

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE HAMBURGUESAS CON SUSTITUCIÓN  
PARCIAL DE CARNE DE RES POR QUINUA (*Chenopodium quinoa*)  
KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) y KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule*)**

**TESIS**

**Para Optar el Título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**GAMONAL RAMÍREZ HELEN GISELA**

**PROMOCIÓN 2008– I**

**Tingo María – PERÚ**

**2018**



*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 002-2019**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 28 de diciembre de 2018, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. **GAMONAL RAMÍREZ, Helen Gisela**, titulada:

### **"ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE HAMBURGUESAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES POR QUINUA (*Chenopodium quinoa*) KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) y KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule*)"**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 11 de enero de 2019

Dr. Roberto Dávila Trujillo  
Presidente

Ing. Lauriano A. Zavaleta De La Cruz  
Miembro

Ing. Eduardo A. Cáceres Almenara  
Miembro

Ing. Yolanda J. Ramírez Trujillo  
Asesora



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO,  
INVESTIGACIÓN DOCENTE

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Título de Tesis : ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE HAMBURGUESAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES POR QUINUA (*Chenopodium quinoa*) KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) y KANIWA (*Chenopodium pallidicaule*)

Autor : Bach. Gamonal Ramirez Helen Gisela

Asesor de Tesis : Ing. Ramirez Trujillo Yolanda Jesús

Escuela Profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias

Programa de Investigación : Ciencia y Tecnología de Alimentos

Línea (s) de Investigación : Ciencia y Tecnología de Alimentos

Eje temático de investigación: Nutrición y Alimentos funcionales

Lugar de Ejecución : Laboratorios UNAS

Duración : Fecha de Inicio : abril 2018

Término : diciembre 2018

Financiamiento :

FEDU : No

Propio : S/ 3715.90



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 002-2019

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 28 de diciembre de 2018, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. **GAMONAL RAMÍREZ, Helen Gisela**, titulada:

**"ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE HAMBURGUESAS CON  
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES POR QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) y KAÑIWA  
(*Chenopodium pallidicaule*)"**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 11 de enero de 2019

Dr. Roberto Dávila Trujillo  
Presidente

Ing. Lauriano A. Zavaleta De La Cruz  
Miembro

Ing. Eduardo A. Cáceres Almenara  
Miembro

Ing. Yolanda J. Ramírez Trujillo  
Asesora

## DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor, por todas las cosas maravillosas que en cada momento recibo.

A mis padres Alberto y Magda, por su apoyo incondicional en todo momento, por los valores inculcados, por todo su amor y comprensión que siempre me dan.

A mis queridos hermanos, Beto, José Alex y en especial mi hermanita adorada, Mariela, a quien quiero con todo mi corazón y agradezco su apoyo y sus acertados consejos.

En especial a Daniela, mi querida hija la persona que me impulsa a ser cada día mejor.

## **AGRADECIMIENTO**

- Un infinito agradecimiento a mis queridas amigas Elaine, Karem y su familia por su apoyo y por estar siempre pendiente de mí y en la realización de mi tesis.
- Agradecer a mi asesora de tesis la Ing. Yolanda Ramírez Trujillo, por su constante apoyo, sus indicaciones y por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos.
- A mi querido amigo Davy Ch. por su ayuda y apoyo en la realización de mi tesis.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la Carne.....	3
2.1.1. Definición.....	3
2.1.2. Composición química de la carne.....	3
2.1.3. Proteínas de la Carne.....	4
2.1.4. El aroma y sabor de la carne.....	5
2.1.5. El color en la carne.....	6
2.1.6. La textura de la carne.....	7
2.1.7. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en calidad cárnica y productividad.....	8
2.2. Generalidades de la Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	8
2.2.1. Taxonomía.....	8
2.2.2. Origen.....	9
2.2.3. Las saponinas.....	9
2.2.4. Eliminación de las saponinas.....	10
2.3. Generalidades de la Kañiwa ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> ).....	10
2.3.1. Taxonomía.....	10
2.3.2. Origen.....	11
2.4. Generalidades de la Kiwicha ( <i>Amaranthuscaudatus</i> ).....	11
2.4.1. Origen.....	11
2.4.2. Taxonomía.....	12

2.5. Composición nutricional de los granos andinos.....	12
2.6. Aspectos generales de la hamburguesa.....	15
2.6.1. Definición de la hamburguesa.....	15
2.6.2. Requisitos de una hamburguesa.....	16
2.6.3. Elaboración de hamburguesas.....	19
2.7. Evaluación sensorial.....	20
2.7.1. Metodología de preguntas marque todo lo Que corresponda (CATA).....	20
2.8. Análisis de perfil de textura (TPA).....	21
2.8.1. Mediciones instrumentales de Textura.....	23
2.9. Análisis de Color.....	25
2.9.1. Sistemas CIE.....	26
2.9.2. Espacio de Color.....	27
2.9.3. Color Usando Coordenadas L*a*b*.....	27
2.10. Metodología de superficie de respuesta (MSR).....	29
2.10.1. Diseño de Mezclas.....	30
2.10.2. Diseño de experimentos con mezclas.....	31
2.10.3. El diseño simplex con centroide.....	32
III. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1. Lugar de ejecución.....	34
3.2. Materia prima e insumos.....	34
3.3. Equipos, materiales y reactivos.....	34
3.3.1. Equipos.....	34
3.3.2. Materiales.....	35

3.3.3. Reactivos.....	36
3.4. Métodos de Análisis.....	37
3.4.1. Análisis Sensorial .....	37
3.4.2. Análisis instrumental.....	37
3.4.3. Análisis microbiológico.....	37
3.4.4. Análisis químico proximal.....	38
3.4.5. Análisis de las características físicas.....	38
3.5. Metodología experimental.....	39
3.5.1. Diseño de mezclas.....	39
3.5.2. Proceso de elaboración de las hamburguesas.....	42
3.5.3. Evaluación sensorial de las hamburguesas.....	48
3.5.4. Evaluación Microbiológica.....	50
3.5.5. Evaluación químico proximal.....	51
3.5.6. Análisis de las características físicas.....	55
3.5.7. Análisis instrumental.....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	58
4.1. De la evaluación sensorial de las hamburguesas .....	58
4.2. Análisis de varianza.....	67
4.3. Análisis microbiológico.....	75
4.4. De la evaluación químico proximal.....	76
4.5. Del análisis físico de las hamburguesas .....	79
4.5.1. Rendimiento de cocción.....	79
4.5.2. Reducción de diámetro.....	81
4.6. Del análisis instrumental.....	82

4.6.1. De las evaluaciones de los parámetros de color.....	83
4.6.2. De los parámetros de la textura.....	84
V. CONCLUSIONES.....	91
VI. RECOMENDACIONES.....	92
VII. REFERENCIAS BIBILOGRAFICAS.....	93
ANEXO.....	104

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Composición nutricional de la carne de vacuno y otras fuentes de alimento por 100 g producto.....	4
2. Aminoácidos esenciales de las proteínas musculares y del colágeno...	5
3. Composición química de granos de quinua y de cereales.....	13
4. Aminoácidos en granos andinos (mg de aminoácidos / 16 g de nitrógeno) .....	14
5. Rango de contenido de fibra dietaria (g/100g de materia seca) .....	15
6. Composición de productos formados según su clasificación.....	17
7. Requisitos microbiológicos para productos crudos o parcialmente Cocidos.....	18
8. Parámetros medidos por un Análisis de Perfil de Textura (TPA).....	24
9. Diseño de las mezclas de Quinua, kañihua y kiwicha, que fueron utilizadas en las formulaciones.....	40
10. Formulaciones de los diferentes tratamientos para la elaboración de hamburguesa de res con granos de quinua, kañiwa y kiwicha (%) ....	41
11. Resultado de la evaluación sensorial de las 9 formulaciones de hamburguesa.....	59
12. Frecuencia de mención de los términos de la pregunta marque todo lo que corresponda CATA.....	60
13. Análisis de los resultados de varianza.....	68
14. Coeficientes de los modelos matemáticos.....	69

15. Resultado de la evaluación microbiológica del T8.....	75
16. Resultados del análisis químico proximal.....	77
17. Resultados del análisis de rendimiento de cocción.....	79
18. Resultados del análisis de reducción de diámetro.....	81
19. Resultados del análisis de Color.....	82
20. Resultado de la evaluación de la textura.....	85

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. curva típica de TPA.....	22
2. Ciclos de mordidas de un análisis de TPA.....	22
3. Curva típica de un análisis de textura.....	23
4. Coordenadas de color.....	27
5. Espacio de color L*a*b.....	28
6. Diseño simplex centroide para (q=3).....	33
7. Flujograma para la elaboración de la hamburguesa de res con granos de quinua, kañiwa y kiwicha.....	42
8. Troceado de la carne de res.....	43
9. Pesado de insumos.....	44
10. Molienda de la carne de res.....	45
11. Mezclado de las materias primas e insumos.....	46
12. Moldeado de las hamburguesas.....	46
13. Congelado de las hamburguesas.....	47
14. Empacado y sellado de las hamburguesas.....	48
15. Análisis de componentes principales de los términos de la pregunta CATA y los tratamientos evaluados.....	64
16. Diagrama de Pareto para el modelo cuadrático ( $p < 0.05$ ).....	70
17. Valores predichos y valores observados.....	71

18. Superficie de respuesta del efecto de la quinua, kañiwa y kiwicha sobre la aceptabilidad en las hamburguesas de res.....	72
19. Contornos del efecto de la quinua, kañiwa y kiwicha sobre la aceptabilidad en las hamburguesas de res.....	72
20. Perfil de deseabilidad para la optimización de una hamburguesa con granos de quinua, kañiwa y kiwicha.....	73
21. Resultado de la evaluación de la dureza.....	84
22. Resultado de la evaluación de la Cohesividad.....	87
23. Resultado de la evaluación de la adhesividad (MJ).....	88
24. Resultado de la evaluación de la elasticidad.....	89
25. Resultado de la evaluación de la masticabilidad (MJ).....	90

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de carne de res por quinua, kañiwa y kiwicha, y determinar la formulación óptima.

En la primera etapa se aplicó el diseño de mezclas simplex centroide con tres cereales: quinua, kañiwa y kiwicha (0-30%) y se determinó la formulación más aceptable a través del análisis sensorial aplicado a 90 consumidores mediante la metodología CATA. En la segunda etapa, se realizó la evaluación microbiológica al mejor tratamiento, obteniéndose resultados que no sobrepasan los límites máximos permitidos por la NTP. Respecto al análisis químico proximal se obtuvo 20,42% de proteína; 4,39% de grasa; 6,11% de fibra; 1,87% de ceniza; 63,79% de humedad y 3,42% de carbohidratos. Además, presentó un valor calórico de 134,85 kcal. Sobre las características físicas (rendimiento durante la cocción y reducción de diámetro), presentó resultados superiores al del testigo. En el perfil de textura respecto a la dureza, no presentó diferencia significativa comparadas con el control, pero sí con una hamburguesa comercial. Sobre los parámetros de color  $a^*$  y  $b^*$ , presentaron diferencias significativas con una hamburguesa comercial y el control. La aplicación del método de diseño de mezclas y superficie de respuesta permitió determinar la formulación óptima de la hamburguesa que consistió en 22% de quinua, 24% de kañiwa y 54% de kiwicha.

**Palabras claves:** Análisis de componentes principales, Hamburguesa, CATA, sustitución de carne, Superficie de respuestas, Cereales andinos

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of the partial substitution of beef by quinoa, kañiwa and kiwicha, and to determine the optimal formulation. In the first stage, the simplex centroid mix design with three cereals was applied: quinoa, kañiwa and kiwicha (0-30%) and the most acceptable formulation was determined through sensory analysis applied to 90 consumers through the methodology CATA. In the second stage, the microbiological evaluation was carried out for the best treatment, obtaining results that do not exceed the maximum limits allowed by the NTP. Regarding the proximal chemical analysis, 20,42% of protein was obtained; 4,39% fat; 6,11% fiber; 1,87% ash; 63,79% humidity and 3,42% carbohydrates. It also had a caloric value of 134,85 kcal. On the physical characteristics (performance during cooking and reduction of diameter), presented superior results to the one of the control. In the texture profile with respect to the hardness, there was no significant difference compared with the control, but with a commercial hamburger. On the color parameters  $a^*$  and  $b^*$ , they showed significant differences with a commercial burger and control. The application of the design method of mixtures and response surface allowed to determine the optimal formulation of the hamburger that consisted of 22% of quinoa, 24% of kañiwa and 54% of kiwicha.

**Keywords:** Principal component analysis, Hamburger, CATA, meat substitution, Response surface, Andean cereals.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria se encuentra abocada a la producción de alimentos con contenido bajo en grasa por la tendencia misma de los consumidores que son conscientes de los efectos sobre la salud incluyendo el exceso de peso; la industria cárnica igualmente sigue esta tendencia y en su intento por satisfacer las exigencias del público consumidor está modificando sus fórmulas para la elaboración de sus productos elevando la calidad nutricional sin dejar la competitividad en sus precios (CAÑEZ *et al.*, 2016).

Los problemas de malnutrición y subnutrición frecuentes en los países subdesarrollados hacen que las personas tomen más conciencia en el consumo de sus alimentos, prefiriendo aquellos que contengan proteína pero que sean bajos en grasa y colesterol, esto hace que se busquen nuevas alternativas para satisfacer estas necesidades (ALVIS *et al.*, 2017).

El conocimiento que los consumidores están tomando respecto a la relación dieta-salud, hace que se estén produciendo nuevos alimentos, dentro de ellos, en la industria cárnica. Si bien es cierto la carne y sus productos cárnicos proporcionan nutrientes al organismo para la realización de las diferentes funciones orgánicas, también pueden afectar la salud cuando son consumidas en forma inadecuada. Uno de los problemas que se asocian al consumo de los productos cárnicos es el alto contenido graso que inducen enfermedades cardiovasculares y hasta puede producir algunos tipos de cáncer;

por tanto, es conveniente que las necesidades de energía del cuerpo humano sean satisfechas con una dieta balanceada, disminuyendo el contenido graso de los alimentos y especialmente si nos referimos a los embutidos, que se encuentra entre 20 a 40% de grasa del peso total (PEÑA *et al.*,2015). Dentro de las proteínas más comunes utilizadas para suplir las proteínas cárnicas se encuentran los aislados y los concentrados de proteína del suero de la leche, así como la proteína que se encuentra en el germen de trigo, la proteína de semillas de soya, etc que presentan buenas características tecnológicas y funcionales (CAÑEZ *et al.*, 2016).

El uso de extensores en la industria alimentaria no sólo mejora la calidad de la proteína contenida en el producto cárnico, sino que se logra que, se consuma proteína de origen vegetal adicionada a la proteína que proviene de la carne. (ANDUJAR *et al.*, 2000).

Según HLEAP *et al.* (2015) el objetivo del uso de los extensores cárnicos es sustituir parte de la carne utilizada para darle otra funcionalidad como retener el contenido de agua, emulsificar las grasas y la gelatinización que constituyen factores tecnológicos muy importantes en los procesos alimentarios. El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la sustitución parcial óptima de carne de res y grasa por granos de quinua, kañiwa y kiwicha que influya en la aceptabilidad de la hamburguesa y determinar la formulación óptima. Además de realizar las evaluaciones sensoriales, el análisis microbiológico, químico proximal, físico (rendimiento en la cocción y reducción de diámetro), e instrumental (color y perfil de textura).

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de la carne**

#### **2.1.1. Definición**

Viene a ser la porción comestible proveniente de animales en estado sano que se destina al consumo humano, que está constituido por tejidos: muscular, conectivo, epitelial, nervioso y adiposo que varía según la especie animal, lugar donde se ubica, género, etc. Cuya relación se ve reflejada en el rendimiento, calidad, valor y costo de la carne (HUI *et al.*, 2006).

#### **2.1.2. Composición química de la carne**

Los componentes inorgánicos de la carne lo constituyen 50-60% de agua y 3-4% de minerales; los componentes orgánicos están formados por carbono, oxígeno, hidrógeno, en algunas por nitrógeno, azufre y otros elementos. El musculo contiene aproximadamente 75% de agua y 20% de proteína, lo restante 5% está conformado generalmente por grasa, más carbohidratos (glucógeno), aminoácidos, algunos dipéptidos y otros nucleótidos (WARRIS, 2003).

En el Cuadro 1 se puede apreciar el contenido nutricional de la carne de vaca.

**Cuadro 1.** Componentes nutricionales de la carne de vacuno y de otras fuentes por 100 g Producto.

<b>Carne</b>	<b>Agua</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasa</b>	<b>Cenizas</b>
de vacuno (magra)	75,0	22,3	1,8	1,2
de vacuno	54,7	16,5	28,0	0,8
de vaca (subcutánea)	4,0	1,5	94,0	0,1
de ternera (magra)	76,4	21,3	0,8	1,2
de cerdo (magra)	75,1	22,8	1,2	1,0
de cerdo	41,1	11,2	47,0	0,6
de cerdo (tocino dorsal)	7,7	2,9	88,7	0,7

Fuente: GARCIA *et al.* (2017)

### 2.1.3. Proteínas de la Carne

El contenido nutricional de la proteína cárnica es superior al de la proteína vegetal, aunque dichas diferencias no son tan relevantes, nutricionalmente es importante tanto la calidad como la cantidad de las proteínas que el organismo ingiere. Por otro lado, el ser vivo puede sintetizar parte de los aminoácidos y los demás aminoácidos esenciales tiene que obtenerla de la dieta (PRANDL *et al.*, 1994).

En el Cuadro 2 se indica los porcentajes de aminoácidos esenciales en las proteínas musculares y del colágeno.

**Cuadro 2.** Aminoácidos esenciales en proteínas del músculo y del colágeno

<b>Aminoácidos</b>	<b>Proteínas musculares (%)</b>	<b>Colágeno (%)</b>
Histidina	3,3	0,7
Isoleucina	6,0	1,7
Leucina	3,5	8,0
Lisina	10,0	4,0
Metionina	3,2	0,8
Fenilalanina	5,0	3,6
Treonina	5,0	1,9
Triptófano	1,4	0,0
Valina	5,5	2,8

Fuente: PRANDL *et al.* (1994)

WARRIS (2003) menciona que las proteínas están constituidas por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y algunas contienen azufre, presentan una cadena de aminoácidos de los cuales 20 son las más comunes, estos aminoácidos no sintetizan el grupo amino (-NH<sub>2</sub>) de los aminoácidos, por lo que la dieta debe contener proteínas, sin embargo, a partir de una fuente proteica el animal puede sintetizar mucho de los que se les conoce como aminoácidos no esenciales, para diferenciarlo de los esenciales, que son los que el animal no puede sintetizar.

#### **2.1.4. Aroma y sabor de la carne**

La carne al estado crudo tiene poco aroma y sabor y sabe a sangre. El desarrollo de las características del aroma y del sabor característico de la carne se presenta en el calentamiento, donde se producen las reacciones entre los componentes no volátiles de la carne. Sin embargo, si bien el aroma y el

sabor característico de la carne se desarrollan durante el calentamiento, los precursores del sabor y aroma se presentan ya en el musculo crudo, dichos precursores se derivan de los lípidos (2,5%), carbohidratos (1,2%) y compuestos no proteicos hidrosolubles (2,3%) como los aminoácidos, los péptidos, los azúcares reductores, las vitaminas y los nucleótidos. Los precursores en la carne cruda se influenciados por la glicolisis *postmortem* y también por la maduración (VARNAM y SUTHERLAND, 1998).

PRANDL *et al.* (1994) indican que el sabor y aroma de la carne desempeña un importante papel en la alimentación dado que estimula la secreción de las glándulas salivares y del jugo gástrico estimulando el apetito y favoreciendo la digestión. El denominado aroma de la carne resulta de la combinación de numerosas sustancias sápidas y aromáticas que individualmente no tendrían este aroma. La carne presenta sustancias sápidas volátiles y no volátiles, entre las no volátiles figuran aminoácidos, péptidos, ácidos orgánicos. El verdadero aroma de la carne se crea durante el proceso culinario, así, han sido aisladas diversas sustancias volátiles producidas durante el calentamiento del componente cárnico hidrosoluble libre de grasa. Estas sustancias en su conjunto pueden ser consideradas como base del aroma de la carne, entre ellas figuran alcoholes, aldehídos, cetonas, esterés, derivados del benceno, furanos, lactanos y muchas otras más.

#### **2.1.5. El color en la carne**

El color define la calidad en un alimento, pudiendo rechazarse y no valorarse otros atributos como el aroma, la textura o el sabor, de allí que es

importante para la industria cárnica la apariencia dentro de las que se tienen las propiedades ópticas, la forma física y el modo de presentación. El color se puede determinar a través de los pigmentos presentes en la carne, los que se clasifican en: pigmentos biológicos (carotenos y hemo pigmentos), que pueden ser acumulados o sintetizados por el organismo *antemortem*; los pigmentos producidos por daños debido a la mala manipulación o por condiciones de proceso no adecuados; formación de los pigmentos *postmortem* (reacciones enzimáticas o no enzimáticas), y por el uso de colorantes naturales o artificiales añadidos al producto cárnico (HUI *et al.*, 2006).

#### **2.1.6. Textura de la carne**

La retención de agua es el atributo principal que se busca en la carne para ser consumida directamente, la misma que está relacionada con las características de retención de agua, jugosidad y suavidad o ternura. En productos cárnicos, además de la jugosidad, también son importantes las propiedades de gelificación, emulsificación y cohesión que permiten la producción de alimentos con excelentes características sensoriales y físicas. En productos cárnicos las proteínas musculares miofibrilares influyen en las características de textura como resultando de la gelificación, la unión grasa y la retención acuosa, propiedades funcionales importantes en los productos emulsionados y cocidos donde el contenido graso y el agua son atrapados en la matriz de proteína durante el procesamiento (HUI *et al.*, 2006).

### **2.1.7. Capacidad de Retención de Agua (CRA), calidad cárnica y productividad**

Los principales atributos en la calidad cárnica son la ternura, jugosidad y “flavor” que el consumidor exige; se han hecho muchos esfuerzos para mejorar estas cualidades y aún no se han comprendido los mecanismos biológicos que suceden dentro de ella, las mismas que están influenciadas por factores genéticos y ambientales en relación con la fibra y con los procesos metabólicos. La jugosidad está determinada por el contenido de agua mantenida en su estructura al consumirse, luego del proceso de la maduración, almacenamiento y cocción. La CRA es también importante sensorialmente por su asociación con la jugosidad (LEAL y JIMENEZ, 2015).

