

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



EFFECTO DE LA PROPORCION GRASA: HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*): CARRAGENINA LAMBDA SOBRE LA TEXTURA, COLOR Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE SALCHICHA DE POLLO TIPO FRANKFURTER

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JONATHAN ABEL ABANTO RODRIGUEZ

TRUJILLO, PERÚ

2013

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

Dr. CARLOS LESCANO ANADÓN
PRESIDENTE

Dr. FERNANDO RODRIGUEZ AVALOS
SECRETARIO

MS. JOSE LUIS SORIANO COLCHADO
VOCAL

MSc. ELENA MATILDE URRACA VERGARA
ASESORA

DEDICATORIA

La presente tesis se lo dedico a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Betty Rodríguez, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, comprensión y la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, me ha dado todo lo que soy como persona; y más que nada por todo su amor.

A mi padre Luis Fernando Abanto, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y lograr mis objetivos, y por todo su amor.

A mis hermanos por su ayuda y apoyo incondicional que me brindaron en los momentos que más lo necesité,

A mis familiares amigos y compañeros, quienes de una u otra forma han contribuido y participado para alcanzar la meta trazada, ya que con su ayuda esta se hizo más fácil.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Gracias de corazón a la M.Sc. Elena Matilde Urraca Vergara, por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Ha hecho fácil lo difícil. Gracias por asesorarme en el proyecto, le estaré eternamente agradecido. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Agradezco a la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Le doy gracias a mis padres, por apoyarme en todo momento, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y por todo su apoyo incondicional.

A mis amigos y a la vez compañeros de estudios, por la confianza, apoyo y motivación, por todos los momentos que pasamos juntos y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca olvidaré.

También me gustaría agradecer a todos mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

INDICE GENERAL

	Pág.
Carátula	i
Aprobación por el Jurado de Tesis	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice General.....	v
Índice de Cuadros.....	viii
Índice de Figuras	ix
Índice de Anexos	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Quinoa.....	3
2.1.1. Generalidades.....	3
2.1.2. Producción y rendimiento de la quinua	4
2.1.3. Valor nutritivo de la quinua	5
2.1.4. Propiedades funcionales de la quinua.....	6
2.1.5. Harina de quinua.....	7
2.2. Carragenina.....	7
2.2.1. Clasificación de la carragenina	8
2.2.2. Propiedades generales de la carragenina	9
2.2.3. Funcionalidad y aplicaciones	13

	Pág.
2.3. Salchicha tipo Frankfurter.....	14
2.3.1. Propiedades nutricionales.....	15
2.3.2. Materias primas cárnicas	16
2.3.3. Otros ingredientes.....	19
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Lugar de ejecución	22
3.2. Materiales y equipos.....	22
3.3. Metodología.....	24
3.3.1. Esquema experimental y formulación	24
3.3.2. Procedimiento para elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter.....	26
3.4. Métodos de análisis.....	29
3.4.1. Análisis de frescura de la carne de pollo	29
3.4.2. Color instrumental.....	30
3.4.3. Textura instrumental	30
3.4.4. Textura sensorial.....	30
3.4.5. Aceptabilidad general	31
3.5. Métodos estadísticos.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Capacidad de retención de agua de la carne de pollo.....	35
4.2. pH de la carne de pollo.....	35
4.3. Color instrumental	36
4.4. Textura instrumental.....	43
4.5. Textura sensorial	47
4.6. Aceptabilidad general.....	49

