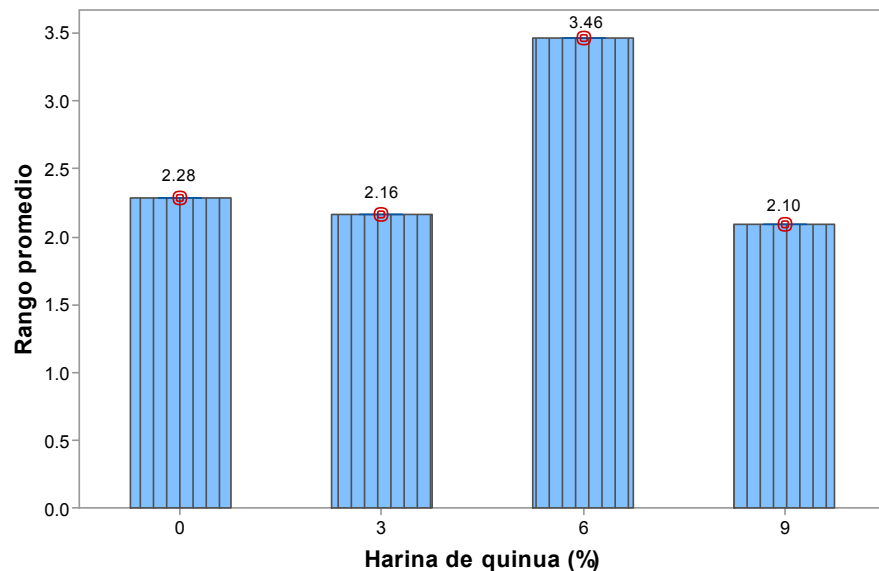


Figura 7. Rango promedio de aceptabilidad general en nuggets de pollo

La sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 6% (Cuadro 18), presentó la mayor aceptación general con un valor de rango promedio de 3.46 y una moda estadística de 7 puntos que corresponde a una percepción de “me agrada moderadamente”.

Alvarenga y Mancía (2012) evaluaron la aceptabilidad general en nuggets de pollo empanizados con proteína texturizada de soya, donde los panelistas brindaron calificaciones de 9 puntos correspondientes a la percepción de “me gusta muchísimo”. Mencionan además que la combinación de carbohidratos, proteína y grasa, genera características sensoriales especiales en productos fritos.

Cuadro 18. Prueba de Friedman para aceptabilidad general en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Rango promedio	Moda
0	2.28	6
3	2.16	6
6	3.46	7
9	2.10	6
Chi-cuadrado		111.762
p		0.000

p<0.05, existe diferencia significativa

La prueba de Wilcoxon (Cuadro 19) es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman cuando ésta resulta significativa. Se compararon todos los tratamientos con el que obtuvo el mayor rango promedio, a juicio de los panelistas (Montgomery, 2002).

Resultados similares fueron reportados por Acevedo (2004) en nuggets de pollo empanizados con harina de trigo de 1.63 a 4.17%, evaluados con una escala hedónica de 7 puntos, donde encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, además, el tratamiento óptimo con 3.47% de harina de trigo, presentó puntuación promedio de 5 correspondiente a la percepción de “me gusta ligeramente”.

Cuadro 19. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)		Z	p
6	0	-6.864	0.000
	3	-8.148	0.000
	9	-7.576	0.000

$p < 0.05$, existe diferencia significativa

La prueba de Wilcoxon demostró que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 6% presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) con los demás tratamientos. Al denotarse este efecto y además por presentar el mayor valor de percepción de agrado, este tratamiento fue el mejor en cuanto a aceptabilidad general.

V. CONCLUSIONES

El efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, sobre el contenido de proteína, parámetros de color L^* y b^* , firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo es significativo.

El 9% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua permitió obtener el mayor contenido de proteína (28.95%) en nuggets de pollo.

El 3 y 6% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua permitió obtener la mejor firmeza (2.38 y 2.43 N, respectivamente) en nuggets de pollo.