## **2.2. Generalidades de la quinua (*Chenopodium quinoa*)**

### **2.2.1. Taxonomía**

Según ROSAS (2015) es la siguiente:

Reino	:Plantae
División	:Magnoliophyta
Clase	:Magnoliopsiada
Subclase	:Caryophyllidae
Orden	:Caryophyllales
Familia	:Amaranthaceae
Subfamilia	:Chenopodioideae
Género	:Chenopodium
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow

### **2.2.2. Origen**

La quinua (*Chenopodium quinoa*) se cultiva de por lo menos hace 5000 años, se cultivaba ya en el imperio incaico antes de la llegada de los europeos, actualmente se cultiva en Perú, Bolivia, Ecuador, Chile, Argentina y Colombia. La quinua, considerado un alimento sagrado, se empleaba también para usos medicinales. Es una planta que se cultiva anualmente con un tamaño entre 1 a 3,5 metros. El racimo ramificado tiene un tamaño entre 15 y 70 cm y puede rendir 200 g de granos por racimo. Las semillas pueden ser de diferentes colores: blanco, café, amarilla, gris, rosada, roja o negra y pueden ser clasificadas por su tamaño en: grandes medianas y pequeñas, (1,8-2,1mm; menos de 1,8 mm y 2,2-2,6 mm respectivamente (REPO y ENCINA, 2008).

### **2.2.3. Las Saponinas**

El término se deriva de la palabra sapo, cuyo significado es “jabón”, capacidad de formar espuma estable parecido al jabón en agua. La función biológica de las saponinas no es totalmente comprendida, se considera parte del sistema de defensa de las plantas contra los patógenos y herbívoros, esto por su sabor amargo. Las saponinas contienen aglicona y azúcar con un 50% aproximadamente del peso total que tiene la molécula (TROISI *et al.*, 2013).

#### 2.2.4. Eliminación de saponinas

Las saponinas son retiradas mecánicamente de las semillas de quinua al quitar el salvado, donde se ubican principalmente las saponinas, otra forma de retirar las saponinas es lavándose con agua que quita la amargura, pero al mismo tiempo, al hacer esta operación se eliminan nutrientes valiosos pudiéndose cambiar su composición química y el contenido de aminoácidos. (TROISI *et al.*, 2013). Las saponinas forman espuma al ser lavados con el agua. La toxicidad de las saponinas está en función al tipo de saponina, al organismo que lo recepciona, a su sensibilidad y absorción. Los niveles de saponinas en la quinua son variables por existir quinuas dulces y quinuas amargas. (BURIN, 2016)

### 2.3. Generalidades de la Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*)

#### 2.3.1. Taxonomía

Según APAZA (2010) es la siguiente:Reino:Vegetal

División :Angiospermophyta

Clase :Dicotyledoneae

Sub clase :Archichlamydeae

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiáceae

Género :Chenopodium

Especie :*Chenopodium pallidicaule* Aellen

### **2.3.2. Origen**

La kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) se originó en los Andes del sur de Perú y de Bolivia, distribuyéndose luego en las otras regiones semiáridas de mayor altitud; es un cultivo que soporta bien los climas con heladas, sequías y con bajas temperaturas. Probablemente sea el grano que mejor resiste las bajas temperaturas (-3 °C) y no afectar su producción. Presenta alto contenido de proteína (15-19 por ciento) y así como la quinua y la kiwicha presenta contenido importante de aminoácidos azufrados; rica en lisina, isoleucina y triptófano. La calidad proteica que presenta combinado con 60% de carbohidratos y 8% de aceites vegetales incrementa su calidad nutritiva. La quinua y la kañiwa presenta alto contenido de lípidos (REPO y ENCINA, 2008).

## **2.4. Generalidades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)**

### **2.4.1. Origen**

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) fue cultivada en el imperio incaico y en otras culturas anteriores del Perú. En México, los aztecas cultivaron otro tipo de amaranto, el *Amaranthus cruentus*. Se presentan semillas de varios colores, de negro hasta rojo, siendo el más común el de color blanco o marfil. En su composición nutricional destacan sus proteínas y su contenido alto de aceites y destacan el calcio y hierro como fuente de micronutrientes. o (REPO y ENCINA 2008).

### 2.4.2. Taxonomía

Según HERRERA y MONTENEGRO, (2012) la taxonomía de la quinua es la siguiente:

Reino	:Vegetal
División	:Fanerógama
Tipo	:Embryophytasiphonogama
Subtipo	:Angiosperma
Clase	:Dicotiledoneae
Subclase	:Archyclamidaeae
Orden	:Centrospermales
Familia	:Amaranthaceae
Género	:Amaranthus
Especies	:caudatus, cruentus ehyphochondriacus
Nombre científico: <i>Amaranthus caudatus</i>	

### 2.5. Composición nutricional de los granos andinos

La quinua es considerada la fuente natural de mayor contenido de proteína vegetal, con alta proporción de aminoácidos esenciales parecido al de la proteína de la leche. El aceite de la quinua presenta alto contenido en ácidos grasos esenciales y en ácido oleico: ácido oleico 48%, de ácido linoleico, 50,7%de ácido linolénico 0,8% y de ácidos saturados 0,4% En quinua sobresale el contenido de micronutrientes como el calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (REPO y ENCINA, 2008).

La kañiwa presenta un contenido de proteínas de 18,8% alto en comparación con otros cereales. Las proteínas presentes en quinua y kañiwa, son en su mayoría albúmina y globulina, con composición balanceada en aminoácidos esenciales semejante a los de la caseína (proteína de la leche) (APAZA, 2010).

El amaranto (kiwicha) es considerado un pseudocereal y cultivo muy prometedor por su gran valor nutritivo reflejado en su contenido de proteínas, lípidos y minerales. Presenta un contenido de proteínas de almacenamiento alto y con buen balance de aminoácidos esenciales que todos los cereales, presenta entre 13 y 17% de proteína rica en lisina, triptófano y metionina, pero pobre en leucina e isoleucina (LAVY, 2016).

En el Cuadro 3 se presenta la composición química proximal y de minerales como el calcio y magnesio en los granos andinos.

**Cuadro 3.** Composición química proximal de granos andinos (g/100 g de m.s.)

Espece	Proteína	Gras a	Fibra Cruda	Cenizas	Carbo hidratos	Calcio (mg)	Magnesio (mg)
Quinua	14,4	6	4	2,9	72,6	85	204
Kañiwa	18,8	7,6	6,1	4,1	63,4	157	210
Kiwicha	14,5	6,4	5	2,6	71,5	...	...
Trigo	10,5	2,6	2,5	1,8	78,6	...	...
Cebada	11,8	1,8	5,3	3,1	78,1	26	57
Avena	11,6	5,2	1,4	2,9	69,8	...	...
Centeno	13,4	1,8	2,6	2,1	80,1	...	...
Arroz	9,1	2,2	10,2	7,2	71,2	39,6	119
Maíz	11,1	4,9	2,1	1,7	79,7	...	...

**Fuente:** Apaza (2010)

En el Cuadro 4 se presenta el contenido de aminoácidos de granos andinos, según APAZA (2010).

**Cuadro 4.** Aminoácidos en granos andinos (mg de aminoácidos/16 g N)

<b>Aminoácidos</b>	<b>Quinoa</b>	<b>Kañiwa</b>	<b>Kiwicha</b>	<b>Arroz</b>	<b>Trigo</b>
Ácido Aspártico	7,8	7,9	7,4	8	4,7
Treonina	3,4	3,3	3,3	3,2	2,9
Serina	3,9	3,9	5	4,5	4,6
Ácido glutámico	13,2	13,6	15,6	16,9	31,3
Prolina	3,4	3,2	3,4	4	10,4
Glicina	5	5,2	7,4	4,1	6,1
Alanina	4,1	4,1	3,6	5,2	3,5
Valina	4,2	4,2	3,8	5,1	4,6
Isoleucina	3,4	3,4	3,2	3,5	4,3
Leucina	6,1	6,1	5,4	7,5	6,1
Tirosina	2,5	2,3	2,7	2,6	3,7
Fenilalanina	3,7	3,7	3,7	4,8	4,9
Lisina	5,6	5,3	6	3,2	2,8
Histidina	2,7	2,7	2,4	2,2	2
Arginina	8,1	8,3	8,2	6,3	4,8
Metionina	3,1	3	3,8	3,6	1,3
Cistina	1,7	1,6	2,3	2,5	2,2
Triptofano	1,1	0,9	1,1	1,1	1,2
% de N del grano	2,05	2,51	2,15	1,52	2,2
% de Proteína	12,8	15,7	13,4	9,5	14

Fuente: Apaza (2010).

En el Cuadro 5 se presenta el rango del contenido de fibra soluble, insoluble y dietética total.

**Cuadro 5.** Rango de contenido de fibra dietaria (g/100g de materia seca)

<b>Grano andino</b>	<b>Fibra soluble (%)</b>	<b>Fibra insoluble (%)</b>	<b>Fibra dietaria total (%)</b>
Quinoa	3,2 – 5,3	6,1 – 7,4	10,4 – 11,5
Kiwicha	1,9 – 2,4	8,5 – 9,3	10,9 -11,3
Kañiwa	2,3 – 4,1	15,6 – 18,7	18,7 – 21,9

Fuente: REPO *et al.* 2012

## **2.6. Aspectos generales de la hamburguesa**

### **2.6.1. Definición de hamburguesas**

La hamburguesa es aquel producto que ha sido elaborado con carne picada y/o molida de animales de abasto, al que se adicionan otros ingredientes como: sal, grasa, proteínas no cárnicas, especias, condimentos, aditivos alimentarios, entre otros, que son mezclada y moldeada en forma manual o en forma mecánica con tratamiento térmico o no (NTP 201.057, 2016)

WARRIS (2003) indica que tradicionalmente, las hamburguesas se elaboran con carne de vacuno picada o en escamas, pero en la actualidad se utilizan otros tipos de carne. Algunas veces se añaden sal (cloruro de sodio) y otros extendedores como la proteína de soja para mejorar la cohesividad de las hamburguesas tras el cocinado y reducir el coste de los productos. También pueden usarse para reducir el contenido en grasa. En el Reino Unido el mínimo permitido de contenido de carne es del 80% pero en los Estados Unidos en donde los extendedores no están permitidos, la carne para hamburguesas debe

ser de carne de vacuno junto con grasa de vacuno. El contenido total de grasa no debe exceder el 30%, aunque por lo general es inferior (15-20%). Las mejores hamburguesas se elaboran a partir de carne con un bajo contenido en tejido conectivo. La carne picada se presiona o se extruye en moldes para formar empanadas redondas. En el proceso de moldeado es necesario cuidar de no someterlas a muy altas fuerzas de corte o las hamburguesas se encogerán de modo desigual y perderán su forma durante el cocinado.

Según SERNAC (2016), la hamburguesa es el producto que ha sido elaborado con carne de reses y aves, adicionadas o no con grasa animal, así como ingredientes y aditivos autorizados por la entidad correspondiente y sal, la restricción es que no debe de contener más de 24% de grasa. Una vez elaborado el producto es congelado para su comercialización. La congelación a temperaturas menores a  $-18^{\circ}\text{C}$  es uno de los métodos excelente para preservar carnes, porque los cambios en sus propiedades son mínimos, la descongelación posterior produce pérdida de agua que si es alta cantidad disminuye la calidad de la carne.

### **2.6.2. Requisitos de una hamburguesa.**

Según la NTP 201.057 (2016) los productos formados deben cumplir los siguientes requisitos:

#### **- Organolépticos**

En esta característica se consideran los siguientes requisitos:

Aspecto: Homogéneo o uniforme de acuerdo con la naturaleza del producto, exentas de cualquier materia extraña.

Sabor: Agradable y característico de acuerdo con las materias primas e ingredientes utilizados.

Olor: Agradable y característico de acuerdo con las materias primase ingredientes utilizados. No debe presentar olores ácidos.

Color: Uniforme y característico de acuerdo con las materias primase ingredientes utilizados.

Textura: Debe tener una consistencia que permita su manipulación.

### - Composición

En el Cuadro 6 se presenta la clasificación de los productos cárnicos formados por su composición química.

**Cuadro 6.** Composición de productos formados según su clasificación.

<b>Calidad</b>		<b>Extrafino</b>	<b>Fino</b>	<b>Extra</b>	<b>Económica</b>
<b>Componentes</b>	<b>Max /Min</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Carne magra	Min.	80	60	48	20
Grasa	Max.	20	25	25	30
Almidones	Max.	----	----	5	10
Proteína no cárnica	Max.	----	5	7	10
Agua añadida	Max.	----	10	15	30
<b>Total</b>		100	100	100	100

Fuente: NTP 201.057 (20016).

### - Microbiológico

Sobre la seguridad alimentaria es importante conocer el límite de la presencia de microorganismos, para ello en el Cuadro 7, se muestran los requisitos microbiológicos para alimentos crudos y pre-cocidos.

**Cuadro 7.** Límites microbiológicos para productos crudos o parcialmente cocidos

<b>Microorganismos</b>	<b>Límite máximo</b>
Recuento de aerobios Mesófilos	10 <sup>6</sup> ufc/g
Numeración de <i>E. coli</i>	10 <sup>2</sup> ufc/g
Recuento Numeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	10 <sup>2</sup> ufc/g ó NMP/g
Anaerobios sulfitos reductores	10 <sup>2</sup> ufc/g
Detección de Salmonella	Ausencia en 25 g

Fuente: NTP 201.057 (20016).

#### - Almacenamiento

El almacenamiento en refrigeración y congelación deben de satisfacer los parámetros tecnológicos que permitan asegurar y preserven la calidad del producto.

**Refrigeración:** La temperatura de almacenamiento debe estar entre 2 °C a 4 °C. para evitar su deterioro y la multiplicación de microorganismos. Se debe tener en cuenta una adecuada rotación de stocks y mantenerse en condiciones de limpieza e higiene que permitan garantizar el estado sanitario de las cámaras de almacenamiento.

**Congelación:** Los productos a congelarse deben ser sometidos a congelamiento rápido hasta una temperatura máxima de -18 °C tomado en el núcleo del producto. Luego de ser congelados los productos deben de pasar a a almacenamiento en una cámara a -18 °C de temperatura máxima.

### 2.6.3. Elaboración de hamburguesas

Los autores VARNAM y SUTHERLAND (1998) mencionan en cuanto al proceso de elaboración de las hamburguesas lo siguiente:

#### - **Ingredientes**

Las hamburguesas se pueden elaborar de carne de cualquier especie. El elevado contenido de carne, especialmente cuando se usa vacuno, significa que las hierbas aromáticas y especias son menos importantes en la aromatización de las hamburguesas. El NaCl, sin embargo, está siempre presente por razones tecnológicas y organolépticas.

#### - **Picado**

Las hamburguesas deben de ser picadas en tamaño grueso para obtener una textura fibrosa y que sea desmenuzable. La acción mecánica a la que se somete junto con el cloruro de sodio debe de ser suficiente para el logado del producto antes y después de cocinarse. Utilizar una carne de baja calidad con grandes cantidades de tejido conectivo podría hacer que se obtenga una hamburguesa de textura no deseable.

#### - **Moldeado**

La prensa manual es el método más simple de moldeado en hamburguesas, pero es un método lento y adecuado para producción a pequeña escala. La extrusión es el método más utilizado a gran escala. Se presentan dos tipos: extrusión en molde, la extrusión y loncheado. La extrusión en molde es la impulsión de la mezcla en un orificio a una cámara de moldeado. La extrusión y loncheado es más simple, la mezcla se somete a extrusión desde un tubo y se corta en rodajas utilizando una cuchilla o guillotina.

### - **Envasado**

Las hamburguesas una vez refrigeradas son colocadas en bandejas de poliestireno, utilizando papel para separarse y evitar que se adhieran, luego se envuelven con una película.

## **2.7. Evaluación sensorial**

Las evaluaciones sensoriales pueden ser: Pruebas afectivas, se tienen la prueba de aceptación o de preferencia y la prueba hedónica. Las pruebas analíticas: que pueden ser discriminatorias y descriptivas (SANCHEZ y ALBARRACIN, 2010)

### **2.7.1. Metodología de preguntas o marque todo lo que corresponda (CATA)**

Si bien el método descriptivo con panelistas entrenados es una metodología poderosa y muy utilizada para la descripción de las propiedades sensoriales de los alimentos, permitiendo obtener información adecuada y confiable de ella pero el tiempo requerido para el análisis así como los recursos son relativamente grandes, por esta razón se busca implementar otros métodos novedosos que proporcionen información adecuada pero en menor tiempo, de allí que esta metodología conocida como CATA (cheque-todo-que-aplique) fue creada por Adams, Williams, Lancaster, y Foley (2007) y se ha hecho muy popular. En ella se pide al panelista que seleccione las alternativas que considere adecuado para la calificación (JAEGER *et al.*, 2014). En esta metodología se presenta al panelista una serie de términos que pueden ser sobre términos sensoriales o no sensoriales como ocasiones de uso, posicionamiento del

producto o emociones, los términos pueden ser descriptores o ser resultado de estudios anteriores (VARELA y ARES, 2012).

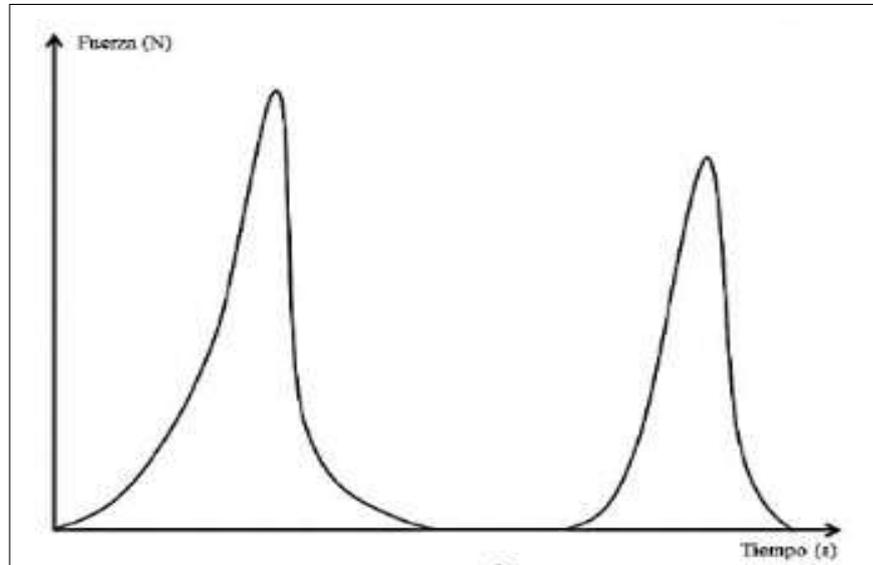
Sin embargo, se corre el riesgo que los panelistas respondan de forma rápida sin pensar en sus respuestas, escogiendo generalmente los primeros términos y dejando de lado los últimos, por lo que es necesario aplicar una estrategia que evite esta tendencia, recomendándose la aleatorización entre los panelistas y las muestras que hace que se ponga atención a todos los términos presentados en la lista (ARES y JAEGER, 2013).

## **2.8. Análisis de perfil de textura (TPA)**

Consiste en una serie de curvas que registran los eventos que las caracterizan espacial o temporalmente durante la medición de la textura de los alimentos. El TPA es una medida objetiva de la sensación subjetiva, haciendo que las características de textura sean predichas de forma adecuada, obteniéndose curvas que simulan el esfuerzo que hace una mandíbula al morder el alimento. El texturómetro es el instrumento utilizado para este análisis. En la Figura 1 se muestra curva de TPA típica (TORRES *et al.*, 2014).

El texturómetro consiste en un émbolo acabado en plano para el contacto con el alimento, que oscila hacia atrás y sale a 108 cm/min de velocidad, la muestra a un espesor de 0,5 pulgadas (0,0127 m) es deformada hasta un 75%. El ciclo consiste en dos mordidas, y el esfuerzo en la muestra se mide al tiempo que es comprimida. Finalizada la primera mordida, se retira la muestra para que se relaje algo. En la segunda mordida se comprime otra vez antes de su relajación nuevamente. La resistencia en la deformación del alimento se registra

en los ciclos de mordida.



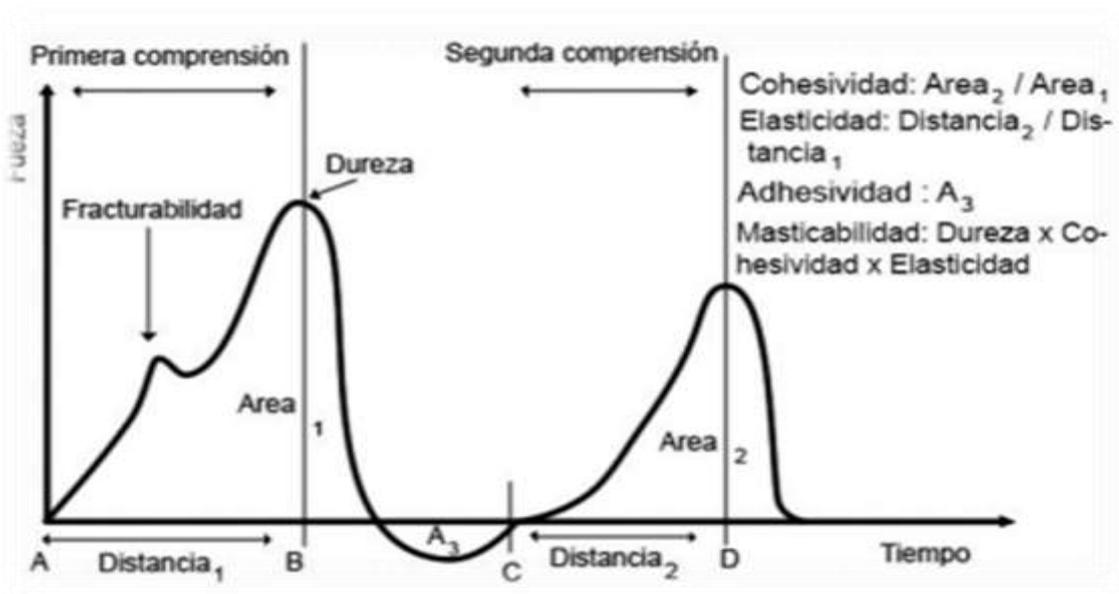
**Figura 1.** Curva de TPA

En la Figura 2 se presenta una curva ideal del TPA, esfuerzo y deformación, en la que se diferencia la primera de la segunda mordida (LAVY, 2016).



**Figura 2.** Ciclos de mordidas de un análisis de TPA

En la Figura 3 se presenta una curva típica de un análisis de textura. Donde son consideradas una serie de características entre una primera y segunda área de compresión, evaluadas entre la fuerza y el tiempo. Entre las características que pueden presentarse son la fracturabilidad, dureza, cohesividad, adhesividad, masticabilidad y elasticidad.