V.	CONCLUSIONES	53
VI.	RECOMENDACIONES	54
VII.	BIBLIOGRAFIA	55
VIII.	ANEXOS	60

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición química de granos de quinua y de cereales.....	6
Cuadro 2. Composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurter.....	15
Cuadro 3. Formulación básica de la salchicha tipo Frankfurter.....	16
Cuadro 4. Composición química de la carne de pollo	20
Cuadro 5. Formulación de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.....	25
Cuadro 6. Capacidad de retención de agua de la carne de pollo.....	35
Cuadro 7. pH de la carne de pollo.....	36
Cuadro 8. Prueba de Levene modificada para L^* , a^* y b^*	39
Cuadro 9. Prueba del ANVA para L^* , a^* y b^*	39
Cuadro 10. Prueba de Duncan para L^*	41
Cuadro 11. Prueba de Duncan para a^*	42
Cuadro 12. Prueba de Duncan para b^*	43
Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para la textura instrumental.....	45
Cuadro 14. Prueba del ANVA para la textura instrumental	45
Cuadro 15. Prueba de Duncan para la textura instrumental	46
Cuadro 16. Prueba Friedman para la textura sensorial.....	47
Cuadro 17. Prueba de Wilcoxon para la textura sensorial	48
Cuadro 18. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general.....	50
Cuadro 19. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general.....	51

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental para elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter	24
Figura 2. Diagrama de flujo para elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter	26
Figura 3. Ficha de evaluación para la textura sensorial de la salchicha de pollo tipo Frankfurter	32
Figura 4. Ficha de evaluación para la aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter	33
Figura 5. Valores de L*, a* y b* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter	38
Figura 6. Valores de textura instrumental en la salchicha de pollo tipo Frankfurter	44

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Medidas estadísticas del color y de la textura instrumental.....	60
Anexo 2. Valores de textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter	60
Anexo 3. Valores de L*, a* y b* de la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina	61
Anexo 4. Textura sensorial de la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina	62
Anexo 5. Aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina	63
Anexo 6. Vistas fotográficas del procedimiento para la elaboración de la salchicha de pollo tipo Frankfurter	64
Figura A. Recepción de ingredientes.....	64
Figura B. Deshuesado y cortado de la carne de pollo	64
Figura C. Preparación del curado.....	65
Figura D. Mezclado de ingredientes	65
Figura E. Emulsificación de la masa.....	66
Figura F. Embutido de la emulsión cárnica	66

Figura G. Escaldado de las salchichas tipo Frankfurter	67
Figura H. Salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina	67
Figura I. Análisis de textura instrumental de la salchicha tipo Frankfurter	68
Figura J. Análisis de color de la salchicha tipo Frankfurter	68

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la proporción de grasa: harina de quinua (*Chenopodium quinoa*): carragenina lambda (20:0:0, 17:2:1, 14,75:4:1,25 y 12,5:6:1,5%) sobre la textura, color y aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Al aumentar el contenido de harina de quinua y carragenina, los valores de textura aumentaron de 1,44 a 2,30 N, observándose homogeneidad en la prueba de Levene modificada y diferencia significativa ($p < 0,05$) en el análisis de varianza, al igual que en la prueba de Duncan. Por otro lado los parámetros de color L^* y a^* disminuyeron ligeramente mostrando homogeneidad en la prueba de Levene modificada y existieron diferencias significativas en el análisis de varianza y en la prueba de Duncan, mientras que los valores de b^* aumentaron sus niveles de 7,87 a 10,10 mostrando igualmente homogeneidad en la prueba de Levene modificada; existiendo diferencia significativa en el análisis de varianza y en la prueba de Duncan. Se realizó la prueba de Duncan con la finalidad de determinar el mejor tratamiento, la cual, para las variables de textura y el parámetro de color a^* fue la formulación F1 (17% de grasa, 2,0% de harina de quinua y 1,0% de carragenina lambda), para el parámetro de color L^* el mejor tratamiento fue para la formulación F2 (14,75% de grasa, 4,00% de harina de quinua y 1,25% de carragenina lambda), y en cuanto al parámetro b^* el mejor tratamiento fue para la formulación F3 (12,5% de grasa, 6,0% de harina de quinua y 1,5% de carragenina lambda).