El 3% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua permitió obtener la mejor luminosidad L^* (44.43) en nuggets de pollo.

El 6% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua permitió obtener el mejor parámetro cromático b^* (26.67) y mayor puntuación de aceptabilidad general (3.46 de rango promedio) en nuggets de pollo.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar pruebas sensoriales de color y firmeza y contrastarlas con las medidas instrumentales de color y firmeza en nuggets de pollo realizados en este trabajo de investigación.

Elaborar nuggets de pollo empanizados con kiwicha (*Amarantus* spp.) y chía (*Salvia hispanica* L.) y evaluar el contenido nutricional, parámetros fisicoquímicos y el nivel de aceptación sensorial.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, H. (2004). Desarrollo, optimización y estudio de vida útil de nugget de pollo liviano en calorías y con calcio. Tesis de la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Chile.

Albarracín, H., Acosta, A. y Sánchez B. (2010). Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*). Revista de la Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Alvarenga, G. y Mancía, S. (2012). Estudio de factibilidad técnico y económico para la elaboración de nuggets de carne de pollo y proteína de soja como una alternativa nutritiva para la población salvadoreña. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Dr. José Matías Delgado, Antiguo Cuscatlán, El Salvador.

Anzaldúa – Morales, A. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Andújar, G., Guerra M. y Santos R. (2000). La utilización de extensores cárnicos. Experiencias en la industria cárnica cubana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, Cuba.

Antanova, I., Mallikarjunan y P., Duncan, S. (2003). Correlating Objective Measurements of Crispness in Breaded Fried Chicken Nuggets with Sensory Crispness. *Journal of Food Science*.

AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Association of official Analytical Chemists, Arlington.

Bonato, P., Perlo, F., Teira G., Fabre, R. y Kueider, S. (2006). Características texturales de nuggets de pollo elaborados con carne de ave mecánicamente recuperada en reemplazo de carne manualmente deshuesada. *Revista científica Ciencia, Docencia y Tecnología*, 17: 219 - 239, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

Boevink, H. y Frans, M. (2005). Uso de CMC en productos cárnicos elaborados. Oficina española de patentes y marcas, España.

Correia, R. y Mittal, G. (2000). Functional properties of some meat emulsion extenders. *Journal of Food Science*.

Crespo, G. (2009). Desarrollo de un prototipo de medallón de tilapia (*Oreochromis sp.*) evaluando dos tipos de empanizado y

dos niveles de harina de soya. Tesis en Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Universidad Zamorano, Zamorano, Honduras.

De la Vega, R. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 13: 27 - 32, Universidad Tecnológica de la Mixteca.

De Campos, R., Hierro, E., Ordóñez, J., Bertol, T., Terra, N., De la Hoz, L. (2007). Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Llex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. *Journal of Food Science*.

FAO. (2013). Año internacional de la quinua (AIQ). Santiago de Chile. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de:
<http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/aiq-2013/>.

FAO. (2010). Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS". El análisis de las BEFS para el Perú. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de:
<http://www.fao.org/docrep/013/i1712s/i1712s.pdf>. 08/09/14.

García, O., Acevedo, I., Mora, J., Sánchez, A., Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con harina de soya texturizada. *Revista Agrícola*, Venezuela.

Güemes, N. (2007). Difusión Vía Red de Cómputos Semestral: Ciencia y Tecnología de la Carne.

Guerra, M., Martín, M., Valladares, R. y Berrero, E. (2011). Algunas características de los nuggets de pollo. *Alimentaria*, 282: 89 - 91.

INIA. (2010). Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cultivos Andinos, Perú. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de: <http://www.inia.gob.pe/cultivosandinos/zonas.htm>.

Lerena, C. (2001). La elaboración de alimentos empanados súper congelados. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de: www.fundacionnuebaymas.org.ar/pdf/2/12/la_elaboración_de_alimentos_empanados_supercongelados.pdf.