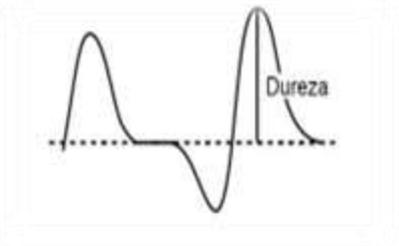
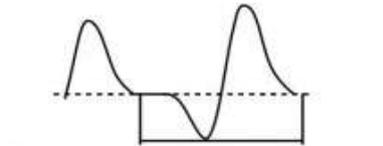
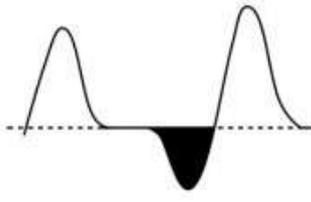
**Figura 3.** Curva típica de un análisis de textura

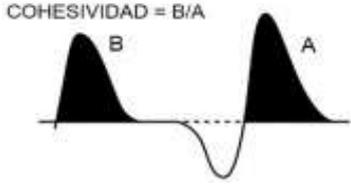
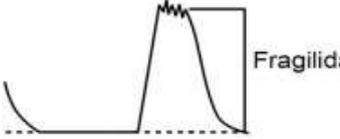
### 2.8.1. Mediciones instrumentales de Textura

La medida instrumental de la textura constituye una alternativa a la evaluación sensorial que permite superar los inconvenientes que se puedan presentar debido a la variación entre los resultados, dificultad de ser ejecutadas y la interpretación de los resultados, sin embargo, es necesario que estas medidas obtenidas instrumentalmente sean correlacionadas con las respuestas obtenidas por los jueces que permitan validar los resultados instrumentales. (TORRES *et al.*, 2014).

En el Cuadro 8 se presenta los parámetros que se miden e un TPA (TORRES, *et al.*, 2014).

**Cuadro 8.** Parámetros medidos por un Análisis de Perfil de Textura (TPA)

Parámetro	Definición Sensorial	Definición Instrumental
Fracturabilidad	Fuerza que se necesita en la primera ruptura o primer pico	
Dureza	Valor que se obtiene de fuerza luego de la primera compresión (segundo pico). Constituye la fuerza que se requiere para comprimir un alimento entre los molares, es llamada firmeza.	
Elasticidad	Extensión que un alimento comprimido aplica al retornar a su tamaño original cuando la fuerza es retirada.	 <p>Ciclo = Segundo contacto - Primer contacto Elasticidad = Ciclo para un material elástico Inelástico - Ciclo para el alimento</p>
Adhesividad	Es el trabajo necesario para retirar el alimento de la superficie. Comprende el área de la curva bajo el eje de abscisas	

Cohesividad	Fuerza realizada sobre los alimentos por los enlaces internos. Se obtiene como cociente entre las áreas del segundo y el primer pico.	
Fragilidad	Fuerza necesaria para que el material se fracture. Los alimentos frágiles no son adhesivos.	
Masticabilidad	Es la energía que se requiere para masticar un alimento en estado hasta estar listo para ser tragado.	Dureza x Cohesividad x Elasticidad
Gomosidad	Energía que se requiere para desintegrar un alimento en estado semisólido y que queda listo para ser tragado.	Dureza x Cohesividad

## 2.9. Análisis de Color

Dentro de los atributos de los alimentos el color juega un papel muy importante en la preferencia del consumidor que prefieren una atractiva apariencia. Cuando el color de un alimento cambia, sin cambiar sus otros atributos como forma, aroma, etc el alimento es rechazado por los consumidores. (RETTING y AH-HEN, 2014).

Las mediciones del color pueden ser realizadas en forma visual es decir con el ojo humano, o con el uso de instrumentos como el colorímetro o

también utilizando la visión digital. El color es definido en tres atributos: matiz, croma y brillo (RETTING y AH-HEN, 2014).

- **Matiz**, Llamado también tono, tinte, color (Hue) y es caracterizado por la longitud de onda de la radiación y hace la diferencia entre un color y otro.

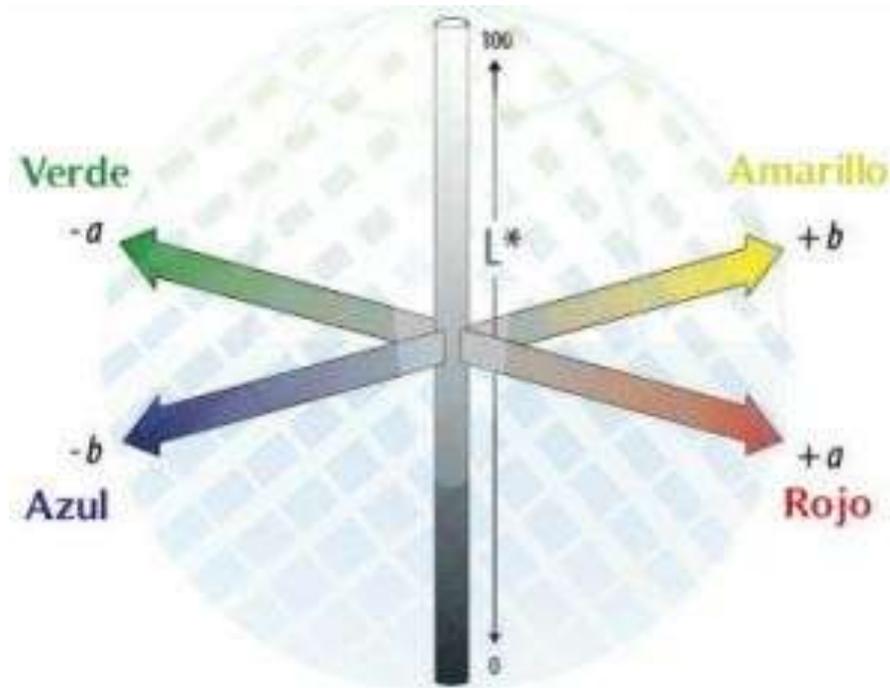
Representa un espacio en el diagrama de cromaticidad. Ejemplo: Rojo-amarillo o verde-amarillo.

- **Cromaticidad**, llamado también saturación, intensidad, pureza (Chroma). Y viene a ser la intensidad o pureza espectral del color y este va de tonos grises, pálidos, apagados a los tonos más fuertes y vivos. Viene a ser el grado de color (incolore, brillo, palidez). Ejemplo: Brillante rojo- amarillo o pálido-rojo amarillo.

- **Luminosidad**, llamado brillante, brillo (Brightness). Representa el contenido total de energía, dando lugar a colores claros y oscuros. Es el grado entre la oscuridad y el brillo máximo. Ejemplo: Rojo brillante-amarillo o rojo oscuro-amarillo.

### 2.9.1. Sistemas CIE

Los sistemas CIE son los más utilizados para describir y medir el color, se basan en la utilización de fuentes de iluminación y observadores estándar, usan tres coordenadas para la ubicación del color que incluyen (1) CIE XYZ, (2) CIE  $L^*a^*b^*$  y (3) CIE  $L^*C^*h^*$ , tal como se indica en la Figura 4 (RETTING y AH-HEN, 2014).



**Figura 4.** Coordenadas de color

### 2.9.2. Espacio de Color

Es un método que expresa el color de un objeto utilizando una anotación como por ejemplo números. La Comisión Internacional de l'Eclairage (CIE) es una institución que se dedica a la ciencia de la luz, ha definido el espacio de color  $L^*a^*b^*$ , referido como CIELAB que se ha convertido en uno de los métodos más utilizados por investigadores para determinar el color porque correlaciona valores de color con los de la percepción humana (KONICA MINOLTA).

### 2.9.3. Color Usando Coordenadas $L^*a^*b^*$

El color al ser una percepción subjetiva puede ser interpretada de diferente manera por dos individuos llevando a confusión, para salvar este

problema el color debe de ser expresado en términos numéricos y objetivos (KONICA MINOLTA).

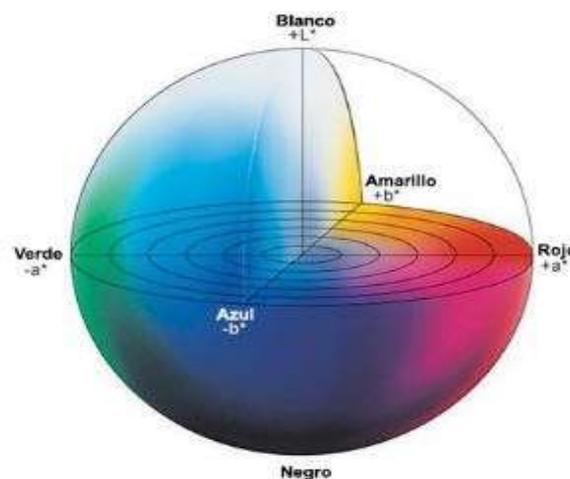
Los colores pueden ser expresados como matiz o color, luminosidad o brillo y saturación o vividez, creando estas escalas para los atributos indicados puede expresarse el color de una forma más efectiva. El espacio de color  $L^*a^*b^*$  ha sido modelado considerando una teoría de color contrario, que expresa que dos colores no pueden ser al mismo tiempo rojo y verde o amarillo y azul al mismo tiempo. En la Figura 5,  $L^*$  es la luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$ , las coordenadas cromáticas.

$L^*$ =luminosidad

$a^*$ = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

$b^*$ = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Los atributos de color indicados pueden ser detectados por espectrofotómetros y colorímetros y cuantificarlos fácilmente, determinando el color de un objeto dentro del espacio de color y mostrar valores para cada una de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$  (KONICA MINOLTA).



**Figura 5.** Espacio de color  $L^*a^*b^*$

### 2.10. Metodología de superficie de respuesta (MSR)

Vienen a ser técnicas matemáticas que se utilizan para modelar y analizar aquellos problemas en los que una variable investigada se ve influenciada por otras. Tiene como objetivo el lograr optimizar la variable que se investiga, lográndose esto al determinar condiciones óptimas en las que opera un. Comprende dos etapas: modelado y desplazamiento, que se repiten tantas veces como se necesiten a fin de obtener una región que sea la óptima de la superficie que se investiga. El modelado, por lo general se hace ajustándose a modelos simples (lineales o cuadráticos). El desplazamiento se da a lo largo de la inclinación de un determinado modelo que viene a ser la trayectoria en la cual la respuesta varía de forma más pronunciada. Si el valor que se espera,  $\eta$ , de la variable respuesta está en función de las  $k$  variables ( $x_1, x_2, \dots, x_k$ ) existe una función de  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , que proporciona un valor de  $\eta$  para alguna combinación de niveles de las variables, eso es representado en la ecuación 1.

$$\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (1)$$

así, la variable respuesta se puede expresarse como en (2).

$$Y = \eta + e = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + e \quad (2)$$

Siendo:  $e$  = error observado en la respuesta.

La función  $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  relación entre  $\eta$  y los diferentes niveles de las  $k$  variables se representan en una hiper superficie llamado subconjunto de un espacio euclídeo  $(k+1)$ -dimensional) que se a su vez se llama superficie de respuesta (LOPEZ, 2015).

La optimización mediante MSR tiene las ventajas de minimizar costos, incrementar las ganancias, reducir el uso de ingredientes o preservantes de alto costo, aumentar las características consideradas deseables en un alimento sin poner en peligro su inocuidad durante el diseño de un nuevo producto o el mejorar uno ya existentes (ZEGARRA, 2015).

### **2.10.1. Diseño de Mezclas**

El diseño de mezclas utilizado para elaborar nuevos productos ha venido siendo muy utilizado porque permite realizar combinaciones con la finalidad de buscar nuevas características funcionales optimizando el uso de las materias primas. El departamento de investigación de una compañía es la encargada del diseño de nuevos productos y procesos para el cual se recurre a herramientas estadísticas para valorar y optimizar mezclas (SALAMANCA *et al.*, 2015).

En el diseño de mezclas, la proporción de componentes de una mezcla y las respuestas que se desean optimizar se relacionan directamente, con respecto al total, la proporción no puede ser cambiada como en el caso de los diseños factoriales. La forma de analizar este diseño es con el uso de una superficie de respuesta, con la finalidad de obtener la mezcla óptima. Desde la época de los setenta se viene utilizando en la industria de alimentos. El primer trabajo fue de Henika y Palmer (1976) en la mezcla de cereales; Huor, *et al.*, (1981) para optimizar proporciones de frutas (melón, piña y naranja) utilizadas en un ponche (SALAMANCA *et al.*, 2015).

LAVY (2016) indica los siguientes pasos en el diseño de mezclas:

- Definir los objetivos del estudio
- Seleccionar los componentes que van a intervenir en las mezclas y demás factores que se pretende estudiar, pudiéndose incluir las variables que intervienen en el proceso o la cantidad de mezcla.
  - Identificar cuáles son las restricciones de la mezcla u otros factores para especificar el experimento.
  - Identificar cuáles son las variables respuesta que se necesitan medirse.
  - Proponer el modelo que va a servir para modelar el área de respuesta, esto en función de los componentes de la mezcla u otros factores seleccionados en el experimento.
  - Seleccionar el diseño experimental más adecuado tanto para ajustarse al modelo propuesto como para ser adecuado al modelo.

En general se tendrán  $q$  componentes o ingredientes y cada tratamiento consiste en una combinación de dichos ingredientes. Si se denotan por  $x$ , las proporciones en las que participan los componentes de la mezcla deben satisfacer dos restricciones, tal como se representa en la ecuación 3 y 4.

$$0 \leq x_i \leq 1, \text{ para cada componente } i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^q x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1 \quad (4)$$

### 2.10.2. Diseño de experimentos con mezclas

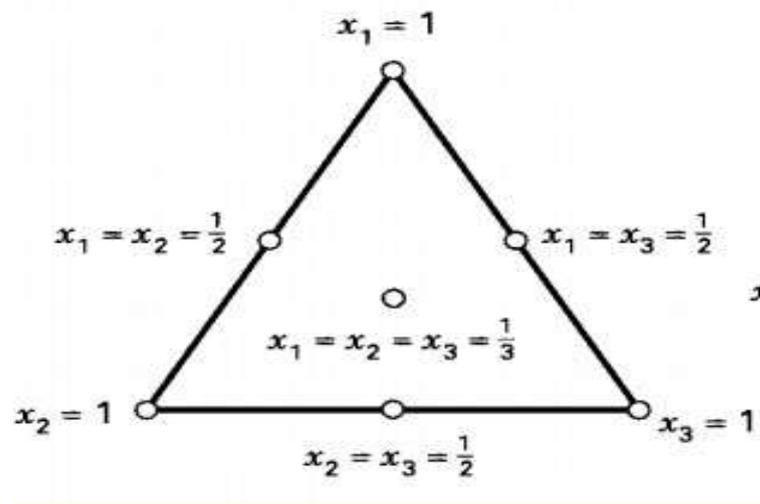
Viene a ser un conjunto de experimentos que permiten probar combinaciones de mezclas. Si se denotan por  $x_1, x_2, \dots, x_q$ , las proporciones en

las que participan los componentes de la mezcla, sabrá unas restricciones que deben de cumplir:  $0 \leq x_i \leq 1$  esto para cada componente  $i$ .

Las restricciones permiten hacer que la suma de todos los componentes de la mezcla debe ser 100%, es decir que no se pueden manipular uno de otro y que las proporciones varían entre 0 y 1. En el caso de que los componentes están restringidos por límites inferiores  $L_i$  y/o límites superiores  $U_i$ , la restricción se define como:  $0 \leq L_i \leq X_i \leq U_i \leq 1$ . Puede también que exista cierta dependencia entre dos o más componentes, en este caso se utilizan restricciones lineales de multicomponentes. Si se desea mantener fija alguna parte de la mezcla, las proporciones deberán estar escaladas para que sumen 1 (ORTEGA *et al.*, 2014)

### 2.10.3. El diseño simplex con centroide

Se utiliza cuando se tienen pocos componentes, consiste en  $2^n$  puntos definidos (Figura 6), en ella las mezclas puras son todos los puntos medios ( $X_i = 1/2$ ) de las aristas entre dos vértices, los centroides de las caras definidas por cada tres vértices y así hasta obtener el centroide global. Cuando se tienen otras restricciones (límites inferiores y/o superiores o restricciones lineales), la región experimental ya no es regular y su forma va a depender de donde están ubicadas las restricciones. Los puntos que experimentar son colocados en los vértices extremos de la región experimental, utilizando pseudo componentes si la región está completamente al interior del simplex (ORTEGA *et al.*, 2014).



**Figura 6.** Diseño simplex centroide para  $(q=3)$

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, a una altitud de 660 m.s.n.m. con una temperatura entre 17 °C y 32 °C, con 82% de HR anual, en los laboratorios de: Harinas y Sucedáneos, Análisis de Alimentos, Microbiología de Alimentos, Calidad y Análisis Sensorial y en el laboratorio de Análisis por instrumentación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco.

#### **3.2. Materia prima e insumos**

Como materia prima se utilizó carne de res adquirida en el mercado de abastos de la ciudad de Tingo María y los granos de quinua, kañiwa y kiwicha adquiridos del mercado de abastos de la ciudad de Lima.

Los insumos: sal de la marca EMSAL, pimienta blanca de la marca KARIÑO, ajo y cebolla en polvo de la marca CIAL.

#### **3.3. Equipos, materiales y reactivos**

##### **3.3.1. Equipos**

- Colorímetro: marca Konica Minolta CR-400

- Texturómetro Brookfield CT3
- Estufa (Estergon tipo LP – 10Z)
- Mufla (Thermolyne, tipo 1400)
- Desecador. Marca: Fisher Scientific
- Balanza analítica. Marca: H.W. Kassel S.A
- Balanza gramera. Marca: Wei Heng
- Extractor de grasa. Marca: Gerhardt
- Digestor de fibra
- Destilador
- Termómetro digital. Marca: Cocinista
- Cocina de plato. Marca: Sweetza
- Cocina de gas marca: Mabe
- Congeladora. Marca: Kossodo
- Selladora de pedal
- Cuenta Colonias marca: Quebec.

### **3.3.2. Materiales**

- Placas Petri.
- Tubos de ensayo 10mL
- Pipetas 1, 5, 10 mL
- Probeta de 50, 100, 250 mL
- Fiolas 50, 100,250 mL
- Balón de fondo plano de 250 mL
- Balón de digestión

- Vasos de precipitado de 50 y 500 mL.
- Matraces de 250 y 500 mL
- Varillas de agitación
- Asa de siembra
- Lunas de reloj
- Crisoles de porcelana
- Cápsulas de porcelana
- Placas petrifilm de E. Coli 3M
- Mechero
- Espátula
- Gradilla
- Pinzas metálicas.
- Papel filtro
- Materiales de aseo
- Bolsas de polietileno de baja densidad 15 x 20 x 70 micras.
- Regla de 20 cm
- Platos descartable N°15
- Vasos descartables
- Ollas y sartén
- Colador de acero inoxidable
- Recipientes de acero inoxidable
- Bandejas de acero inoxidable
- Guantes descartables, toca y mascarilla
- Cuchillo y cuchara

### 3.3.3. Reactivos

- Ácido sulfúrico al 1.25% y 0.1 N
- Éter de petróleo
- Catalizador (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y CuSO<sub>4</sub>)
- Solución de hidróxido de sodio al 23 y 1.25%
- Alcohol etílico al 95 %
- Éter de petróleo
- Ácido clorhídrico
- Ácido bórico al 4%
- Indicador (rojo de metilo y verde de bromocresol)

## 3.4. Métodos de análisis

### 3.4.1. Análisis Sensorial

Se realizó utilizando la metodología de la prueba afectiva con escala hedónica de 9 puntos y el método *check all that apply* (CATA), descrito por ARES y JAEGER (2015).

### 3.4.2. Análisis instrumental

#### - Perfil de textura (TPA)

Utilizando un analizador de Textura CT3 (BROOKFIELD), siguiendo la metodología de YOSHIDA *et al.* (2013).

#### - Perfil de color

Se utilizó un colorímetro marca Konica Minolta (CHROMA METER CR 400, Japón), siguiendo la metodología de YOSHIDA *et al.* (2013).

### 3.4.3. Análisis microbiológico

Método descrito por la ICMSF (1991), analizando:

- Recuento de aerobios mesófilos
- Numeración de *E. Coli*
- Detección de *Salmonella*
- Recuento o Numeración de *Staphylococcus aureus*
- Sulfito reductor

### 3.4.3. Análisis químico proximal

- Determinación de proteínas, método semi micro Kjeldahl (AOAC. 1990 - 984.13).
- Determinación de extracto etéreo (grasa), método de Soxhlet (AOAC. 1990 - 948.16).
- Determinación de Fibra Cruda (AOAC. 1990 – 962.09)
- Determinación de Humedad (AOAC. 1990 – 930.15)
- Determinación de ceniza (AOAC. 1990 – 942.05)
- Determinación de carbohidratos, fue realizado por diferencia.
- Determinación de la energía total (suma de las energías del análisis de proteínas, grasas y carbohidratos).

### 3.4.4. Análisis de las características físicas

- **Rendimiento de cocción.**

Utilizando la fórmula 5 (GARCIA *et al.*, 2012).

$$\%RC = \frac{\text{Peso de hamburguesa cocida}}{\text{Peso de hamburguesa cruda}} \times 100 \quad (5)$$

#### - Reducción del diámetro

Utilizando la fórmula 6 (GARCIA *et al.*, 2012).

$$\%RD = \frac{\text{Diámetro hamburguesa cruda} - \text{Diámetro hamburguesa cocida}}{\text{Diámetro de la CH}} \times 100 \quad (6)$$

### 3.5. Metodología experimental

#### 3.5.1. Diseño de las Mezclas

El diseño de mezclas se utiliza para determinar los puntos de medición, este sistema tiene puntos experimentales distribuidos simétricamente y bien elegidos.

El experimento se realizó de acuerdo con un diseño de mezclas simplex centroide ampliado obtenidas mediante el software Estadística con los tres ingredientes principales: granos de quinua, kañiwa y kiwicha teniendo en cuenta las restricciones mínimas (0) y máximas (30) para la obtención de las mezclas

Se obtuvieron 3 puntos de pureza con cada ingrediente (vértices del triángulo), 3 mezclas con dos de los ingredientes (borde central del triángulo) y un punto central (dentro del triángulo) que consta de partes iguales de todos los ingredientes.

El diseño del experimento se muestra en el Cuadro 9 y las formulaciones en el Cuadro 10.