Los panelistas reportaron que la formulación F1 (17% de grasa, 2,0% de harina de quinua y 1,0% de carragenina lambda) fue el mejor tratamiento para la textura sensorial en la escala de 6 (ligeramente firme) y de igual manera en la aceptabilidad general en la escala de 7 (me agrada moderadamente), mostrando diferencias significativas en las pruebas de Friedman y Wilcoxon ($p < 0,05$).

ABSTRACT

It was evaluated the effect of the proportion of fat: quinoa flour (*Chenopodium quinoa*): carrageenan Lambda (0:0; 2:1; 4:1,25 y 6:1,5%) about the texture, color, and general acceptance with regards of the Frankfurter chicken sausage.

The quinoa flour and the carrageenan Lambda were added in concentration ratios of 0:0; 2:1; 4:1,25 y 6:1,5%, respectively. By raising the quinoa flour and carrageenan concentrations in the sample, the texture values raised from 1,44 to 2,30 N. With these values it was seen homogenous (o homogeneity) in the modified Levene test and significative difference ($p < 0,05$) in the Varianza analysis. The same applies to the Duncan test. In the other hand, the color parameters L^* and a^* slightly lowered showing homogenous (o homogeneity) in the modified Levene test. Also, in this trial there were some differences in the Varianza analysis and the Duncan test –m while b^* raised it's levels from 7,87 to 10,10 showing homogeneity in the modified Levene test with great significative difference in the varianza anaysis and the Duncan test. The Duncan test was implemented in order to determine the best results of the texture variables and the color a^* parameter was the F1 formula (2,0% quinoa flour and 1% carrageenan). For the L^* color parameter, the best results was for the F2 formula (4,00% quinoa flour and 1,25% carrageenan). Regarding the b^* parameter, the best result was for the F3 formula (6,00% quinoa flour and 1,50% carrageenan).

The judges of this trial reported that the F1 formulation (2,00% quinoa flour and 1,00% carrageenan) gave the best results for the sensory texture in a scale of 6 (slightly firm), the same applies to general acceptance of a score of 7 (Moderately accepted), showing significative differences in the Friedman and Wilcoxon tests($p < 0,05$).

I. INTRODUCCIÓN

La industria cárnica, al igual que otros sectores de la alimentación, está experimentando importantes transformaciones como consecuencia de continuas innovaciones tecnológicas y cambios en la demanda de los consumidores, impulsados por los avances en los conocimientos en torno a la relación dieta-salud (Marroquín, 2011).

Considerada un “alimento perfecto” por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la quinua, ni cereal ni leguminosa, es muy nutritiva, es de gran adaptación a suelos pobres y tolerante incluso a las heladas y sequías. Apetecida por los consumidores de productos orgánicos de los países industrializados, la quinua posee 16 aminoácidos y se le atribuye propiedades cicatrizantes, desinflamatorias, analgésicas y desinfectantes (FAO, 2013).

Las harinas y almidones de papa, yuca, soya, almidones modificados, etc., son utilizados en la industria cárnica, para aumentar rendimiento, dar estabilidad en el producto, favorecer la retención de agua y resistencia a tratamientos térmicos así como reducir costos (Marroquín, 2011).

Analizando desde el punto de vista económico, el precio de la quinua en relación al precio de la carne es mucho más barata, aproximadamente cuesta un tercio de lo que cuesta el kilo de carne. Adicionando harina de quinua a los productos cárnicos, éstos serán enriquecidos con proteína vegetal de mejor y más fácil digestión, menos dañina y a menor costo, dando la posibilidad de que se expendan a menor precio al público, es decir se adquirirá un embutido de buena calidad y a bajo costo.

Además de ofrecer un producto original ya que en el mercado se expenden varios tipos de salchichas elaborados con almidón modificado, pero no con el empleo de la harina de quinua, que la han dejado a un lado, empleándola en el sector de la panificación, mas no en la elaboración de productos cárnicos al no tener el suficiente conocimiento sobre la diversa aplicación que tiene la harina, que aporta al mejoramiento de la salud en especial del sistema digestivo; al consumir este producto innovador la población se verá beneficiada (Pacheco y otros, 2011).