Marroquín, C. (2011). Elaboración de salchicha tipo Frankfurt utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (Broller) con almidón de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis en Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Maldonado, P. (2009). Elaboración de embutidos fortificados con proteína vegetal a base de quinua (*Chenopodium quinoa*). *Revista Científica*, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial, 14: 34 - 41, Quito, Ecuador.

MINAG. (2011). Ministerio de Agricultura. Estadística Agraria, Lima, Perú. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de:
<http://www.minag.gob.pe/boletines/estadisticaagrariamensual.htm>
l.

Montañez, C. y Pérez, I. (2007). Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de quinua desaponificada (*Chenopodium quinoa*). Tesis de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Monção, da C., Sousa, B., Monte, L., Damaceno, N., Silva, F., Silva, J. y Nunes, G. (2013). Elaboración y evaluación sensorial de nuggets de subproductos de pollo, Revista científica La Industria Cárnica Latinoamericana N° 185, Brasil.

Montgomery, D. (2002). Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Editorial Limusa S.A., México.

Pérez, M., Morón, O., Gallardo, N., Vila, V., Arzalluz Fischer, A., Pietrosevoli, S. (2009). Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. Revista Científica, 19: 134 - 138, Universidad del Zulia, Venezuela.

Piñero, M., Ferrer, M., Moreno, L., Leidenz, N., Parra, K. y Araujo, S. (2005). Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. Revista científica de la Universidad de Zulia, 15: 279 - 285, Maracaibo, Venezuela.

Profeco (2009). Esos carísimos trozos de pechuga. Ficha técnica de evaluación de 17 marcas de nuggets que se comercializan para preparar en casa y dos vendidos en McDonald's y Chazz. Revista del consumidor. D.F. México.

Rioja, I. (2005). Aportando sabor y color, las coberturas y empanizados se han convertido en una importante herramienta para agregar valor al producto. Revista digital: Industria Alimenticia. Recuperado el 08 de setiembre, 2014, de: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/85295-aportando-sabor-y-color>.

Rivelli, F., Duarte, A., Patto, C., Araujo, R., Barbosa, A. (2007). Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) composição química e digestibilidade protéica. Ciênc Agrotec.

Salinas, R. (2010). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenocodium quinoa*) para la formulación y elaboración de salchichas tipo vienesa con características funcionales. Tesis de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos, Ecuador.

Sánchez, T. (2003). Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Editorial Mundi Prensa Libros, Madrid, España.

Steffens, C., Silva, L., Emanuelli, T. y Daniel, A. (2006). Oat bran as a fat substitute in beef burgers. Universidad Federal de Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil.

Tapia, M. (2001). Agronomía de los cultivos andinos. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago Chile, FAO, Segunda Edición.

Tablas peruanas de composición de alimentos. (2009). Centro nacional de alimentación y nutrición. Instituto Nacional de Salud, Lima, Perú.

Verdesoto, S. (2005). Elaboración de la mortadela de pollo con adición de diferentes porcentajes de harina de quinua. Tesis de Grado para la obtención del título de Ingeniero en Industrias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos experimentales de color, firmeza y proteína en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Variable	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
0	L*	51.86	56.81	53.45	54.33
	a*	6.9	4.95	5.03	5.82
	b*	30.03	29.78	29.92	29.98
	Firmeza (N)	4.27	3.32	3.46	3.28
	Proteína (%)	21.5	21.7	*NR	*NR
3	L*	44.18	43.89	44.98	44.68
	a*	4.18	5.93	6.91	5.62
	b*	26.04	27.86	25.87	26.68
	Firmeza (N)	2.3	2.5	2.4	2.32
	Proteína (%)	24.8	24.6	*NR	*NR
6	L*	41.97	42.08	42.07	42.08
	a*	5.92	4.98	4.04	4.97
	b*	26.91	27.05	26.01	26.69
	Firmeza (N)	2.46	2.58	2.44	2.25
	Proteína (%)	26.3	26.5	*NR	*NR
9	L	41.01	42.88	42.13	42.1
	a*	5.01	4.04	4	4.39
	b*	26.77	25.94	26.05	26.32
	Firmeza (N)	1.49	1.6	1.58	1.55
	Proteína (%)	29	28.9	*NR	*NR