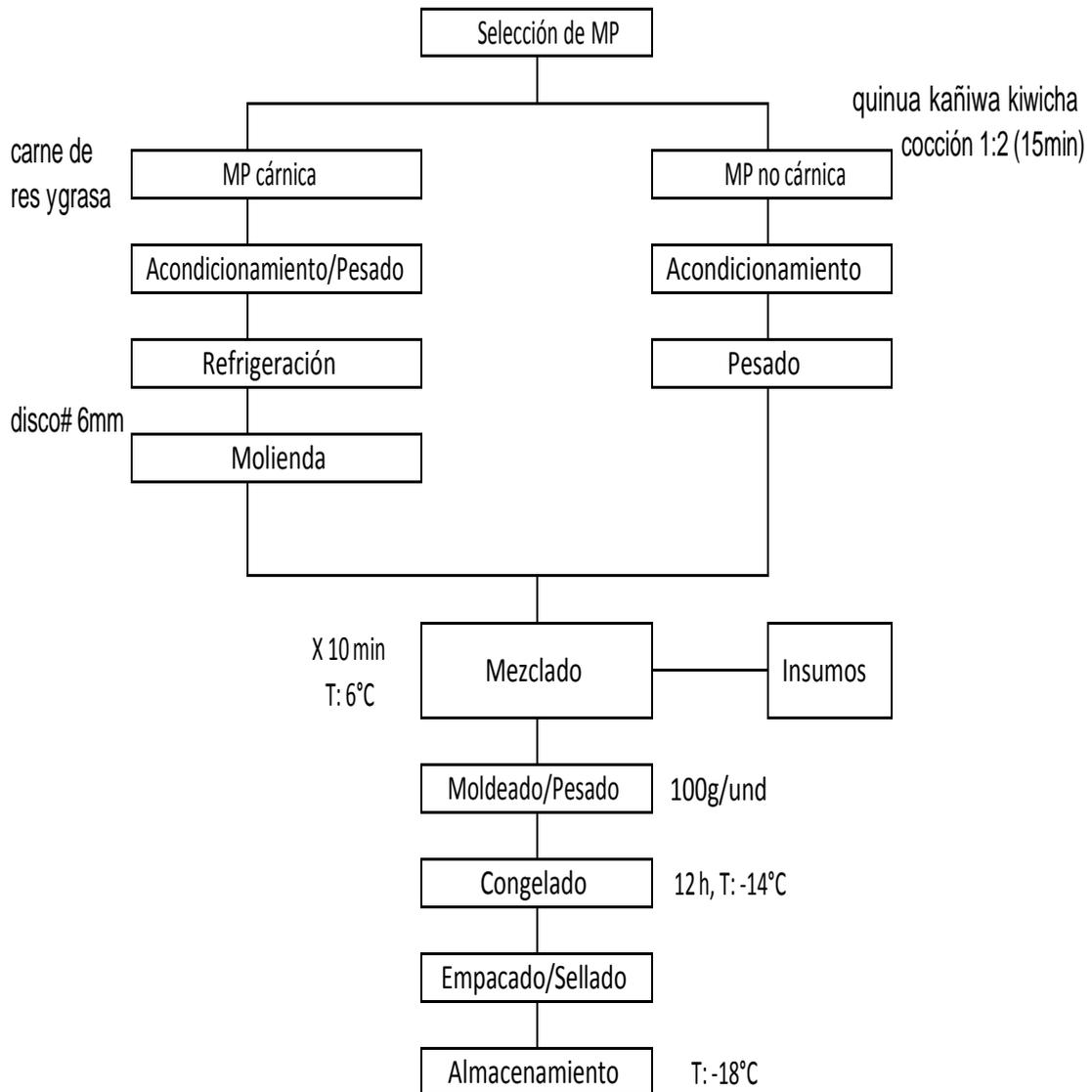
**Cuadro 9.** Diseño de las mezclas de Quinoa, kañiwa y kiwicha, que fueron utilizadas en las formulaciones

<b>Corrida</b>	<b>Quinoa</b>	<b>Kañiwa</b>	<b>Kiwicha</b>
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1/2	1/2	0
5	1/2	0	1/2
6	0	1/2	1/2
7	1/3	1/3	1/3
8	1/3	1/3	1/3



### 3.5.2. Proceso de elaboración de las hamburguesas

El flujo de operaciones se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Flujograma para la elaboración de la hamburguesa de res con granos de quinoa, kañiwa y kiwicha.

### - Recepción de la materia cárnica

La carne fue adquirida del mercado de abastos de la ciudad de Tingo María, consistió en piezas de parte de la pierna de la res sin grasa ni tejido conectivo, la grasa usada fue tocino dorsal de animales con un tiempo aproximado de 48 horas *postmortem* se transportó en un *cooler* hasta el lugar de proceso y se colocó en refrigeración hasta su acondicionamiento.

### - Acondicionado y pesado de la carne

Este proceso consistió en retirar el tejido conectivo y restos de grasa que tuvieron las piezas de carne, además se cortó en trozos de 5 x 5 cm aproximadamente como se observa en la Figura 8. Asimismo, se pesó según la formulación.



**Figura 8.** Troceado de la carne de res

#### - Refrigeración

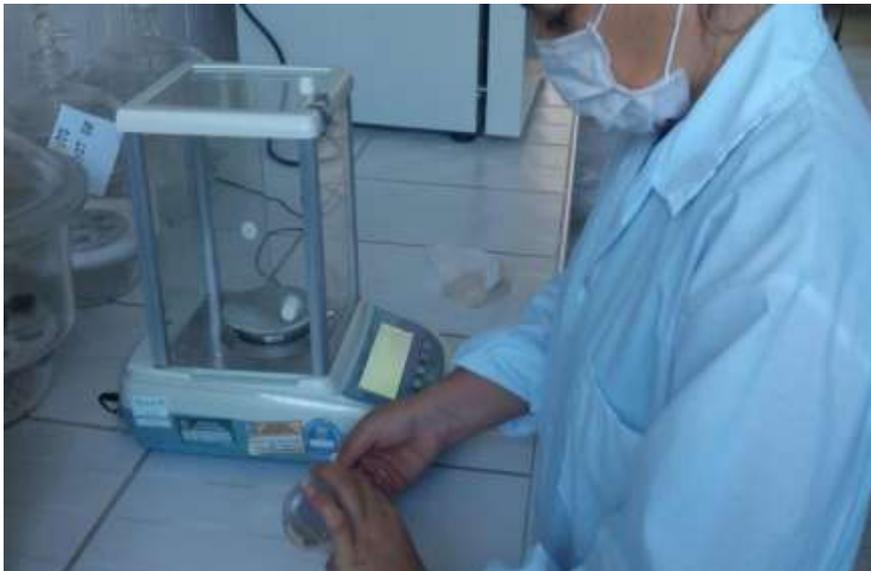
Se colocó la materia prima en el refrigerador hasta una temperatura de 4 °C, con la finalidad de mantener el frío y evitar la proliferación de microorganismos.

#### - Cocción de la materia prima no cárnica

La quinua, kañiwa y kiwicha se cocinaron con agua en una proporción de 1: 2, por un tiempo aproximado de 15 a 20 min, pasado este tiempo se escurrió toda el agua, se dejó enfriar y se colocó en refrigeración hasta alcanzar una temperatura de 4°C aproximadamente.

#### - Pesado

Se pesaron las materias primas no cárnicas y los insumos según la formulación, en la Figura 9 se observa el pesado de los insumos.



**Figura 9.** Pesado de insumos

### - Molienda

La molienda de la carne y grasa de res se realizó en un molino semiindustrial, formado por una cuchilla y un disco de 6 mm. en la Figura 10 se observa la molienda de la carne de res.



**Figura 10.** Molienda de la carne de res

### - Mezclado

El mezclado se realizó en una olla de acero inoxidable (Figura 11), fue realizado de forma manual; la carne y la grasa molida, los granos andinos cocidos y los insumos, se mezcló bien por 10 minutos aproximadamente hasta obtener una masa completamente homogénea, esto con la finalidad de ligar la sal, especias y grasa para obtener el sabor del producto final.



**Figura 11.** Mezclado de las materias primas e insumos

#### - **Moldeado**

Se llevó a cabo de forma manual, haciendo bolos de 100 g y luego se aplanó dándole forma circular con un molde de acero inoxidable, obteniéndose muestras de 10 cm de diámetro y 1,0 cm de espesor, (Figura 12). Esta operación se realizó en el menor tiempo posible para evitar el calentamiento de la masa.



**Figura 12.** Moldeado de las hamburguesas

### - Congelado

Las hamburguesas ya formadas se colocaron en una bandeja de acero inoxidable, se colocó poligrasa para evitar el contacto del producto con la bandeja y así evitar que se adhiera por el congelamiento y evitar la deformación, también se cubrieron con poligrasa para evitar la quemadura por frío en la superficie, como se observa en la Figura 13, se llevó a la congeladora por un tiempo de 12 h aproximadamente, llegando a una temperatura de  $-14^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 13.** Congelado de las hamburguesas

### - Empacado y sellado

Se colocó una unidad de hamburguesa en una bolsa de polietileno 15 x 20 y se llevó a sellar en una selladora de pedal sin vacío a una temperatura de sellado de  $55^{\circ}\text{C}$ , como se observa en la Figura 14.



**Figura 14.** Empacado y sellado de las hamburguesas

#### - Almacenamiento

Las hamburguesas se almacenaron en una congeladora a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, hasta sus diferentes evaluaciones.

### 3.5.3. Evaluación sensorial de las hamburguesas

Las evaluaciones sensoriales de las hamburguesas fueron preparadas según la formulación de los 9 tratamientos, se realizó en dos etapas:

#### - Fase preliminar

Este ensayo se llevó a cabo por un panel de 10 catadores semi entrenados cuya función fue listar los atributos que pudieran identificarse en cada muestra; para ello, los panelistas degustaron las 9 formulaciones con diferentes concentraciones de quinua, kañiwa y kiwicha, más el testigo con 100% carne, teniendo en cuenta las características de apariencia, sabor, aroma y textura.

De la lista de descriptores obtenidas, se seleccionaron los términos

o frases más recurrentes por los catadores para elaborar el cuestionario CATA.

Se utilizaron 26 calificativos que fueron aleatorizados entre muestras y consumidores, para evitar que los consumidores reduzcan la profundidad de análisis con respecto de los términos de cada pregunta CATA (ARES y JAEGER, 2013).

**- Fase final**

Fue evaluada utilizando 90 consumidores que habitualmente no consumen hamburguesas de los cuales 51% eran mujeres y 49 varones cuyas edades estaban entre 18 a 65 años con nivel de estudio superior (Anexo 7)

Para la evaluación de las 9 muestras se utilizó una escala hedónica de 9 puntos que van desde 1= me disgusta extremadamente y 9 = me gusta extremadamente, midiéndose así el “Nivel de Agrado” de las muestras, cuyas características fueron: apariencia, sabor, aroma, textura y gusto general. Concluido el análisis se pidió a las panelistas que respondan acerca de las características sensoriales de las muestras mediante una pregunta marque todo lo que corresponda (CATA) elaborada con 26 términos, en los que debían de marcar todos los adjetivos considerados apropiados para describirlas.

Las muestras luego de ser fritas con un peso aproximado de 25 g aproximadamente fueron presentados en recipientes de plástico, identificados con números aleatorios de 3 cifras, las muestras fueron entregadas al mismo tiempo, e tal forma que permita al panelista volver a evaluar las muestras o compararlas entre ellas.

### 3.5.4. Evaluación microbiológica

Los análisis microbiológicos fueron realizados al mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T8) congelado. Teniendo en cuenta los límites microbiológicos especificados en la Norma Técnica Peruana 201.057 (2016), para productos crudos o parcialmente cocidos.

Para eso se efectuaron los siguientes controles:

#### - Recuento de aerobios mesófilos

Con un mortero se trituró la muestra y se pesó 10 g, se diluyó en 90 mL de agua de peptona esterilizada. Sobre la base de esta dilución (dilución  $10^{-1}$ ), se prepararon otras diluciones de  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , luego de cada dilución se sacó con una pipeta 1 mL y se sembró e placas Petri por duplicado, agregándose a cada una de las placas 20 mL de agar plate count, y se llevó a incubar por 24h a 37°C. Concluido el tiempo de incubación fueron contadas con un cuenta colonias, aquella con un número entre 30 y 300 colonias por placa (ICMSF, 1991)

#### - Numeración de *Escherichia coli*

Se realizó mediante el recuento de placas Petri Film, siguiendo el protocolo de dilución de la muestra. Se inoculó 1 mL y se llevó a incubar por 24h a 37°C (ICMSF, 1991).

#### - Detección de *Salmonella*

Se realizó un pre-enriquecimiento pesándose 25 g de muestra y diluyéndose en 225 mL de agua de peptona y se incubó por 24 h a 37°C, luego de la incubación se llevó a un enriquecimiento selectivo, sembrándose 1 mL de la muestra en caldo selenito cistina (SC), Tetracionato (TT) y Rapaport (R), se incubó por 24 h a 43 °C, 24 h a 37 °C y 24 h a 43 °C respectivamente. Se realizó

el aislamiento mediante la siembra en placa por el método de estría en agar Salmonella Shiguela (SS), agar de xilosa y lisina, desoxicolato (XLD), se llevó a incubar por 24h a 37°C (ICMSF, 1991)

- **Recuento o Numeración de *Staphylococcus aureus***

Fue realizado siguiendo el protocolo de dilución de la muestra se sembró por duplicado en placa Petri con agar Baird Parker por el método de diseminación y se llevó a incubar por 24h a 37°C (ICMSF, 1991)

- **Sulfito Reductor**

Se realizó siguiendo el protocolo de dilución de la muestra se sembró en placa con agar Tryptone Sulfite Neomycine (TSN) 1mL de la muestra y se cubrió con agar se dejó solidificar unos minutos y se volvió a cubrir con otra capa del mismo agar, se llevó a una campana por 24h (ICMSF, 1991).

### **3.5.5. Evaluación química proximal**

Fue realizado a la mejor formulación obtenida de la evaluación sensorial, así como al tratamiento control y las metodologías aplicadas fueron:

- **Determinación de proteínas, método semimicro Kjeldahl.**

Método descrito por la AOAC (1990), que consistió en tres partes:

**Digestión:** Pesándose 3 g de muestra llevando a un papel filtro y se agregó el catalizador que consistió en una mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre, esto con el fin de acelerar la reacción, las muestras se colocaron en los balones de digestión cada uno rotulado con el número de muestra y se agregó el ácido sulfúrico concentrado. Se colocaron en el digestor por un tiempo total de 3 horas.

**Destilación:** las muestras se colocaron en el equipo de destilación, se agregó 5 ml de NaOH al 23%, en un vaso de precipitado se colocó 10 mL de ácido bórico al 4% más indicadores, se conecta el vapor para que se produzca la destilación por 5 min, se observa que se ha producido el viraje de color.

**Titulación:** se realizó usando solución estandarizada de ácido clorhídrico 0,1 N y se anota el gasto.

El % de nitrógeno se obtuvo con la ecuación 7

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{\text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times m_{\text{eq}} \text{ del } \text{N}_2}{\text{g de muestra}} \times 100 \quad (7)$$

Obteniéndose el porcentaje de proteína al multiplicar el porcentaje de nitrógeno por 6,25 (factor de conversión) recomendado para alimentos de origen animal (Ecuación 8).

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6,25 \quad (8)$$

#### - **Determinación de extracto etéreo (grasa)**

La determinación del extracto etéreo se realizó siguiendo el método de Soxhlet. Para ello se pesaron 5 g de muestra y los balones, luego se hizo un cartucho con papel filtro y se introdujeron dentro de los balones y estas a la vez se colocaron en el equipo soxhlet, se agregó el solvente (éter de petróleo) y se colocó en el equipo de extracción de grasa, al calentarse el solvente, se evapora y se dirige hacia la parte superior de la cámara de extracción donde se condensa por refrigeración con el agua, cae sobre la muestra, regresando luego al balón por el sifón, arrastrando así la grasa, este proceso duró aproximadamente 5

horas. Se sacaron los balones y se colocaron en una estufa a 100°C, para evaporar el éter, colocándose luego en un desecador, finalmente, se pesa el balón con la grasa (AOAC, 1990).

#### - **Determinación de Fibra Cruda**

Se pesaron las muestras que quedaron del análisis de grasa y se realizó el siguiente proceso:

**Digestión ácida:** A las muestras colocadas en vasos de 500 mL, se añadió ácido sulfúrico 1,25%, dejándose hervir por 30 minutos en el destilador de reflujo, filtrándose luego y finalmente se lavó con agua destilada caliente.

**Digestión Básica:** Filtrada la muestra se coloca nuevamente en el vaso al cual se agrega 200mL de hidróxido de sodio al 1,25%, se hierve por 30 minutos en el destilador de reflujo, se filtra y se lava con agua destilada caliente, finalmente se coloca en una estufa por 2 horas aproximadamente (AOAC, 1990).

Se utilizó la Ecuación 9:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

W: Peso de muestra

W1: Peso de crisol con el residuo de la digestión seca.

W2: Peso de crisol con las cenizas.

#### - **Determinación de Humedad**

Una muestra de 5 g se coloca en una placa previamente tarada, se lleva a estufa a 105 °C, hasta que alcance un peso constante, se retira la muestra

de la estufa, se coloca en un desecador hasta su enfriamiento para finalmente pesar (AOAC, 1990).

Se utilizó la Ecuación 10:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

W1: Peso de la placa vacía W2: Peso de placa + muestra

W3: Peso de placa con muestra seca

#### - **Determinación de ceniza**

Se pesa 3 g de muestra y se coloca en un crisol de porcelana y se lleva a una mufla a una temperatura de 600 °C por aproximadamente 5 horas, pasado el tiempo se retira el crisol conteniendo las cenizas y se procede a colocarlo en un desecador para después ser pesado (AOAC, 1990).

Se utilizó la ecuación 11:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(W2 - W1)}{W3} \times 1000 \quad (11)$$

Donde:

W1: Peso de crisol

W2: Peso crisol + ceniza W3: Peso de muestra

**- Determinación de carbohidratos**

Se determinó por diferencia:

$$\% \text{carbohidratos} = 100\% - (\% \text{humedad} + \% \text{fibra cruda} + \% \text{cenizas} + \% \text{proteínas} + \% \text{grasas}).$$

**- Determinación de la energía total**

Obtenida de la suma de las energías resultado del análisis de proteína, grasa y carbohidratos.

**3.5.6. Análisis de las características físicas**

La evaluación de las características físicas de la hamburguesa se realizó al mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T8) a la muestra testigo (T0) y a una hamburguesa comercial (HC) y consistió en las siguientes pruebas:

**- Rendimiento de cocción**

Las muestras fueron descongelaron hasta 5°C, tomándose el peso en crudo, luego se cocinaron por un tiempo de total de cocción de 7 minutos hasta alcanzar una temperatura interna de 75 °C aprox. Luego se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente (27°C aprox.) tomándose el peso, se utilizaron 6 muestra de hamburguesa de cada tratamiento (PEREZ *et al.*,2016)

Tomado los pesos, se evaluó el rendimiento de cocción mediante la Ecuación 12 propuesta por GARCIA *et al.* (2012):

$$\%RC = \frac{\text{Peso de hamburguesa cocida}}{\text{Peso de hamburguesa cruda}} \times 100 \quad (12)$$

### - Reducción del diámetro

A las muestras descongeladas hasta los 5°C, se tomó la medida del diámetro con una regla milimetrada de 20 cm, luego se cocinaron hasta completar un tiempo total de cocción de 7 min, se dejó enfriar hasta una temperatura de 27°C y nuevamente se tomó la medida del diámetro; (PEREZ *et al.*, 2016).

Obtenidas las medidas de los diámetros se utilizó la ecuación 13 propuesta por GARCIA *et al.* (2012).

$$\%RD = \frac{\text{Diám. hamburguesa cruda} - \text{Diám. hamburguesa cocida}}{\text{Diám. de la hamburguesa cruda}} \times 100 \quad (13)$$

### 3.5.7. Análisis Instrumental

#### - Perfil de textura

El perfil de textura (TPA) se determinó con un analizador de Textura CT3 (BROOKFIELD), utilizándose el método descrito por YOSHIDA *et al.* (2013), las muestras a evaluar fueron: el mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T8), la muestra testigo (T0) y una hamburguesa comercial (HC).

Las muestras se cocinaron por 7 min y se dejaron enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, se cortaron en cubos de 2 cm<sup>3</sup>, se comprimieron axialmente en dos ciclos consecutivos de 50% de compresión utilizando una sonda de cilindro de aluminio de 36 mm de diámetro, se obtuvieron curvas de deformación en tiempo de fuerza con una célula (carga de 25 kg) aplicada a una velocidad de cabeza cruzada de 2,0 mm. s<sup>-1</sup>. Se aplicó una fuerza de disparo de 5 g. Los análisis de dureza, masticabilidad, rigidez y

cohesión se realizaron por triplicado. La recopilación de datos y los cálculos se realizarán utilizando el software Texture Pro (Brookfield Engineering, CT3).

**- Perfil del color**

La evaluación del perfil del color de las hamburguesas se realizó al mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T8) a la muestra testigo (T0) y a una hamburguesa comercial (HC)

El color se midió usando un Colorímetro portátil Konica Minolta CR-400, basado en el método CIE Lab\* (Comisión Internationale de L'Eclairage), el equipo apoyado en el alimento indica el valor de la coloración del alimento con las tres coordenadas L\* (luminosidad, cuyos valores están entre 0=negro y 100= blanco), a\* (Intensidad de color rojo, de rojo a verde) y b\* (Intensidad de color amarillo, de amarillo a azul).

Las muestras se acondicionaron utilizando el método de YOSHIDA *et al.* (2013), se midió el color superficial de las hamburguesas crudas, las mediciones se repitieron en cinco ubicaciones seleccionadas aleatoriamente para cada hamburguesa expuesta a temperatura ambiente durante aproximadamente 1h para que la temperatura del producto refrigerado estuviera en equilibrio con el medio ambiente evitando la condensación de agua vapor en el aparato.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. De la evaluación sensorial de las hamburguesas

Luego de desarrollar la parte experimental de la evaluación sensorial, se obtuvieron valores promedios de calificación en los atributos asignados por los panelistas, según la escala hedónica planteada.

Se presenta los resultados de la evaluación sensorial de las 9 formulaciones de hamburguesa (Cuadro 11) y en el Cuadro 12, las frecuencias de mención de cada término de la pregunta CATA, calificadas por los consumidores para describir las hamburguesas.

#### - Del atributo Apariencia

De los resultados presentados en el Cuadro 11, se puede indicar que el mayor puntaje en el atributo apariencia fue obtenida por la hamburguesa 100% carne (T<sub>0</sub>) con un valor de  $6,10 \pm 1,45$ , indicando que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>. Asimismo, no existió diferencia significativa entre T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>.