Por lo anteriormente mencionado, el uso de la harina de quinua en productos cárnicos, es en una buena alternativa como alimento funcional, mejorando sus características fisicoquímicas y sensoriales, y aportando grandes beneficios para la salud.

El problema planteado para la siguiente investigación fue: ¿Cuál será el efecto de proporciones de grasa: harina de quinua (*Chenopodium quinoa*): carragenina lambda (17:2:1, 14,75:4:1,25 y 12,5:6:1,5%), sobre la textura, color y aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter?

Los objetivos propuestos fueron:

- Evaluar el efecto de proporción de grasa: harina de quinua: carragenina lambda, sobre la textura, color y aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.
- Determinar la mejor proporción de grasa: harina de quinua: carragenina lambda que permita obtener la mejor textura, mejor color y mayor aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Quinua

2.1.1. Generalidades

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

2.1.2. Producción y rendimiento de la quinua

En el año 2010, la producción anual de quinua en el Perú fue de 82185 t y el rendimiento promedio anual alcanzando fue de 2 866 kg/ha. Esta productividad, aunque baja, es superior a la de Bolivia y Ecuador (MINAG, 2011).

Los bajos rendimientos que caracterizan al cultivo de quinua se deben principalmente al tamaño de sus granos, lo que dificulta su recolección y procesamiento.

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

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

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

2.1.3. Valor nutritivo de la quinua

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

La quinua ofrece todos los aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo, destacando la lisina que es uno de los aminoácidos más escasos en los alimentos de origen vegetal, además que es un elemento esencial para la construcción de todas las proteínas en el organismo; desempeña un papel importante en la construcción de las proteínas musculares y en la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos (Montañez y Pérez, 2007).

La quinua contiene la vitamina A como el caroteno, Vitamina B como la riboflavina, la niacina, tiamina y la vitamina C, el ácido ascórbico; es rica en minerales como calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio y minerales que ayudan a tener un sistema óseo fuerte principalmente.

Además es rica en fibra y en vitamina E, lo que favorece la salud y la belleza corporal, asimismo contiene litio que evita el estrés, la melancolía y la depresión (Montañez y Pérez, 2007).

La quinua como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y la energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada (Montañez y Pérez, 2007).

El Cuadro 1 presenta la composición química de granos de quinua y de cereales (en base seca).

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

Componente	Quinua	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo
Proteína (%)	16,3	7,6	10,8	10,2	14,2
Grasa (%)	4,7	2,2	1,9	4,7	2,3
Carbohidratos (%)	76,2	80,4	80,7	81,1	78,4
Fibra Cruda (%)	4,5	6,4	4,4	2,3	2,8
Cenizas (%)	2,8	3,4	2,2	1,7	2,2
Energía (kcal/100g)	399	372	383	408	392

Fuente: Tapia (2001).

2.1.4. Propiedades funcionales de la quinua

La quinua posee un alto porcentaje de fibra dietética total, lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que pueden dañar el organismo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinua en particular, tienen la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago (Tapia, 2001).

La quinua es adecuada en el tratamiento del colesterol, en dietas de adelgazamiento, para la hipertensión y para prevenir enfermedades vasculares en general. Debido a su alto contenido mineral, la quinua se emplea como remedio antihemorrágico, contra la gonorrea y en la tuberculosis (Tapia, 2001).

2.1.5. Harina de quinua

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

2.2. Carragenina

La carragenina es un polisacárido natural que se encuentra presente en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (*Gigartina chamiso*). Es capaz de formar coloides viscosos o geles, en medios acuosos y/o lácteos (Porto, 2004)

La carragenina está ubicada en la pared de las células y en la matriz intercelular del tejido de las algas (*Gigartina chamiso*). Posee alto peso molecular con contenido de éster sulfato de 15% a 40% formado por unidades alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-galactosa (3,6-AG) unidas por ligaduras α -1,3 y β -1,4-glucosídica. La posición y el número de grupos de éster sulfato así como el contenido de 3,6-AG determinan las diferencias primarias entre los tipos de carragenina kappa, iota y lambda.