*NR: No realizado

Anexo 2. Resumen estadístico de color, firmeza y proteína en nuggets de pollo

Harina de quinua (%)	Estadísticos	L*	a*	b*	Firmeza (N)	Proteína (%)
0	Media	54.11	5.68	29.93	3.59	21.60
	Desviación estándar	2.07	0.91	0.11	0.47	0.14
3	Media	44.43	5.66	26.61	2.38	24.70
	Desviación estándar	0.49	1.13	0.90	0.09	0.14
6	Media	42.05	4.98	26.67	2.43	26.40
	Desviación estándar	0.05	0.77	0.46	0.14	0.14
9	Media	42.03	4.36	26.27	1.56	28.95
	Desviación estándar	0.77	0.47	0.37	0.05	0.07

Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo
Primera repetición

Panelistas	Harina de quinua (%)			
	0	3	6	9
1	6	6	7	7
2	6	7	7	6
3	6	6	7	6
4	7	6	8	6
5	8	7	7	6
6	6	6	7	6
7	8	7	7	6
8	8	6	7	6
9	6	6	8	8
10	6	6	8	7
11	6	8	7	6
12	6	7	8	6
13	6	7	8	6
14	6	7	7	6
15	8	6	7	8
16	6	6	7	8
17	6	7	8	6
18	6	6	7	7
19	7	6	7	6
20	7	6	8	7
21	7	6	7	6
22	7	6	7	6
23	7	6	8	8
24	6	6	7	6
25	6	6	8	6
26	7	7	7	6
27	6	7	8	6
28	7	7	8	6
29	7	6	8	8
30	6	6	7	6

Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo
Segunda repetición

Panelistas	Harina de quinua (%)			
	0	3	6	9
1	6	6	7	6
2	6	6	7	6
3	7	6	8	8
4	7	7	8	6
5	6	7	8	6
6	7	7	7	6
7	6	6	8	6
8	6	6	7	6
9	7	6	8	8
10	7	6	7	6
11	7	6	8	7
12	7	6	6	6
13	6	6	6	7
14	6	7	8	6
15	6	6	7	8
16	8	6	7	8
17	6	7	7	6
18	6	7	8	6
19	6	7	8	6
20	6	8	7	6
21	7	6	8	6
22	6	7	8	8
23	8	6	6	7
24	8	7	7	6
25	6	6	7	6
26	8	7	7	6
27	7	6	8	6
28	6	6	7	6
29	6	7	7	6
30	6	6	7	7

Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo
Tercera repetición

Panelistas	Harina de quinua (%)			
	0	3	6	9
1	7	6	7	6
2	7	6	8	7
3	7	6	6	6
4	6	6	6	7
5	6	7	8	6
6	6	6	7	8
7	8	6	7	8
8	6	7	7	6
9	6	7	8	6
10	6	7	8	6
11	6	6	8	7
12	6	8	7	6
13	6	7	8	6
14	6	7	8	6
15	6	7	7	6
16	6	7	8	6
17	6	7	8	6
18	6	8	7	6
19	7	6	8	6
20	6	7	8	8
21	8	6	6	7
22	8	7	7	6
23	6	6	7	6
24	8	7	7	6
25	7	6	8	6
26	6	6	7	6
27	7	6	8	8
28	7	6	7	6
29	7	6	8	7
30	7	6	6	6

Anexo 3. Calificaciones de aceptabilidad general en nuggets de pollo
Cuarta repetición

Panelistas	Harina de quinua (%)			
	0	3	6	9
1	6	6	8	7
2	6	8	7	6
3	6	7	8	6
4	6	7	8	6
5	6	7	7	6
6	8	6	7	8
7	6	6	7	8
8	6	7	8	6
9	6	6	7	7
10	7	6	7	6
11	7	6	8	7
12	7	6	7	6
13	7	6	7	6
14	7	6	8	8
15	6	6	7	6
16	6	6	8	6
17	7	7	7	6
18	6	7	8	6
19	7	7	8	6
20	7	6	8	8
21	6	6	7	6
22	7	7	6	7
23	6	6	7	6
24	6	6	7	6
25	7	6	8	8
26	7	7	8	6
27	6	7	8	6
28	7	7	7	6
29	6	6	8	6
30	6	6	7	6