El tratamiento con 30% de quinua (T<sub>1</sub>) obtuvo menor puntaje en apariencia con  $4,74 \pm 1,87$  que no presentó diferencia significativa con T<sub>8</sub>.

En el Cuadro 12, los términos de mayor mención percibidos por los panelistas fueron: “apariencia compacta”, en el tratamiento T<sub>0</sub> (100% carne); “apariencia agradable” en T<sub>0</sub>, T<sub>3</sub> (con kañiwa) y T<sub>8</sub> (con quinua, kañiwa y kiwicha) y “apariencia granulada” en T<sub>1</sub> (con quinua).-

**Cuadro 11.** Resultado de la evaluación sensorial de las 9 formulaciones de hamburguesa

Tratamiento	Apariencia	Sabor	Aroma	Textura	Gusto general	Promedio
T <sub>0</sub>	6,10±1,45 <sup>a</sup>	6,32±1,62 <sup>a</sup>	6,08±1,51 <sup>a</sup>	5,91±1,60 <sup>a</sup>	6,40±1,36 <sup>a</sup>	6,16±1,30 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	4,74±1,87 <sup>c</sup>	4,80±1,74 <sup>e</sup>	5,11±1,66 <sup>b</sup>	4,74±1,91 <sup>b</sup>	4,98±1,76 <sup>c</sup>	4,88±1,59 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	4,91±1,65 <sup>b</sup>	5,10±1,70 <sup>de</sup>	5,31±1,40 <sup>b</sup>	5,47±1,51 <sup>b</sup>	5,34±1,64 <sup>bc</sup>	5,23±1,35 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub>	5,77±1,61 <sup>a</sup>	5,61±1,56 <sup>abcd</sup>	5,78±1,49 <sup>ab</sup>	5,79±1,65 <sup>a</sup>	5,97±1,44 <sup>ab</sup>	5,78±1,31 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	5,56±1,23 <sup>ab</sup>	5,48±1,42 <sup>bcde</sup>	5,54±1,38 <sup>ab</sup>	5,54±1,42 <sup>a</sup>	5,79±1,27 <sup>ab</sup>	5,58±1,13 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	6,02±1,47 <sup>a</sup>	5,41±1,80 <sup>cde</sup>	5,56±1,42 <sup>ab</sup>	5,94±1,42 <sup>a</sup>	5,83±1,45 <sup>ab</sup>	5,75±1,18 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	5,47±1,50 <sup>ab</sup>	5,60±1,49 <sup>abcd</sup>	5,63±1,34 <sup>ab</sup>	5,84±1,38 <sup>a</sup>	5,78±1,33 <sup>ab</sup>	5,66±1,11 <sup>ab</sup>
T <sub>7</sub>	5,52±1,61 <sup>ab</sup>	6,11±0,44 <sup>abc</sup>	5,78±1,32 <sup>ab</sup>	5,56±1,68 <sup>a</sup>	6,13±1,41 <sup>a</sup>	5,82±1,24 <sup>ab</sup>
T <sub>8</sub>	5,42±1,42 <sup>abc</sup>	6,19±1,54 <sup>ab</sup>	5,74±1,43 <sup>ab</sup>	5,80±1,64 <sup>a</sup>	6,18±1,46 <sup>a</sup>	5,87±1,29 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio ± Desviación estándar. Promedio de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ). T<sub>0</sub>: 100% carne, T<sub>1</sub>: 30%quinua, T<sub>2</sub>: 30%kañiwa, T<sub>3</sub>: 30%kiwicha, T<sub>4</sub>: 15%quinua15%kañiwa, T<sub>5</sub>: 15%quinua15%kiwicha, T<sub>6</sub>: 15%kañiwa%15%kiwicha, T<sub>7</sub>: 10%quinua%10%kañiwa10%kiwicha, T<sub>8</sub>: 10%quinua%10%kañiwa/10%kiwicha.

**Cuadro 12.** Frecuencia de mención de términos “pregunta marque todo lo que corresponda” - CATA

<b>Características</b>	<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>	<b>T<sub>8</sub></b>
Apariencia compacta	35	11	25	15	26	22	27	10	15
Apariencia granulada	8	41	36	22	31	22	26	27	23
Apariencia agradable	29	16	14	31	18	28	21	24	26
Aroma característico a carne	39	15	17	23	18	26	24	30	35
Aroma carne frita	32	13	21	30	25	30	24	28	23
Aromas vegetales	8	12	12	9	10	12	8	8	6
Aroma a cereal con carne	14	30	19	23	25	43	23	20	19
Aroma a condimentos	16	11	18	6	15	15	13	22	17
Color café	16	13	31	12	28	14	23	27	21
Crujiente	8	3	6	7	9	12	8	12	10
Jugosa	19	10	11	19	10	13	13	18	18
Ligeramente seco	24	19	28	13	30	16	29	21	25
Marrón claro	35	38	17	44	26	42	30	29	31
Muy grasoso	27	6	8	20	7	18	11	10	9
Poco atractivo	19	34	39	20	29	21	27	33	23
Poco picante	10	21	9	8	12	10	11	12	13
Puntos negros	5	13	64	6	63	10	55	44	53
Sabor poco salado	18	19	18	12	17	12	20	17	17
Sabor a ajo y carne de res	30	16	18	14	18	19	20	24	23
Sabor a especias	12	14	14	16	14	13	14	14	12
Sabor agradable	39	11	19	23	19	14	20	35	37
Sabor caract. a una hamburguesa	38	10	12	20	13	13	8	21	28
Sabor extraño	9	43	38	26	25	30	30	15	15
Se desmorona	6	51	13	22	9	5	4	32	28
Suave	21	39	26	51	35	33	25	46	43
Un poco dura	32	9	23	7	22	26	29	9	11

### - Atributo Sabor

Para el atributo sabor, la mejor calificación fue obtenida por el tratamiento T<sub>0</sub> (100% carne) con 6,32±1,62 puntos, pero no se encontró diferencia significativa ( $p>0,05$ ) respecto a los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub> (10%quinua,10%kañiwa y 15%kiwicha) con 6,19±1,54 puntos. Del mismo modo no existe diferencia significativa ( $p>0,05$ ) entre T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>, ni entre los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>. Igualmente, el tratamiento con menor valor en el atributo sabor fue para T<sub>1</sub> (30% quinua) con 4,80±1,74 puntos; pero si existe diferencia significativa ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>.

Con respecto al cuadro 12, los términos percibidos con mayor frecuencia en el tratamiento T<sub>0</sub> fueron: “sabor agradable”, atributo característico de una hamburguesa; “sabor a ajo y carne de res” y “muy grasoso”.

Para los tratamientos T<sub>8</sub> y T<sub>0</sub>, el mayor término percibido fue el “sabor agradable”. Para el tratamiento (T<sub>1</sub>) con menor puntaje (4,80±1,74 puntos), los términos percibidos fueron “sabor extraño”, “sabor poco picante” y “sabor poco salado”.

### - Atributo Aroma

Del Cuadro 11, sobre este atributo, el mejor puntaje fue para el testigo T<sub>0</sub> (100% carne) con 6,08±1,51 puntos, no existiendo diferencia significativa ( $p>0,05$ ) con los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>. Así mismo, no existió diferencia significativa ( $p>0,05$ ) entre T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>.

En cuanto al menor puntaje en el atributo aroma fue para T<sub>1</sub> (30%quinua) con 5,11±1,66 puntos, para este caso existió diferencia significativa con T<sub>0</sub>. Con respecto al Cuadro 12, los términos con mayor mención por los panelistas, para

el atributo aroma, en el tratamiento T<sub>0</sub> fueron “aromacaracterístico a carne” y “aroma a carne frita”. Para T<sub>3</sub> fue: “aroma a carne frita”. El tratamiento con menor puntaje en el atributo aroma fue el T<sub>1</sub> donde los términos percibidos fueron “aroma a cereal con carne” y “aroma avegetales”.

#### - **Atributo textura**

Según el Cuadro 11, para el atributo textura se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, por otro lado, no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre T<sub>0</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>. Los tratamientos con mayor puntaje en la textura fueron T<sub>5</sub> (15%quinua y 15%kiwicha) con  $5,94 \pm 1,42$  puntos, y el testigo T<sub>0</sub> (100% carne) con  $5,91 \pm 1,6$  puntos. El tratamiento con menor puntaje en la textura fue T<sub>1</sub> (30% quinua) con  $4,74 \pm 1,91$  puntos.

En el Cuadro 12, los términos con mayor mención por los panelistas en el atributo textura en el tratamiento T<sub>5</sub> fue: “poco duro” y “crujiente” y para el testigo T<sub>0</sub> fue “poco duro” y “jugoso”. Para el tratamiento (T<sub>1</sub>) con menor puntaje, el término percibido fue “se desmorona”.

#### - **Gusto general**

En este atributo, el mayor puntaje fue obtenida por T<sub>0</sub>, sin embargo, la comparación de medias indica que no hay diferencia significativa con T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>.

El tratamiento con mayor aceptabilidad en promedio corresponde al tratamiento T<sub>8</sub> (10%quinua%, 10%kañiwa y 10%kiwicha) con  $6,18 \pm 1,4$  puntos, el mismo que no tuvo diferencia significativa con el testigo T<sub>0</sub> (100%carne).

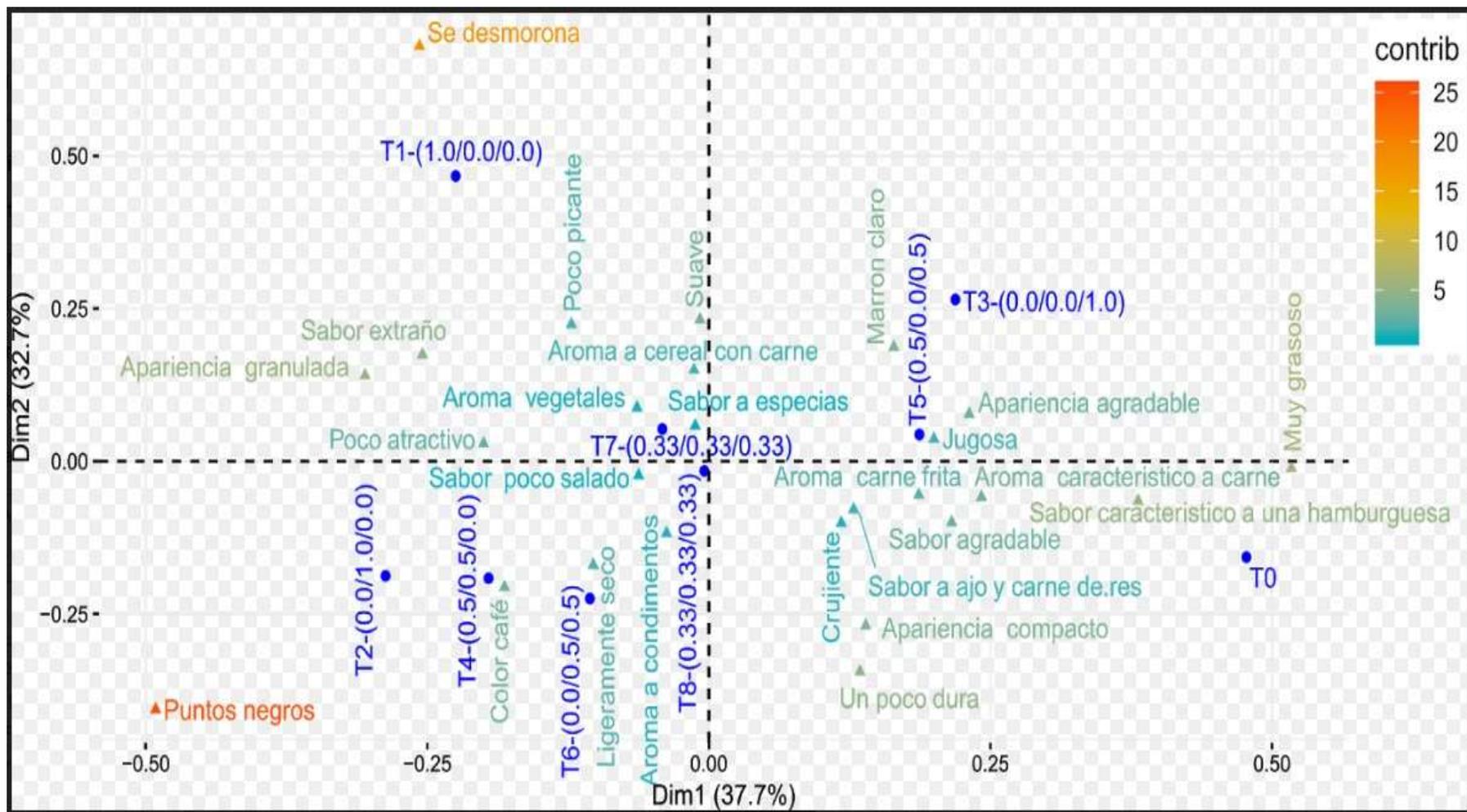
Asimismo, el tratamiento con menor puntaje en los diferentes atributos correspondió al tratamiento T<sub>1</sub> (30% quinua) con  $4,98 \pm 1,76$  puntos.

Los términos con mayor mención para el tratamiento con mayor aceptabilidad ( $T_8$ ) fueron “aroma característico a carne”, “jugoso”, “sabor a ajo y carne de res”, “sabor agradable” y sabor característico a una hamburguesa. Para el tratamiento con menor aceptabilidad ( $T_1$ ) fueron “apariencia granulada”, “poco atractivo”, “poco picante”, “sabor poco salado”, “sabor a especias”, “sabor extraño” y “se desmorona” como se observa en el Cuadro 12.

El análisis de componentes principales (Figura 15) indica un 70,4% de variabilidad entre los datos, en donde se observa la relación entre los términos de la pregunta CATA y los tratamientos evaluados. Estos 9 tratamientos evaluados se encuentran separados en el espacio indicando la diferente percepción que tienen los consumidores sobre estos.

Se observa que el tratamiento  $T_8$  (10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha) se encuentra más cercana en el espacio al tratamiento testigo  $T_0$  (100% carne), y los términos que mejor lo describen son el “aroma a carne frita”, “crujiente”, “aroma a condimentos”, sabor poco salado”, “sabor a especias”, “sabor agradable” y “sabor característico a una hamburguesa”, explicando de esta manera el mayor puntaje de aceptabilidad que recibió este tratamiento por parte de los consumidores.

El tratamiento que se encuentra más alejado en el espacio del testigo ( $T_0$ ), corresponde al tratamiento  $T_1$  (30% quinua) y los términos que mejor lo describen son el “se desmorona”, “poco picante”, “sabor extraño” y “apariencia granulada”. Este tratamiento fue el menos aceptado por los panelistas.



**Figura 15.** Análisis de componentes principales de los términos de la pregunta CATA y los tratamientos evaluados

De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se pueden mencionar que CAIPO *et al.* (2015), obtuvieron similares resultados respecto a su estudio sobre una barra energética con adición de quinua, kañiwa y kiwicha, aplicando el “diseño de mezclas con centroide ampliado”, encontraron que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el T<sub>10</sub>, (mezcla de los tres componentes: quinua, kiwicha y kañiwa en iguales proporciones y las muestras constituidas por un solo grano (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) fueron las menos aceptadas.

Al respecto MALDONADO (2010), en un estudio sobre la elaboración de embutidos fortificados con proteína vegetal de quinua sustituyendo 30% de carne por dicho cereal, obtuvo resultados poco favorables en comparación al presente trabajo, esto básicamente en la textura que se percibieron los granos de quinua, otra desventaja sería que el producto podría poseer residuos de saponinas que hace digestión difícil. En la formulación a base de harina de quinua se obtuvo un producto muy seco de textura bastante dura porque la harina absorbió mucha agua, evidenciándose la falta de jugosidad en el producto final. En la formulación con quinua cocida y deshidratada se obtuvo la mejor textura donde se obtuvieron buenos resultados respecto a calidad, composición nutricional y costos.

Comparado a los resultados obtenidos por MARQUEZ y PRETEL (2018), sobre “Evaluación de la calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína”, en la aceptabilidad general obtuvo entre 5,0 a 7,9 en una escala hedónica de 9 puntos, encontrándose el valor más alto en el tratamiento 15,67% de copos de quinua y 15,67% de cáscara de piña en polvo, luego le siguen el tratamiento: 20,90% copos de quinua, 5,22% cáscara de piña en polvo

y 5,22% salvado de avena.

Comparando con el trabajo "Productos embutidos tipo salchicha de bajo contenido de grasa, con concentraciones entre el 5 y el 10% de harina de quinua, entre el 8% y el 12% de grasa y un 1% de carragenato", estudiado por PEÑA *et al.* (2015), obtuvieron resultados similares entre las muestras en cuanto al sabor, aspecto y color, recibiendo calificaciones en la escala hedónica de 7 puntos, entre 5 y 6, ("Bueno" a "Muy Bueno"), Para textura y jugosidad a medida que aumentaron la concentración de quinua se obtuvo valores más bajos, indicando que el 10% de harina de quinua afecta sensiblemente las características organoléptica de las salchichas. Esto puede ser explicado porque si se aumenta los contenidos de quinua y grasa se disminuye el porcentaje de agua en la formulación.

Adicional a estos resultados, se realizó una encuesta a 90 consumidores sobre la frecuencia de consumo de hamburguesas y de los granos andinos tal como se puede observar en el Anexo 8, resultando para las hamburguesas 58% (de vez en cuando), 26% (raramente) y 17% (siempre); la quinua un 74% (de vez en cuando), 11% (raramente), 11% (siempre) y 4% (otros); para la kiwicha un 47% (de vez en cuando), 44% (raramente), 6% (nunca) y 3% (otros); para la kañiwa 39% (raramente), 30% (nunca) 18% (de vez en cuando) y 13% (no lo conoce).

De estos resultados obtenidos se puede tener como un indicativo que no hay costumbre del consumo de hamburguesas y mucho menos de los granos andinos, el cual podría ser alguno de los motivos por los cuales las hamburguesas con adición de los granos, les parecieron con un sabor extraño y

poco atractivo. Al respecto HUAMAN *et al.* (2014) refiere que, si bien se conoce el alto valor nutricional de los cultivos andinos, no se ha podido lograr un consumo masivo, esto porque no se ha realizado la difusión de sus propiedades que permitirían cumplir las necesidades nutricionales del consumidos.

#### **4.2. Análisis de Varianza**

El modelo lineal posee valores de  $p > 0,05$  (Cuadro 13), por tanto, no presenta significancia (no es válido), sin embargo, los parámetros del modelo cuadrático si, resultó significativo ( $p < 0,05$ ), con un buen ajuste para la aceptabilidad ( $p = 0,011$ ,  $R^2 = 0,99$  y  $R$  ajustado  $0,98$ ).

**Cuadro 13.** Análisis de varianza de los resultados

Modelo	SC	Gl	Cm	F	P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
Linear	0,3742	2	0,1871	201,579	0,228	0,45	0,22
Quadratic	0,4606	3	0,1535	8651,695	0,0114	0,99	0,98
Total Adjusted	0,8383	7	0,1197				

Abreviaturas: Sc: suma de cuadrados, Gl: grados de libertad, Cm: media de cuadrado, F valores para  $p < 0.05$ , R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación, R<sup>2</sup> aj: coeficiente de determinación ajustado.

En el Cuadro 14, se presenta los coeficientes para la aceptabilidad en un modelo cuadrático ( $R^2=0,99$  y R ajustado 0,98), siendo que este modelo más se ajusta a lo que es el comportamiento de la variable respuesta, sin embargo, el efecto de las interacciones en una variable no se resultó significativo ( $p$  mayor que 0,05). Co estos datos se obtuvo el modelo matemático de la Ecuación 14.

$$\text{Aceptabilidad} = 4,87 \cdot A + 5,22 \cdot B + 5,77 \cdot C + 2,228 \cdot A \cdot B + 1,801 \cdot A \cdot C + 0,743 \cdot B \cdot C \quad (14)$$

Donde:

A = Quinoa

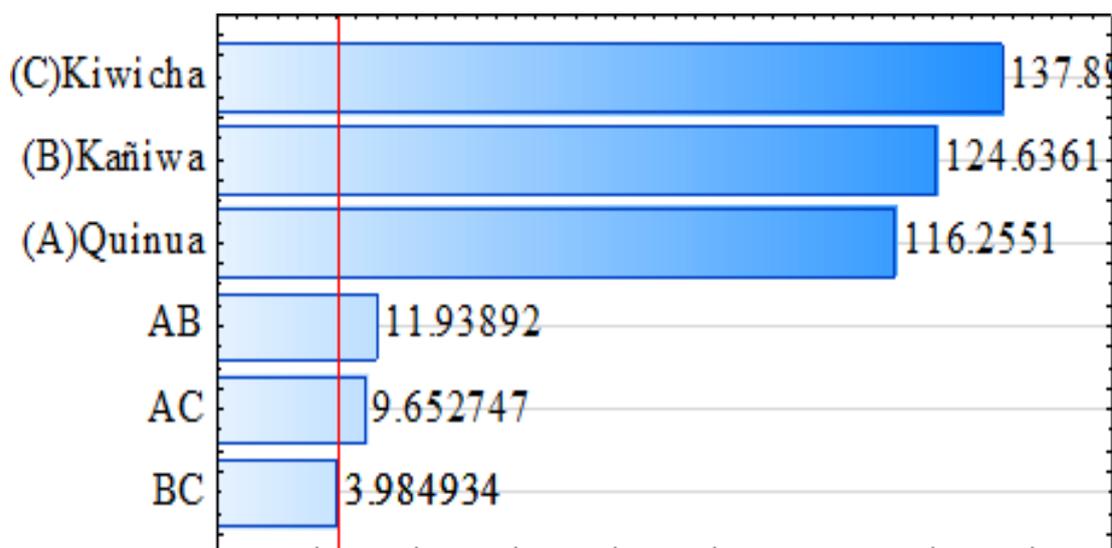
B = Kañiwa

C = Kiwicha

**Cuadro 14.** Coeficientes de regresión para aceptabilidad, modelo cuadrático ( $R^2=0,99$  y  $R$  ajustado  $0,98$ ).

<b>Factor</b>	<b>Coef.</b>	<b>Err. Stan.</b>	<b>t(2)</b>	<b>P</b>	<b>-95.% Cnf.Limt</b>	<b>+95.% Cnf.Limt</b>
(A)Quinoa	4,870370	0,041894	116,2551	0,000074	4,690116	5,050625
(B)Kañiwa	5,221481	0,041894	124,6361	0,000064	5,041227	5,401736
(C)Kiwicha	5,777037	0,041894	137,8971	0,000053	5,596782	5,957292
AB	2,228148	0,186629	11,9389	0,006943	1,425149	3,031147
AC	1,801481	0,186629	9,6527	0,010563	0,998482	2,604481
BC	0,743704	0,186629	3,9849	0,057588	-0,59296	1,546703

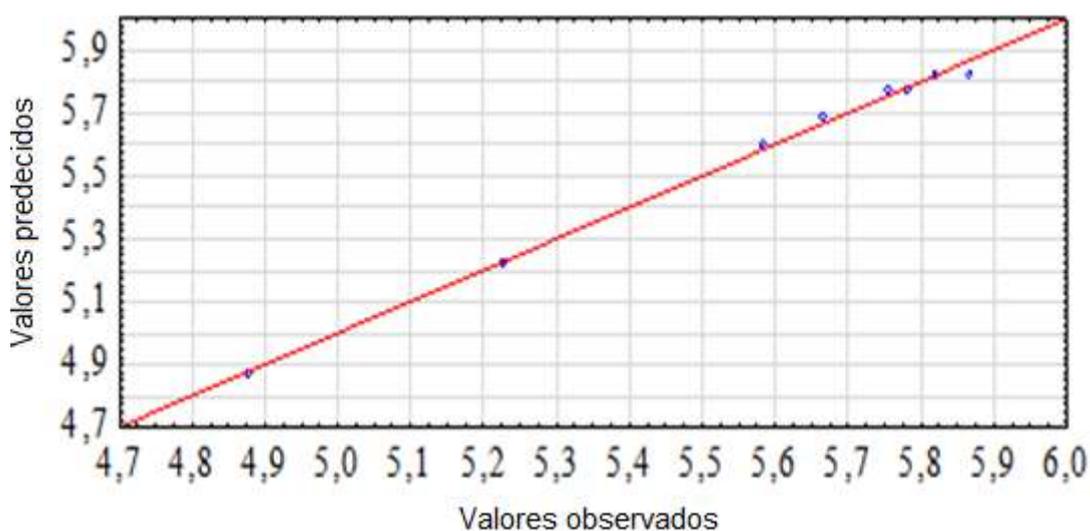
Con respecto a los coeficientes de regresión, CAÑEZ *et al.* (2016) mencionan que, valores positivos de estos coeficientes para los términos no lineales indican que se estaría presentando un efecto sinérgico de las mezclas binarias o terciarias y valores negativos indican que se estarían presentando efectos antagónicos. Según CAIPO *et al.* (2016), los coeficientes con signos positivos indican sinergia, por tanto, se estará produciendo efectos combinados o de interacción que devienen en mayores respuestas cuando son mezclados esos componentes.



**Figura 16.** Diagrama de Pareto para la variable aceptabilidad

En la Figura 16 se muestra el diagrama de Pareto, una herramienta estadística que permite resaltar aquellos factores con mayor efecto sobre la variable respuesta, representándose gráficamente efectos estandarizados para cada factor, de los más alto hacia abajo. Los factores significativos estadísticamente sobrepasan la línea vertical (GIL *et al.*, 2016).

Para las variables lineales de kiwicha (C), kañiwa (B) y quinua (A) y las variables cuadráticas quinua-kañiwa (AB) y quinua-kiwicha (AC) fueron significativos ( $p < 0,05$ ), el cual estaría indicando que influyen en la aceptabilidad de las hamburguesas, mientras que para los tratamientos de kañiwa-kiwicha (BC) se presentaron no significativo ( $p > 0,05$ ). Similares resultados reportaron CAIPO *et al.* (2015), en donde la adición de quinua, kañiwa y kiwicha si afectaron la aceptabilidad general en una barra energética, pero las mezclas de quinua-kañiwa, quinua-kiwicha y kañiwa-kiwicha, no afectaron la aceptabilidad.

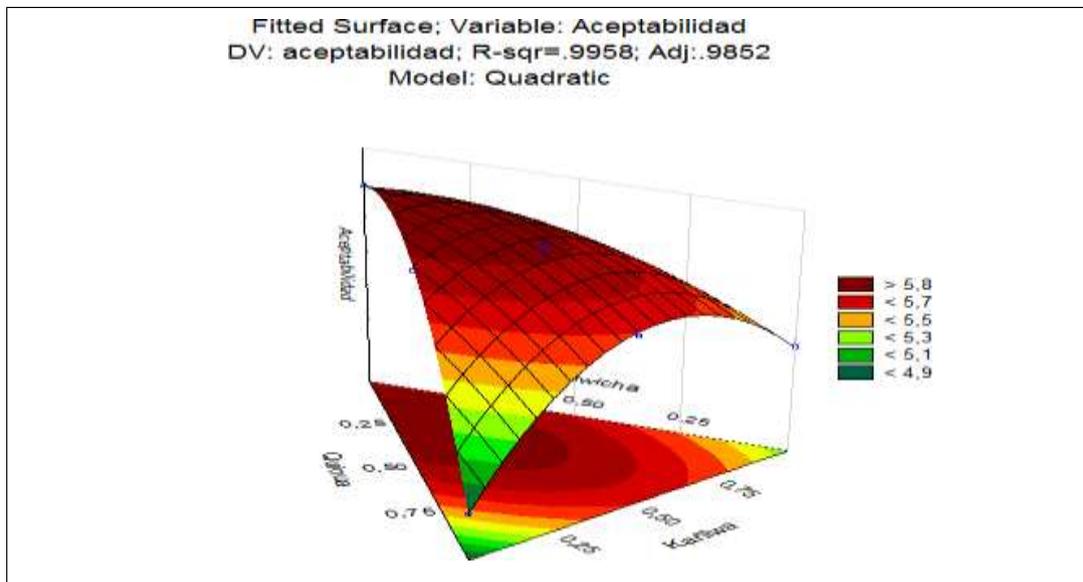


**Figura 17.** Valores predichos y valores observados

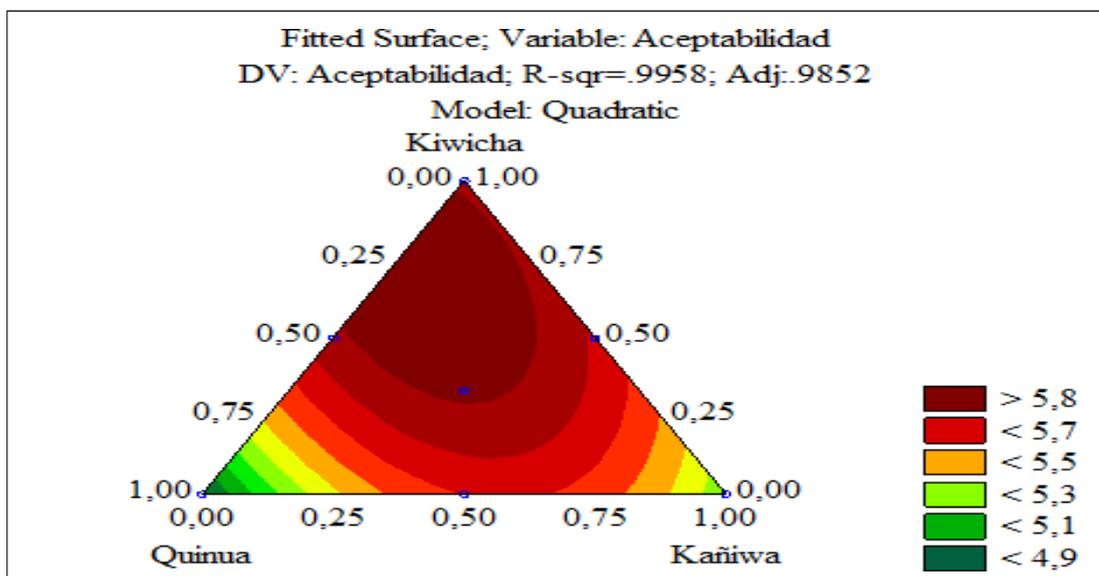
Según el modelo matemático obtenido, se aprecia en forma visual la dispersión de los datos experimentales y los predichos según el modelo, los que se presentan en la Figura 17.

En las Figuras 18 y 19 de la superficie de respuesta, la región de máxima aceptabilidad es la representada por la zona de color rojo (CAIPO *et al.*, 2015), en ella se puede observar que los límites en la proporción de granos en los que se tiene mayor aceptabilidad es: 3 - 25% para quinua, 30 - 100% para

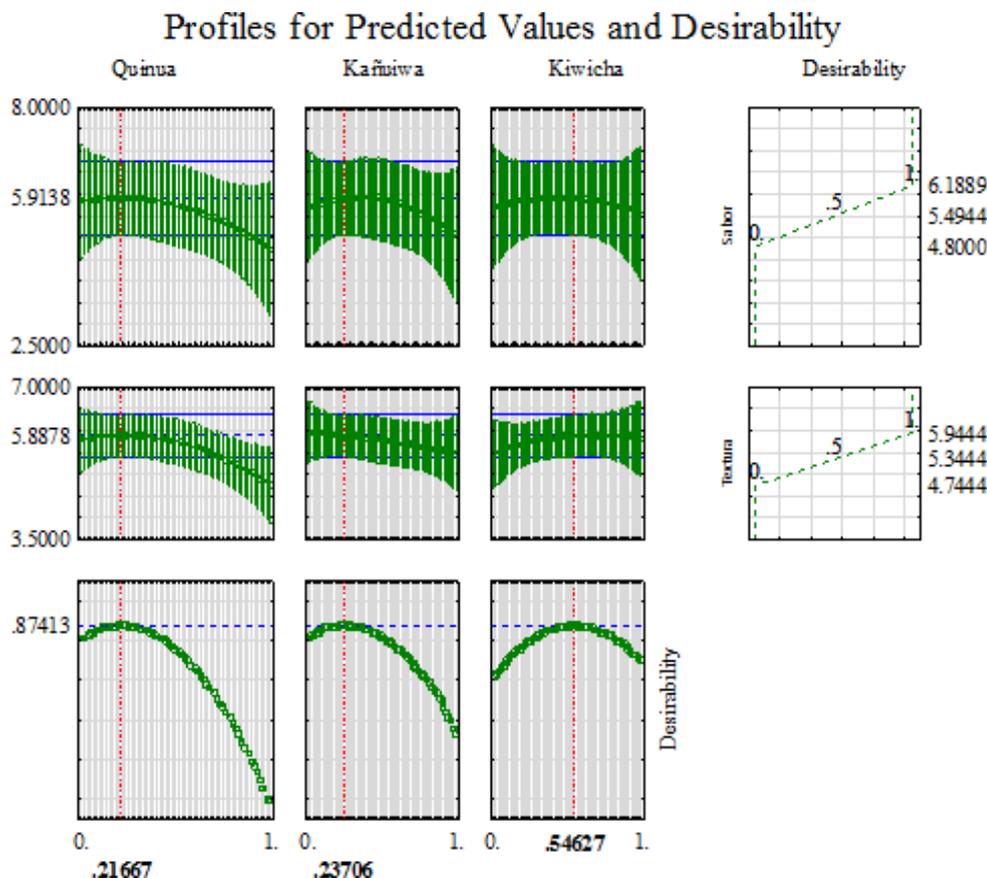
kiwicha y 0 - 30% para kañiwa.



**Figura 18.** Superficie de respuesta del efecto de la quinua, kañiwa y kiwicha sobre la aceptabilidad en las hamburguesas de res



**Figura 19.** Gráfico de Contorno para la Variable Aceptabilidad



**Figura 20.** Perfil de deseabilidad en sabor y textura para optimización de una hamburguesa con granos de quinua, kañiwa y kiwicha

La Figura 20 de la deseabilidad explica en que proporciones o combinaciones se puede encontrar una optimización, dependiendo de las variables respuesta que sean de mayor interés, esta fue generada tratando de maximizar el sabor y la textura.

Para el perfil de sabor en la parte experimental se generaron valores promedios entre 4,8 bajo (0,0); 5,49 medio (0,5) y 6,18 alto (1,0). En la Figura 20 se observa, para el atributo sabor en función a la quinua la aceptabilidad se incrementa a medida que se incrementa la proporción de quinua hasta un determinado punto y luego baja, lo que indica un comportamiento cuadrático,

similares comportamientos cuadráticos se observan en la kañiwa y en kiwicha, que también tienden a aumentar, pero luego baja.

Para el perfil de textura se generaron valores promedio en la parte experimental de 4,74 bajo (0,0), 5,34 medio (0,5) y 5,94 alto (1,0), se observa que la textura en función a la quinua, kañiwa y kiwicha, al igual que el sabor también tiene el mismo comportamiento cuadrático.

En cuanto a la deseabilidad que sería la mezcla de la optimización de la textura y sabor en función a la quinua se observa un comportamiento cuadrático más pronunciado en comparación a la kañiwa, pero en la kiwicha se observa que acepta un mayor porcentaje hasta un punto y luego baja. De acuerdo con los resultados obtenidos de la deseabilidad en función a la aceptabilidad del sabor y la textura con la adición de los granos andinos, el tratamiento recomendado sería:

**Quinua 22%; kañiwa 24%; kiwicha 54%.**

La formulación óptima para este estudio en base a los límites de 0% a 30% de los granos sería: Carne 70%, Quinua 6,6%, Kañiwa 7,2%, Kiwicha 16,2%. Al respecto Peña *et al.* (2015) en su trabajo de investigación en salchichas encontró como tratamiento óptimo las salchichas elaboradas con harina de quinua (5%), grasa (8%), encontrando que el 10% de harina de quinua aumenta la dureza y reduce la jugosidad de las salchicha, sin embargo el color, sabor y aspecto general o son afectados con la concentración de harina indicada.

### 4.3. Análisis Microbiológico

El Cuadro 15 muestra los resultados del análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento (T<sub>8</sub>) los mismos que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos por la Norma Técnica Peruana (NTP), en los microorganismos estudiados en las cuales se encontró ausencia en 25 g, siendo indicativo de inocuidad alimentaria y buenas prácticas de manufactura durante la elaboración.

**Cuadro 15.** Resultado de la evaluación microbiológica de T8

Determinación	Resultados	NTP
Recuento de aerobios mesófilos	<1,3 x 10 <sup>4</sup> ufc/g	10 <sup>6</sup> ufc/g
<i>Escherichia coli</i>	<10 ufc/g	10 <sup>2</sup> ufc/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 ufc/g	10 <sup>2</sup> ufc/g ó NMP/g
<i>Clostridium perfringens</i>	< 10 ufc/g	10 <sup>2</sup> ufc/g
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

CERON *et al.* (2016) señalan que un indicador de la inocuidad de los alimentos durante el proceso y en el producto final es el número de microorganismos presentes en ellos, los mismos que aseguran la inocuidad y el riesgo de contraer enfermedades infectocontagiosas. HLEAP (2010) también recomienda tener mucho cuidado en el procesamiento de los alimentos, utilizando materias primas en estado fresco, respetar las medidas sanitarias, con un rápido enfriamiento del producto y usar los empaques adecuados. Según BALDEON (2015), el contenido de microorganismos en la carne picada es mayor que en los canales y el desarrollo de estos va a depender del envasado si es en

forma aerobia o anaerobia. La carne por ser un alimento rico en humedad, pH casi neutro y alto contenido nutritivo es un caldo de cultivo ideal para el crecimiento microbiano, por lo que es necesario aplicar pruebas microbiológicas que garanticen que el producto es apto para su consumo (GALUÉ y CÁCERES, 2017).

#### **4.4. De la evaluación químico proximal**

Del Cuadro de resultados se deduce que, en la composición químico proximal de las muestras control ( $T_0$ ) (sin sustitución de la carne en la hamburguesa) y la mejor muestra ( $T_8$ ) con sustitución de carne por granos andinos existe diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre los dos tratamientos, resultando que, en proteína, grasa y calorías, la muestra control ( $T_0$ ) tiene mayores valores.

La adición de quinua kañiwa y kiwicha en la hamburguesa disminuyó el contenido de proteína. PRANDL *et al.* (1994) mencionan que la proteína de la carne tiene mayor valor nutritivo que las proteínas vegetales, aunque en realidad esta diferencia no es muy grande. Según SELANI *et al.* (2015), el contenido proteico fue significativamente menor en los tratamientos, lo que podría atribuirse a efectos de dilución derivados de la adición de subproductos de piña a las formulaciones. los mismos efectos fueron reportados por LOPEZ *et al.* (2014) en su estudio de una hamburguesa de cerdo añadida con Albedo-polvo de fibra obtenida de la fruta amarilla de la pasión.

**Cuadro 16.** Resultados del análisis químico proximal

	<b>PROTEÍNA</b>	<b>GRASA</b>	<b>FIBRA</b>	<b>CENIZAS</b>	<b>HUMEDAD</b>	<b>CARBOHIDRATOS</b>	<b>CALORIAS(KCAL)</b>
<b>T0</b>	25,35±0,22 <sup>a</sup>	8,27±0,04 <sup>a</sup>	2,16±0,12 <sup>b</sup>	1,76±0,04 <sup>b</sup>	60,44±0,15 <sup>b</sup>	2,03±0,10 <sup>b</sup>	183,92± 0,87 <sup>a</sup>
<b>T8</b>	20,42±0,00 <sup>b</sup>	4,39±0,09 <sup>b</sup>	6,11±0,16 <sup>a</sup>	1,87±0,04 <sup>a</sup>	63,79±0,24 <sup>a</sup>	3,42±0,06 <sup>a</sup>	134,85±0,70 <sup>b</sup>

Resultados expresados en promedio ± Desviación estándar. Los promedios de la misma columna con diferente superíndice son significativos ( $p < 0,05$ ). T0(100% carne), T8(10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha).

El contenido de grasa resultó mayor en la muestra control ( $T_0$ ), resultando casi el 47% menor en el tratamiento  $T_8$ , contrariamente ocurrió con el porcentaje de humedad, el cual resultó mayor para  $T_8$ , esto se relaciona probablemente con la presencia de fibra en los productos por la adición de quinua, kiwicha y kañiwa, proporcionando una mayor retención de agua en las hamburguesas (REPO *et al.*, 2012), los resultados obtenidos son similares a lo reportado por TÁTERO *et al.* (2018) que la adición de fibra de trigo hidratado en hamburguesas afectó significativamente ( $P < 0,05$ ) el contenido de lípidos y proteínas, lo que indica que cuanto mayor sea la adición de fibra de trigo, menor será el nivel de lípidos y proteínas, la humedad aumentó con el aumento de fibra de trigo hidratada ( $P < 0,05$ ).

El alto consumo de grasas podría inducir enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. En embutidos se tienen 20 a 40 % del peso en grasa, por lo que, por conveniencia, fue reducido (PEÑA *et al.*, 2015).

OSPINA *et al.* (2011) encontró altos valores, en proteína, mayor a 15%, grasa, mayor a 16% y humedad mayor a 68% y menor valor en ceniza para la hamburguesa control, sin la adición de fibra de banano verde.

En cuanto al contenido de fibra, ceniza y carbohidratos, la muestra  $T_8$  presenta mayores cantidades que la muestra  $T_0$ , los cuales son aportados por los granos andinos (APAZA, 2010).

Las proteínas desempeñan funciones vitales (metabólicas y reguladoras) dentro de las células, de allí su importancia en la alimentación y la búsqueda constante de nuevos ingredientes con funcionalidad proteica a menor costo que la proteína animal y que sea de interés tanto científico como

tecnológico. Las proteínas no cárnicas permiten sustituir, ampliar o extender la cantidad de carne animal con un buen aporte nutricional y funcional, además de tener otras propiedades como las de ligar el agua, conseguir una mejora en los rendimientos, menorar los costos, así como las de mejorar el perfil nutricional, estabilizando el agua y la grasa en las emulsiones. Dentro de las proteínas más utilizadas se encuentra los aislados y concentrados proteicos obtenidas del suero de la leche, las proteínas más comunes que se utilizan son: aislados y concentrados de proteína de suero de leche, así como las proteínas del germen del trigo y de la soya, etc. (CAÑEZ *et al.*, 2016).

#### 4.5. Del análisis físico de las hamburguesas

##### 4.5.1. Rendimiento de Cocción

El análisis de rendimiento de cocción se realizó a la hamburguesa control (T0), al mejor tratamiento (T8) y a una hamburguesa comercial.

El Cuadro 17 permite observar los resultados del análisis de cocción de las muestras indicadas.

**Cuadro17.** Resultados del análisis de rendimiento de cocción

	<b>Peso crudo (g)</b>	<b>Peso cocido(g)</b>	<b>Rendimiento de cocción (%)</b>
<b>T0</b>	98,83 ± 0,75	73,67 ± 0,82	74,54 ± 0,71 <sup>a</sup>
<b>T8</b>	99,17 ± 1,17	75,25 ± 1,41	75,88 ± 0,75 <sup>a</sup>
<b>HC*</b>	85,58 ± 0,66	61,08 ± 1,11	71,38 ± 1,57 <sup>b</sup>

Resultados expresados en promedio ± Desviación estándar. El promedio de las muestras en una misma columna que tienen superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ).

T0 (100% carne), T8 (10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha. \* Hamburguesa comercial

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Cuadro 17, no hubo diferencia significativa ( $p>0.05$ ) para  $T_0$  y  $T_8$ , obteniendo el rendimiento de cocción de 74,54% y 75,88% respectivamente. La menor pérdida de cocción se presentó en la hamburguesa comercial HC (71,38%), esto podría deberse a que en su formulación contendría agua añadida y mayor cantidad de grasa.

Según CAMPANO *et al.* (2016), el peso que se pierde en la cocción de hamburguesas se relaciona directamente con la pérdida de agua ocasionada por la evaporación al ponerse en contacto con la superficie caliente y por la pérdida de grasa fundida que se deposita en la superficie de cocción.

TATERO *et al.* (2018) reportan que, adicionar fibra de trigo hidratada a las hamburguesas de res con niveles reducidos de carne y grasa no causó diferencia significativa ( $P>0,05$ ) a los valores de pérdida de cocción entre los tratamientos (testigo= 68,7%; tratamiento con alto contenido de fibra=70,25%), la alta capacidad de retención de agua expuesto por la fibra de trigo puede explicar la falta de diferencias en la pérdida de cocción entre todas las muestras.

GARCIA *et al.* (2012) hallaron que existe diferencia significativa entre el control y hamburguesas con adición de harina de quinchoncho y obtuvieron como resultado en el rendimiento de cocción entre 68,28 y 84,23%.

SELANI *et al.* (2015) trabajando con hamburguesas con bajo contenido en grasa adicionando subproductos de la piña encontró menor pérdida de cocción (72%) siendo significativamente diferente a la del control (58,7%), esto es un resultado de la adición de los subproductos de la fruta ricos en fibra que presenta la característica para sostener el agua y la grasa, reduciendo la pérdida de agua.