Anexo 4. Fotografías de la preparación y análisis del nugget de pollo



Figura A. Mezcla de la formulación



Figura B. Formado de la masa



Figura C. Empanizado de la masa



Figura D. Nugget de pollo



Figura E. Fritura del nugget de pollo

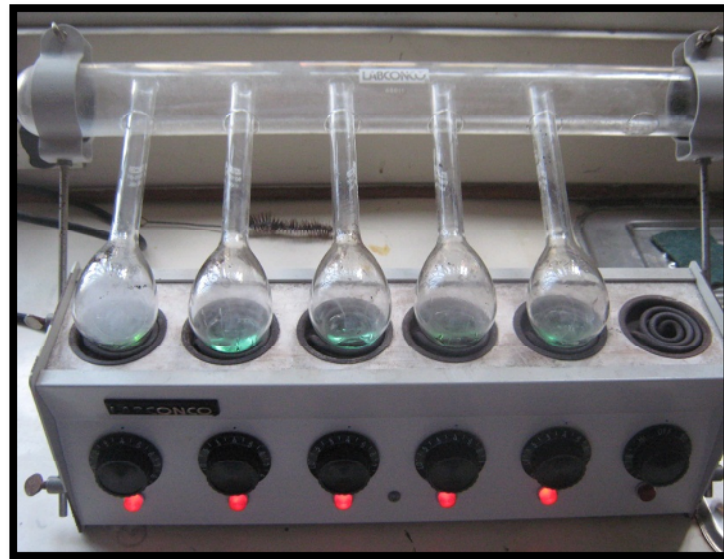


Figura F. Análisis de proteína en el nugget de pollo



Figura G. Análisis de color en el nugget de pollo

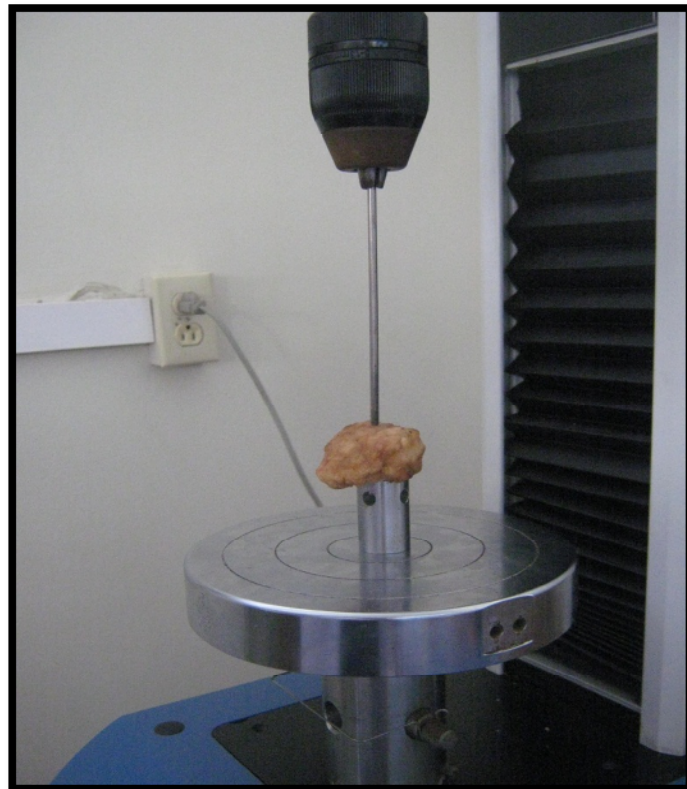


Figura H. Análisis de textura en el nugget de pollo