#### 4.5.2. Reducción de diámetro

Los análisis de reducción de diámetro se realizaron a la hamburguesa control (T<sub>0</sub>), al mejor tratamiento (T<sub>8</sub>) y a la hamburguesa comercial (HC) (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Resultados del análisis de reducción de diámetro

	<b>Diámetro crudo</b>	<b>Diámetro cocido</b>	<b>Reducción de diámetro (%)</b>
T <sub>0</sub>	10 ± 0,13 <sup>a</sup>	8,13 ± 0,14 <sup>b</sup>	18,66 ± 1,74 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub>	9,92 ± 0,24 <sup>a</sup>	8,40 ± 0,38 <sup>a</sup>	15,27 ± 3,83 <sup>b</sup>
HC*	9,97 ± 0,08 <sup>a</sup>	7,95 ± 0,08 <sup>b</sup>	20,23 ± 0,90 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio ± Desviación estándar. El promedio de una misma columna que presenta superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ). T<sub>0</sub>(100% carne), T<sub>8</sub>(10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha). \*Hamburguesa comercial.

De los resultados se infiere que no hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), entre los tratamientos T<sub>0</sub> y HC, respecto a T<sub>8</sub>, esto se explica debido a que se produce encogimiento de las proteínas musculares porque se desnaturalizan debido al calor, resultando en pérdida de agua y por ende la reducción en el tamaño (CAMPANO *et al.*, 2016). TATERO *et al.* (2018), encontró resultados similares en el diámetro de las hamburguesas en las que se adicionó fibra de trigo hidratada, en el mayor nivel de la substitución de la carne/de la grasa por la fibra de trigo hidratada, el más bajo en la reducción del diámetro de las hamburguesas, como consecuencia, se puede afirmar que la fibra de trigo reduce la contracción durante la cocción, que es un resultado deseable para las industrias cárnicas con ofertas de hamburguesas. SELANI *et al.* (2015), encontró diferencias significativas para la muestra control (26,81%), con las muestras con adición de los subproductos de la fruta ricos en fibra (18,79%), promoviendo efectos deseables, reduciendo al mínimo los cambios

comunes de la forma de productos. GARCIA *et al.* (2012) reportó similar efecto trabajando con hamburguesas con bajo contenido en grasa incluyendo harina de quinchoncho y que a medida que se aumenta la incorporación de harina de leguminosa en las hamburguesas, la reducción de diámetro fue menor (26,75-13,85%).

#### 4.6. Del análisis Instrumental

Los análisis de color y textura se realizaron a la hamburguesa control (T<sub>0</sub>), al mejor tratamiento (T<sub>8</sub>) y a una hamburguesa comercial (HC).

##### 4.6.1. De la evaluación de los parámetros de Color

El Cuadro 19 indica los resultados de la evaluación del color de la muestra control, del mejor tratamiento sustituyendo carne de res por granos andinos (quinua, kiwicha y kañiwa) y una hamburguesa comercial.

**Cuadro 19.** Parámetros de Color

	L*	a*	b*
<b>T0</b>	35,81 ± 2,04 <sup>b</sup>	17,00 ± 1,62 <sup>a</sup>	4,20 ± 1,16 <sup>c</sup>
<b>T8</b>	37,43 ± 2,31 <sup>b</sup>	12,97 ± 1,52 <sup>b</sup>	5,97 ± 1,38 <sup>b</sup>
<b>HC*</b>	50,89 ± 2,9 <sup>a</sup>	11,92 ± 2,09 <sup>b</sup>	9,98 ± 2,02 <sup>a</sup>

Resultados expresados en promedio ± Desviación estándar. Los promedios de una misma columna con diferente superíndice son significativos (p<0,05). T0(100% carne), T8(10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha). \*Hamburguesa comercial

De los resultados obtenidos en el Cuadro 19, se observa que la muestra control (T<sub>0</sub>) a pesar de su más alto contenido en grasa no presenta el valor de L\* más alto, incluso no presenta diferencia significativa con el

tratamiento T<sub>8</sub>, respecto a HC si presentó diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), esto podría atribuirse a la cantidad de grasa superficial que se observaba en dicha muestra. En el parámetro  $a^*$  o enrojecimiento y  $b^*$  o coloración amarillenta se encontró diferencia estadística significativas ( $P < 0,05$ ), entre las tres muestras. El tratamiento (T<sub>8</sub>) al incluirse los granos de quinua, kañiwa y kiwicha se reduce el contenido de mioglobina, proteína responsable del color rojo de la carne (HUI *et al.*, 2006) afectando la tonalidad  $a^*$ , asimismo los valores de  $b^*$  fueron afectados con la adición de estos granos. Resultados similares encontraron LOPEZ *et al.* (2018), en hamburguesa de llama con cáscara de sanky en los que el parámetro  $L^*$  en hamburguesa cruda para los dos tratamientos no presentaron diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) ( $L^* = 47 - 46,79$ ), pero sí presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) en los parámetros de color ( $a^* = 11,71 - 5,32$ ) y ( $b^* = 7,86 - 9,53$ ) obtenidos en la superficie de las hamburguesas comparada con la muestra Control, debido a la adición de cáscara de sanky, dándole una tonalidad verde - amarillenta a las hamburguesas crudas.

Asimismo, SELANI *et al.* (2015) no reportó diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) para  $L^*$  (43,43–42,84), en los valores de  $a^*$  (23,3–19,5) si hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) lo que indicaría que la adición de los subproductos disminuyera el enrojecimiento por tanto el color característico de las hamburguesas, para los valores de  $b^*$  (12,74 – 12,82) no se reportó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). El color de la carne es un parámetro que el consumidor relaciona con la frescura, igualmente al comprar una hamburguesa cruda el consumidor observa el color antes de la compra, sin embargo, el color no está relacionada con la satisfacción del que lo consume. Una medida de la aceptación

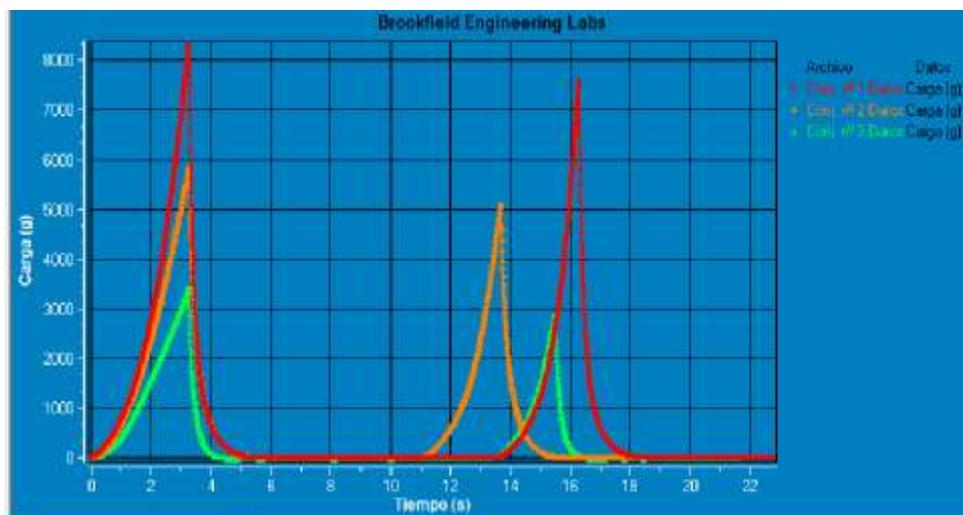
comercial de la carne en las coordenadas de color CIELAB son el rojo ( $a^*$ ) y la intensidad lumínica (L) que están relacionadas directamente con la decisión del comprador (LOPEZ *et al.* 2018).

#### 4.6.2. De los parámetros de la Textura

Los resultados de la evaluación de los parámetros de la textura de la muestra control (T0), del mejor tratamiento (T8) y una hamburguesa comercial (HC) se presentan en el Cuadro 20.

- De la Dureza

La Figura 21 indica la comparación de los resultados de la dureza de las muestras en estudio.



**Figura 21.** Resultado de la evaluación de la dureza.

La dureza o firmeza es definida como la fuerza que se requiere para comprimir un alimento con los molares. (TORRES *et al.*, 2014).

**Cuadro 20.** Resultado de la evaluación de la textura

	<b>DUREZA (G)</b>	<b>ADHESIVIDAD (MJ)</b>	<b>COHESIVIDAD</b>	<b>ELASTICIDAD (MM)</b>	<b>MASTICABILIDAD (MJ)</b>
T0	5210±1108,64 <sup>b</sup>	0,07±0,07 <sup>b</sup>	0,61±0,02 <sup>a</sup>	7,33±3,11 <sup>a</sup>	232,42±114,99 <sup>a</sup>
T8	3700±1115,28 <sup>b</sup>	0,31±0,19 <sup>a</sup>	0,45±0,04 <sup>b</sup>	5,88±2,91 <sup>a</sup>	98,92±55,87 <sup>b</sup>
HC	7034,67±1893,48 <sup>a</sup>	0,11±0,03 <sup>b</sup>	0,63±0,03 <sup>a</sup>	7,83±3,02 <sup>a</sup>	339,88±159,14 <sup>a</sup>

Resultados expresados en promedio ± Desviación estándar. El promedio de una misma columna cuyo superíndice es diferente son significativos ( $p < 0,05$ ).  
T0(100% carne), T8(10%quinua, 10%kañiwa, 10%kiwicha. \*Hamburguesa comercial

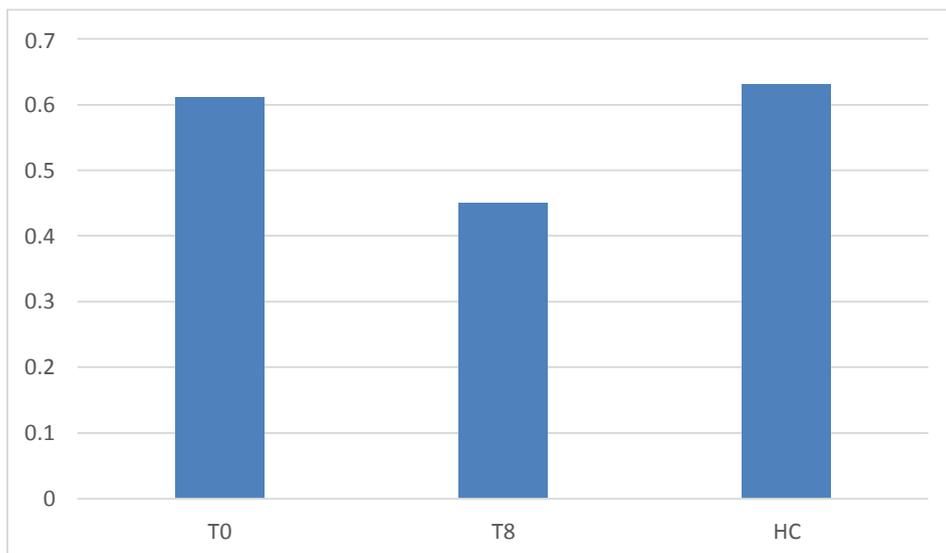
Según el Cuadro 20, en dureza no se presenta diferencia estadística significativa ( $P > 0,05$ ) entre el tratamiento control ( $T_0$ ) y el tratamiento con adición de granos de quinua, kañiwa y kiwicha ( $T_8$ ), sin embargo, con la hamburguesa comercial (HC), si se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), teniendo éste, resultados mayores en dureza (Figura 21), esto podría estar relacionado con el rendimiento de cocción ya que dicho tratamientos HC, obtuvo rendimientos inferiores con respecto a  $T_0$  y  $T_8$  por tanto, este hecho pudo haber contribuido para obtener productos más duros. Resultados similares reportan CHAMORRO *et al.* (2013), en su estudio de una hamburguesa con adición de fibra de nopal, explica que se podría llegar a pensar que es por efecto de la liberación de agua al momento de la cocción, ya que cuando se cocinaron las muestras liberaron más agua, durante este proceso de cocción la liberación de agua originó que las muestras se observarán más duras.

SELANI *et al.* (2015) no encontraron diferencia estadística significativa con la hamburguesa control (208,9N-185,37N) pudiendo haber sido causado por la presencia de fibra en los subproductos de la piña, lo que contribuyó a un aumento en la humedad y la retención de grasas de las hamburguesas, resultando en un producto blando.

#### **-De la cohesividad**

En la Figura 22, se presenta la comparación de los resultados de la cohesividad de las muestras en estudio.

La cohesividad viene a ser la fuerza de unión de las partículas de un alimento, también se entiende como el límite de deformación de un material antes de su rompimiento, no presenta dimensión (TORRES *et al.*, 2014).



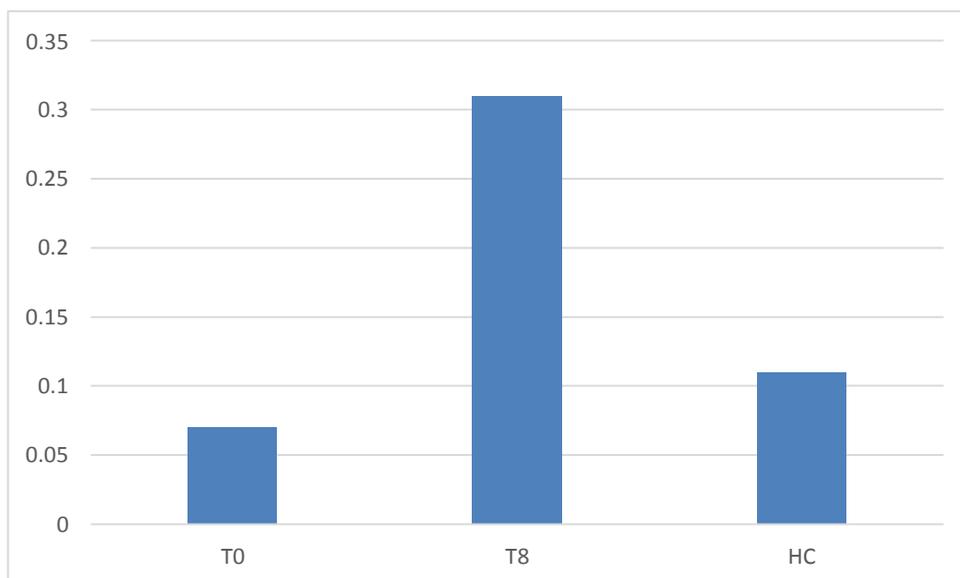
**Figura 22.** Resultado de la evaluación de la Cohesión.

Del Cuadro 20, se observa que la adición de los granos andinos y la reducción de grasa afectó significativamente en la cohesión. Similares resultados obtuvieron SELANI *et al.* (2015), en las hamburguesas con adición de subproductos de la fruta (0,32-0,41).

#### - De la Adhesividad

La adhesividad viene a ser el trabajo que se necesita para despegar el plato que comprime la muestra, dicho de otra manera, es el trabajo que se necesita para poder despegar el alimento. (TORRES *et al.*, 2014)

La Figura 23 presenta la comparación de los resultados de la adhesividad de las muestras en estudio.



**Figura 23.** Resultado de la evaluación de la adhesividad (MJ).

Para la adhesividad, se puede observar del Cuadro 20, que para el tratamiento (T8) con adición de los granos andinos y bajo en grasa la adhesividad es mayor presentando diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) con las otras muestras.

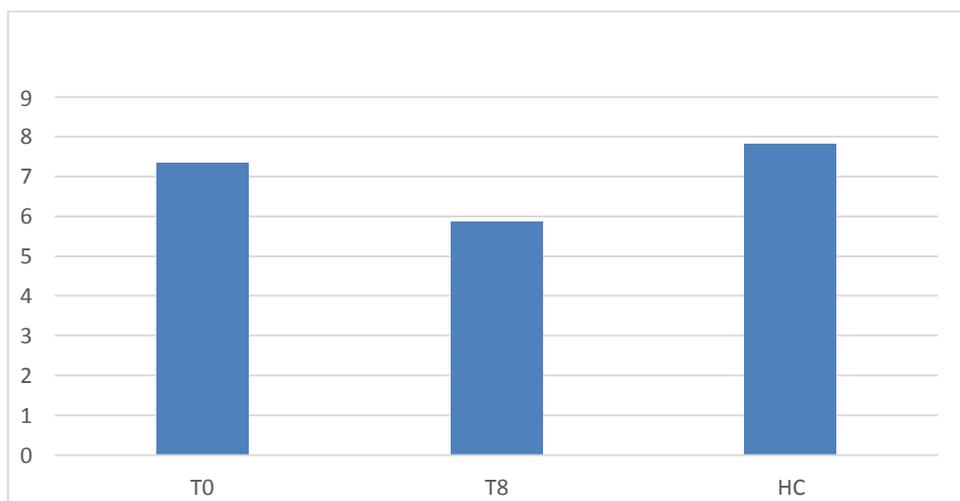
ALBARRACIN *et al.* (2010) en la elaboración de un producto cárnico con harina de frijol como extensor encontró diferencias significativas y reporta que, al aumentar la inclusión, la estructura que presenta la emulsión tiene más cargas libres, lo que permite su adherencia a un tercer objeto.

#### - De la elasticidad

Es un parámetro de textura que indica en qué medida se ha deformado la estructura de un producto al ser sometido a una fuerza de compresión, indicando también cuánto de la estructura original se ha deteriorado, no tiene unidades porque resulta de la división de dos longitudes (TORRES *et al.*, 2014).

La Figura 24 presenta la comparación de los resultados de la

elasticidad de las muestras en estudio.

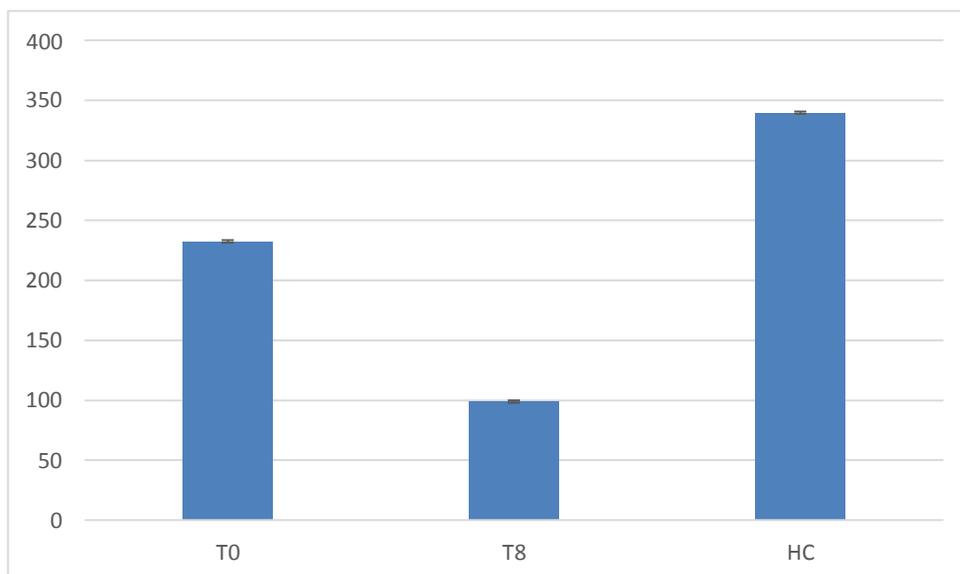


**Figura 24.** Resultado de la evaluación de la elasticidad

De los resultados de elasticidad se puede observar que no se existe diferencia estadística significativa entre ellas, es decir la adición de los granos andinos y la reducción en grasa no afectó la estructura manteniendo su forma al ser sometida a una fuerza. Otros autores reportaron resultados similares en una hamburguesa con adición de subproductos de la piña y aceite de canola (0,75mm - 0,74mm) (SELANI *et al.*, 2015).

#### - De la Masticabilidad

La masticabilidad viene a ser el trabajo que se necesita para desintegrar un alimento hasta tenerlo listo para ser deglutido (TORRES *et al.*, 2014). La Figura 25 presenta la comparación de los resultados de la masticabilidad de las muestras en estudio.



**Figura 25.** Resultado de la evaluación de la masticabilidad (MJ)

Del Cuadro 20 se deduce que la masticabilidad disminuyó con la adición de los granos andinos, por lo que se presenta diferencia estadística significativa a un nivel del 5%. El valor de la masticabilidad es dependiente y su valor se obtiene por el producto de la dureza, la cohesividad y la elasticidad (TORRES *et al.*, 2014) es decir, si estas son menores es de esperar que la masticabilidad también sea menor. Mismos resultados fueron reportados por CORI *et al.* (2014), en una salchicha de pollo y codorniz.

## V. CONCLUSIONES

- La hamburguesa obtenida sustituyendo parcialmente la carne de res por granos andinos (quinua, kañiwa y kiwicha) hasta en un 30%, permite obtener productos reducidos en grasa hasta en un 50%, con efectos favorables en aceptabilidad, obteniendo el mayor puntaje el tratamiento T<sub>8</sub> (10%quinua, 10% kañiwa y 10% kiwicha) y los menos aceptados, los tratamientos T<sub>1</sub> (30% de quinua) y T<sub>2</sub> (30%kañiwa).
- Los resultados de la evaluación microbiológica al mejor tratamiento indicaron valores que no sobrepasan los límites permitidos.
- El análisis químico proximal mostró que el nivel de proteína y grasa de la mejor sustitución fue menor que la del testigo.
- En las características físicas (rendimiento durante la cocción y reducción de diámetro), presentaron resultado superior al del testigo.
- En la dureza como resultado del perfil de textura no se encontró diferencia significativa con el control, pero si con una hamburguesa comercial.
- Los parámetros de color (a\* y b\*) presentaron diferencia estadística significativa con la muestra control y con la hamburguesa comercial.
- Con los métodos utilizados de diseño de mezclas y superficie de respuesta se llegó a determinar la formulación óptima (22% de quinua, 24%kañiwa y 54% kiwicha).

## VI. RECOMENDACIONES

- Elaborar hamburguesas con la formulación óptima como resultado de la deseabilidad (22% quinua, 24%kañiwa y 54% kiwicha).
- Determinar el perfil de aminoácidos y fibra dietaria en la formulación óptima.
- Utilizar los granos andinos en la elaboración de otros nuevos productos cárnicos como alternativa de proteína vegetal y de esta manera conseguir mayor difusión para su consumo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARRACIN, W., ACOSTA, A., SANCHEZ, I. 2010. Elaboración de un producto cárnico utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*) Rev. Fac. Qca. Farm. Medellin – Colombia. 17(3): 264-271. [En línea] ([https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16981564\\_4](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16981564_4) dic. 2018).
- ALVIS. A., ROMERO. P., GRANADOS. C., TORRENEGRA. M., PAJARO. N. 2017. Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (*Caiman crocodilus Fuscus*). Rev. Chil. Nutr. Santiago- Chile 44(1). [En línea] (<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-5182017000100012>. 15 jul. 2018).
- ANDUJAR, G., GUERRA, M., SANTOS, R. 2000. La utilización de los extensores cárnicos. Instituto de Investigaciones para la industria Alimentaria. La Habana. Cuba. [En línea]: (<http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTPFAoRlc/old/prior/segalim/pdf/extensor.pdf>. 15 jul. 2018).
- AOAC (1990) Official Method of Analysis Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition, AOAC International Publisher, Washington DC.
- APAZA. V. 2010. Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development - IFAD. Puno, Perú. Serie

- ARES, G. JAEGER, S. 2015. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. *Rev. Food Quality and Preference* 40:199-208. [En línea] (<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.10.004>. 20 nov. 2018).
- ARES, G., JAEGER, S. 2013. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. *Rev. Food Quality and Preference*. 28(1): 141-153. [En línea]: (<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.08.016>. 20 nov. 2018).
- BALDEON. D., VELAZQUEZ. F., CASTELLANOS. F., 2015. Utilización de *Plukenetia volubilis* (sacha inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. *Rev. Enfoque UTE*, 6(2): 59-76. [En línea]: Enfoque. (<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.60>. 3 dic. 2018).
- BURIN. Y. 2016, Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo, Tesis Ing. Agrónomo. Lima. Universidad Agraria de la Molina. 125P. [En línea]: (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1999>. 25 nov. 2018).
- CAIPO, Y., GUTIERREZ A., JULCA, A., 2015 Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños. *Rev. AgroindSci. Trujillo-Perú*. 5 (1): 61-67 [En línea]: (<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/934/860>. 12 dic.2018).

- CAMPANO, L., DARRE, M., MASOLO, J., ORTIZ, C. 2016. Evaluación tecnológica de hamburguesas de carne con sustitución parcial de berenjena. CICYTAC. La Plata-Buenos Aires. [En línea]: (<http://hdl.handle.net/10915/63303>. 2 dic. 2018)
- CAÑEZ. M., CUMPLIDO. L., ORDUÑO.O., CORELLA. M., 2016. Estudio de las propiedades funcionales de mezclas de proteínas en un sistema modelo. Rev. Acta Universitaria, Sonora- México. 26(4): 3-11. [En línea]: Scielo. (<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-6266201600040>. 20 nov. 20189.
- CHAMORRO. F., GONZALES. J., MEDINA. O., AZPE. A., ARCE. J. 2013. Desarrollo de hamburguesas adicionadas con fibra de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y cacao en polvo (*Theobroma cacao*), características nutritivas, fisicoquímicas y sensoriales. Rev. NACAMEH. Mexico. 7(2):97-108. [En línea]: ([http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v7n2/Nacameh\\_v7n2\\_097\\_ChamorroRamirez\\_etal.pdf](http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v7n2/Nacameh_v7n2_097_ChamorroRamirez_etal.pdf). 3 dic 2018)
- CERON, A., CASTILLO, E., ANGELES, M. 2016. Análisis comparativo del uso de *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) y *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) en la elaboración de hamburguesas. Rev. Acta Univ. Guanajuato-México. 26(3): 1-13. [En línea]: (<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41646427001>. 30 nov. 2018)
- CORI, M., VASCO DE BASILIO., FIGUEROA, R., MARTINEZ, S. 2014. Análisis del perfil de textura y evaluación sensorial de salchichas de pollo y codorniz Rev. Fac. Agron. Aragua- Venezuela 40 (1): 29-36. [En línea]: ([http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_agro/article/view/7217](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/7217). 5 dic 2018).

- GALUE. A., CACERES. K. 2017. Análisis Microbiológico de carne molida de diferentes puntos de venta ubicados en Santa Barbara de Zulia – Estado Zulia – Venezuela. Rev. CLIC Mérida – Venezuela 17(9): 68-76. [En línea]: (<https://convite.cenditel.gob.ve/revistaclac/index.php/revistaclac/article/view/925/891>. 5 dic 2018).
- GARCIA. O. RUIZ. J. ACEVEDO. I. 2012. Evaluación Físico Químico de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanuscajan*) como extensor. Rev. Científica, FCV-LUZ / Maracaibo-Venezuela 12(6):497–506. [En línea]: (<https://www.redalyc.org/pdf/959/95925106002.pdf>. 10 feb 2018).
- GARCÍA. S., PINEDA. A., NEVILLE. J. 2017. Sustitución de la carne de vacuno por la carne de tilapia (*Oreochromis* sp.) en la obtención de salchichastipo Viene y hamburguesas. Tesis. Ing. Agroindustrial Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. 155p. [En línea]: (<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1494>. 15Jun 2018).
- GIL, E., MEDINA, J., DOBROSZ, I., GOMEZ, M. 201. Optimización de los Costos de Operación del Proceso de Electro-oxidación para una Planta de Tratamiento de Aguas Mediante Análisis Estadístico de Superficie de Respuesta. Rev. Información Tecnológica 27(4), 73-82. [En línea] Scielo (<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n4/art08>. 15 dic. 2018).
- HERRERA. S., MONTENEGRO. A. 2012. Amaranto prodigioso alimento para la longevidad de la vida. Rev. Kalpana Quito-Ecuador 8:50-66. [En línea]: (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4095256>. 15 jul. 2018).

- HLEAP, J., CORDONA, L., AGUDELO, J., GOMEZ, A. 2015. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial de las salchichas elaboradas con inclusión de quitosana. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. Colombia. 18(2): 455-464. [En línea]: Scielo ([http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262015000200019&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262015000200019&script=sci_abstract&tlng=es). 20 jul. 2018).
- HLEAP. J, GUTIERREZ. A., RIVERA. L., 2010. Análisis microbiológico y sensorial de productos elaborados a partir de Surimi de Carduma(*cetengraulismysticetus*) y Plumuda (*Opisthonemaspp.*). Rev. Facultad de ciencias agropecuarias. Colombia 8(2): 58-65. [En línea]: (<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a08.pdf>. 28 nov. 2018).
- HUAMAN. F., TOSCANO. E., ACOSTA. O., ROJAS. D., INOCENTE. M., GARRIDO. D., GUEVARA.M. 2014. Estudio genotóxico de una bebida experimental de quinua, kiwicha y kañiwa. Rev. peruana de biología 21(3): 251–258. [En línea]: (doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10899>. 5 dic 2018).
- HUI. Y., GUERRERO. I., ROSMINI. M. 2006. Ciencia y tecnología de la Carne. México. Limusa. S.A. 627 p.
- INACAL, NTP (201.057) 2006, revisada el 2016. Carne y productos cárnicos, productos formados requisitos. Lima Perú.
- ICMSF (1991). Microorganismos de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológico. Ed. Acribia. Zaragoza - España
- JAEGER, S., CADENA, R., TORRES, M., ANTUNEZ, L., VIDAL, L., GIMENEZ, A., ARES, G. 2014. Comparison of check-all-that-apply and forced-choice

Yes/No question formats for sensory characterization. *Rev. Food Quality and Preference* 35:32-40. [En línea]: Elsevier (<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.02.004>. 25 jul. 2018)

KONICA MINOLTA. *Entendiendo El Espacio de Color CIE L\*A\*B\**. [en línea] (<http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>. 25 may. 2018).

LAVY, A., .2016. Utilización de carne de llama (*Lama glama*)y harina de kiwicha (*Amaranthuscaudatus*) en butifarra dulce. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias Alimentarias. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 100 p. [En línea] (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2653>. 20 julio del 2018).

LEAL, J, JIMENES, L. 2015. La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de bovino y posibles genes candidatos. Departamento de ciencias de la producción animal. Universidad Nacional de Colombia. Bogota.

LOPEZ, E., SALVA, B. 2018. Caracterización Sensorial de hamburguesa de llama con cáscara de sanky. *Rev. investig. Altoandin.* Puno - Perú. 20 (2). [En línea]: Scielo. ( <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.360>. 2 dic. 2018).

LOPEZ, J., FERNANDEZ, J., PEREZ, J., VIUDA, M. 2014 Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Rev. Meat Science.* 97:270-276. [En línea]: Elsevier (<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.010>. 6 dic. 2018).

LOPEZ. M. 2015. Optimización estadística del tiempo de vida de anaquel de

- Litchi y el Nopal. Tesis maestra en Ciencias. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 80p. [En línea]: ([http://mat.izt.uam.mx/mcmmai/documentos/tesis/Gen.11-O/Ana\\_Marlene\\_Lopez\\_Ramos.pdf](http://mat.izt.uam.mx/mcmmai/documentos/tesis/Gen.11-O/Ana_Marlene_Lopez_Ramos.pdf). 4 abr 2018).
- MALDONADO, P. 2010. Embutidos fortificados con proteína vegetal a base de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Rev. Enfoque UTE. Quito-Ecuador 1:36-45p. [En línea]: (<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v1n1.15>. 20 nov. 2018)
- ORTEGA. D., BUSTAMANTE. M., GUTIERREZ. D., CORREA. A. 2014. Diseño de mezclas en formulaciones industriales Rev. DYNA- Medellín. 82(189):149-156. [En línea]: (<https://www.redalyc.org/pdf/496/49635366020.pdf>. 20 jul 2018).
- OSPINA, M., RESTREPO, D., LOPEZ, J. 2011. Caracterización Microbiológica y Bromatológica de Hamburguesas Bajas en Grasa con Adición de Fibra de Banano Verde Integro. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín . Colombia. 64(1): 5993-6005. [En línea]: Scielo (<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a22v64n01.pdf>. 4 dic. 2018).
- PEÑA, M., MENDEZ, B., GUERRA, M. 2015. Desarrollo de productos cárnicos funcionales: utilización de harina de quinua. Rev. Alimentos, ciencia e investigación. Guayaquil – Ecuador. 23(1): 21-36.
- PEREZ. M. ÁLVAREZ. M. HERNANDEZ. J. 2016. Atributos tecno sensoriales de un producto cárnico formulado con harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*) Rev. Agron. Col. 34(1):976-978. [En

- línea]: Scielo (<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00061.pdf>. 4 abr. 2018)
- PRANDL. O., FISHER. A., SCHMIDHOFER. T. 1994. Tecnología e Higiene de la Carne. España. Acribia S.A. 854 p.
- ROZAS. V. 2015. Efecto de la adición de albumina de huevo en las propiedades tecnológicas de salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4°C. Tesis. Ing. Industria Alimentarias. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 119 p. [En línea]: (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1824>. 6 abr 2018)
- REPO, R., LIGARDA, C., ENCINA C., HERRERA, B., QUINDE, Z. 2012. Extracción con soluciones neutra y alcalina para el aislamiento de fibra soluble e insoluble a partir salvado de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.). Revista Sociedad de Química. Perú- Lima 78 (1) sin páginas.
- REPO. R., ENCINA. C. 2008. Determinación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos de Cereales Andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Rev. Soc. Quím. Perú 74(2):85-99. [En línea]: Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos (<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v74n2/a02v74n2.pdf>. 2 feb. 2018)

- RETTIG. M., AH-HEN. K. 2014 El color en los alimentos un criterio de calidad medible Color in food as a measurable quality criterion. Rev / Agro Sur, Valdivia Chile 42(2):39-48.
- SALAMANCA. G., REYES. L., OSOSRIO. M., RODRIGUEZ. N. 2015. Diseño experimental de mezclas como herramienta para la optimización de cremo lácteos de mango. Rev. Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. Colombia. 2:16 – 24.
- SELANI, M., SHIRADO, G., MARGIOTA B., SALDAÑA, E., CONTRERAS, J. 2016. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef Burger Rev. Meat Science. 112:69-76. [En línea]: Elsevier (<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>. 5 dic. 2018)
- SERNAC. 2016. Verificación de la rotulación de las características físicas de hamburguesas envasadas ofrecidas a la venta en forma individual. Chile. [En línea]:([https://www.sernac.cl/portal/619/articles-5375\\_archivo\\_01.pdf](https://www.sernac.cl/portal/619/articles-5375_archivo_01.pdf). 25 ago. 2018).
- TATERO, L., ALVES, M., BALDIN, C., SICHETTI, E., ALLAN, F., RODRIGUES, I., POLIZER, J., MALAGOIDE, L. 2018 Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. Rev. Meat science. 147:53-59. [En línea]: Elsevier (<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.010>. 10 dic. 2018).

- TORRES, J., GONZALES K., ACEVEDO, D. 2014. Análisis de perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. Rev. ReCiTeIA. Cali- Colombia. 14(2):64-75. [En línea]: ([https://www.researchgate.net/publication/283352303\\_Analisis\\_del\\_Perfil\\_de\\_Textura\\_en\\_Frutas\\_Productos\\_Carnicos\\_y\\_Quesos](https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Frutas_Productos_Carnicos_y_Quesos). 20 nov. 2018)
- TROISI. J., DI FIORE. R., PULVENTO. C., D'ANDRIA. R., VEGA. A., MIRANDA. M., MARTÍNEZ. E., LAVINI. A. 2013. Estado del arte de la quinua en el mundo.
- VARELA. P. ARES. G. 2012. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. Rev. Food Research International. España. 48: 893–908. [En línea]: Elsevier (doi: 10.1016/j.foodres.2012.06.037. 15 abr 2018)
- VARNAM. A.; SUTHERLAND. J. 1998. Carnes y Productos Cárnicos. España Acribia S.A. 409 p.
- WARRIS. P. 2003. Ciencia de la Carne. España. Acribia S.A. 309 p
- YOSHIDA, C. CONTRERAS, C. QUIÑONES, E. VENTURINI, A. 2013. Okara, a soymilk industry by-product, as a non-meat protein source in reduced fat beef burgers. REV. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 33(1):52-56. [En línea]: Scielo (<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013000500009>. 3 abr. 2018).
- ZEGARRA, S. 2015. Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (*Engraulisringens*) aplicando metodología de respuesta. Tesis para optar el grado de magister Scientiae en tecnología de alimentos. Lima - Perú Universidad Nacional Agraria de la

Molina. 106p. [En línea]: (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2185.10> jul. 2018).

**ANEXO**

**Anexo 1.** Tratamientos generados por el diseño de mezcla simplex centroide mediante el software Estadística.

3 factor simplex-centroid design (Spreadsheet1)  
Sum total of all mixture components: 1.

Run	Quinoa	kafina	kiviacha	Textur	DV 2	DV 3	DV 4	DV 5	DV 6	DV 7
1	1,000	0,000	0,000							
2	0,000	1,000	0,000							
3	0,000	0,000	1,000							
4	0,500	0,500	0,000							
5	0,500	0,000	0,500							
6	0,000	0,500	0,500							
7	0,333	0,333	0,333							
8	0,333	0,333	0,333							
9	0,333	0,333	0,333							
10	0,333	0,333	0,333							

**Anexo 2.** Levantamiento de preguntas CATA**Levantamiento de atributos**

Por favor pruebe las muestras y describa todas las características que Ud. encuentra en cada una de ellas, en cuanto a los siguientes atributos.

Código: \_\_\_\_\_

**1. APARIENCIA**

**3. AROMA**

**2. SABOR**

**4. EXTURA**

Código: \_\_\_\_\_

**1. APARIENCIA**

**3. AROMA**

**2. SABOR**

**4. TEXTURA**

**Anexo 3.** Imágenes del levantamiento de preguntas CATA



**Anexo 4. Ficha de evaluación sensorial (escala hedónica y preguntas CATA)****FICHA DE EVALUACION SENSORIAL**

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor pruebe la muestra, evalúe e indique del 1 a 9 de la escala de abajo, cuánto le ha gustado o disgustado la apariencia, el sabor, el aroma, la textura y el gusto general de la muestra.

Enjuáguese la boca con un poco de agua entre muestra y muestra

Código: \_\_\_\_\_

Puntaje	Categoría	Puntaje	categoría	
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente	
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente	
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho	
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente	
5	no me gusta ni me disgusta			
Calificación para cada atributo				
Apariencia	Sabor	Aroma	Textura	Gusto general

**Marque todas las características que considere adecuadas que describe la muestra evaluada.**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> sabor a especias             | <input type="checkbox"/> poco picante                           | <input type="checkbox"/> aroma vegetales            |
| <input type="checkbox"/> aroma a cereal con carne     | <input type="checkbox"/> muy grasoso                            | <input type="checkbox"/> aroma carne frita          |
| <input type="checkbox"/> aroma característico a carne | <input type="checkbox"/> apariencia granulada                   | <input type="checkbox"/> puntos negros              |
| <input type="checkbox"/> sabor poco salado            | <input type="checkbox"/> sabor característico a una hamburguesa | <input type="checkbox"/> sabor a ajo y carne de res |
| <input type="checkbox"/> crujiente                    | <input type="checkbox"/> apariencia agradable                   | <input type="checkbox"/> sabor agradable            |
| <input type="checkbox"/> jugosa                       | <input type="checkbox"/> sabor extraño                          | <input type="checkbox"/> ligeramente seco           |
| <input type="checkbox"/> marrón claro                 | <input type="checkbox"/> un poco dura                           | <input type="checkbox"/> apariencia compacta        |
| <input type="checkbox"/> poco atractivo               | <input type="checkbox"/> aroma a condimentos                    | <input type="checkbox"/> color café                 |
| <input type="checkbox"/> se desmorona                 | <input type="checkbox"/> suave                                  |   |

## Anexo 5. Encuesta demográfica y frecuencia de consumo

### Por favor responda las siguientes preguntas

**Nombre:**

**Género:** ( )Femenino ( )Masculino

**Edades entre:**

( )18 a 25 años ( )26 a 35 años ( )36 a 45 años ( )más de 45 años( )

**Ocupación:**

( )universitario completo ( )universitario incompleto ( )Técnico  
 ( )post grado completo ( )post grado incompleto ( )Docente  
 otro\_\_\_\_\_

- **Frecuencia de consumo de quinua:**

( )nunca ( )raramente ( )de vez en cuando ( )siempre ( )todos los días  
 ( )no lo conozco

- **Frecuencia de consumo de kiwicha**

( )nunca ( )raramente ( )de vez en cuando ( )siempre ( )todos los días  
 ( )no lo conozco

- **Frecuencia de consumo de Kañiwa**

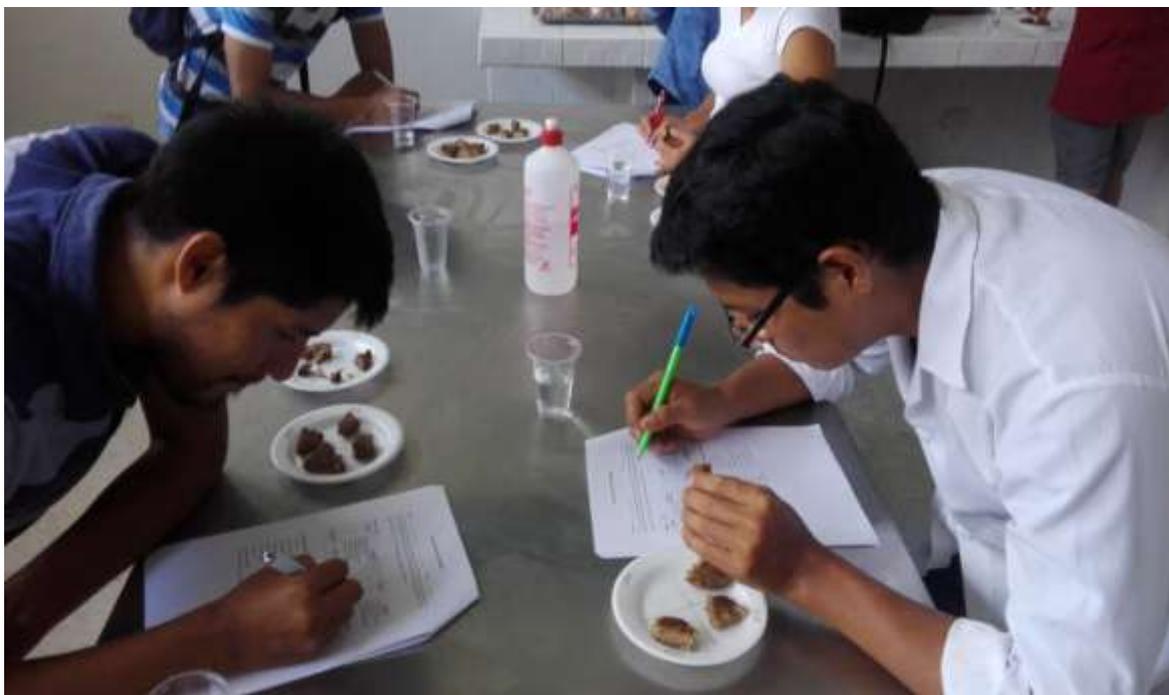
( )nunca ( )raramente ( )de vez en cuando ( )siempre ( )todos los días  
 ( )no lo conozco

- **Gusta de las hamburguesas:**

( )Si ( )No

- **Frecuencia de consumo de hamburguesas:**

( )nunca ( )raramente ( )de vez en cuando ( )siempre ( )todos los días

**Anexo 6.** imágenes evaluación sensorial (90 consumidores)



**Anexo 7.** Resultados de las características sociodemográficos de los consumidores

	<b>consumidores %</b>	
<b>Genero</b>		
Femenino	46	51
Masculino	44	49
<b>Edades</b>		
18 a 25	75	83
26 a 35	11	12
36 a 45	2	2
más de 45	2	2
<b>Ocupación</b>		
universitario completo	20	22
Universitario incompleto	64	71
Técnico	1	1
post grado completo	2	2
post grado incompleto	1	51
Otro	2	2

**Anexo 8.** Resultados de la encuesta de la frecuencia de consumo

	consumidores	%
Frecuencia de consumo de quinua		
Nunca	0	0
Raramente	10	11
de vez en cuando	67	74
Siempre	10	11
todos los días	2	2
no lo conozco	1	1
Frecuencia de consumo de kiwicha		
Nunca	5	6
Raramente	40	44
de vez en cuando	42	47
Siempre	1	1
todos los días	0	0
no lo conozco	2	2
Frecuencia de consumo de Kañiwa		
Nunca	27	30
Raramente	35	39
de vez en cuando	16	18
Siempre	0	0
todos los días	0	0
no lo conozco	12	13
Gusta de las hamburguesas		
Si	80	89
No	10	11
Frecuencia de consumo de las hamburguesas		
Nunca	0	0
Raramente	23	26
de vez en cuando	52	58
Siempre	15	17
todos los días	0	0
no lo conozco	0	0

**Anexo 9. Imágenes de la evaluación microbiológica**

**Anexo 10.** Imágenes de la evaluación químico proximal



**Anexo 11.** Imágenes de las evaluaciones físicas

- Evaluación de reducción de diámetro



- Evaluación de pérdida en la cocción



**Anexo 12.** Imágenes de las evaluaciones instrumentales

- Evaluación de textura



- Evaluación de Color