Los mayores niveles de éster sulfato implican en una menor fuerza de gelificación y baja temperatura de solubilización. La carragenina tipo kappa contiene de 25% a 30% de éster sulfato y

de 28% a 35% de 3,6-AG. La carragenina tipo iota contiene de 28% a 35% de éster sulfato y de 25% a 30% de 3,6-AG. La carragenina tipo lambda contiene de 32% a 39% de éster sulfato y no contiene 3,6-AG (Porto, 2004).

Generalmente, la carragenina comercial es una mezcla más o menos enriquecida de uno u otro de estos tipos de carragenina, y de acuerdo al proceso de producción de la carragenina es que pueden ser de tipo semirefinado o refinado. Entre más refinadas sean, el gel que se obtenga a partir de esa carragenina será más transparente (Porto, 2004).

2.2.1. Clasificación de la carragenina

La carragenina se clasifica de acuerdo con su estructura y propiedades fisicoquímicas o según su proceso de producción (Porto, 2004):

A. Según su estructura y propiedades fisicoquímicas

Kappa

Gel rígido, quebradizo, termorreversible, alta fuerza de gel, presenta sinéresis.

Iota

Gel elástico, termorreversible, no presenta sinéresis, propiedad tixotrópica.

Lambda

Soluble en frío, no gelificante, produce altas viscosidades.

B. Según su proceso de producción

Semi – refinada

Gel opaco, con mucha celulosa y fibra, bajo grado de pureza.

Refinada

Gel claro, transparente, alto grado de pureza

2.2.2. Propiedades generales de la carragenina

Según Porto (2004), las propiedades funcionales de la carragenina actúan de acuerdo a su tipo (kappa, iota y lambda).

A. Solubilidad

La solubilidad se ve afectada por el tipo de sal asociada con los grupos éster sulfatos. Las sales de sodio son más solubles que las de potasio que necesitan de calentamiento para su completa disolución. La presencia de otros solutos como sales de azúcares en altas concentraciones afectan la solubilidad e hidratación de las carrageninas al competir ambos por el agua disponible.

Las concentraciones de azúcar mayores al 50% dificultan la solubilidad de la carragenina; niveles de cloruro de potasio sobre 3% y de cloruro de sodio sobre 5% previenen la disolución de la carragenina.

B. Gelificación

Mecanismo

Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota poseen la habilidad de formar geles termorreversibles a

través de su enfriamiento. Este fenómeno ocurre debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. A temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel, los polímeros de la carragenina existen en la solución como espirales aleatorias. Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. El enfriamiento adicional causa la agregación de los puntos de unión para formar la estructura de gel tridimensional. La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota.

Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche.

Textura

Las carrageninas kappa e iota forman gel en agua solamente en la presencia de ciertos cationes. La carragenina kappa es sensible al ion potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinéresis (extrusión espontánea de agua a través de la superficie del gel en reposo) y cuanto mayor la concentración de potasio en la solución mayor será la sinéresis. La carragenina iota es sensible al ion calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio. La carragenina iota no presenta sinéresis. La fuerza de gel es directamente proporcional a la concentración de carragenina y de sales. La concentración de cationes superior a un cierto límite

implicará en la disminución de la fuerza de gel. El gel formado es termorreversible y puede ser sometido a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin alteración considerable en la estructura del gel (pH neutro). Las temperaturas de gelificación y fusión del sol/gel dependen de la concentración de cationes. El aumento de la concentración de sales de potasio o calcio en soluciones acuosas resultará en el aumento de la temperatura de gelificación.

C. Viscosidad

La viscosidad de soluciones de carragenina debe ser determinada en condiciones donde no exista ninguna tendencia de gelificación de la solución. Cuando una solución caliente de carragenina es enfriada, la viscosidad aumenta gradualmente hasta que sea alcanzada la temperatura de gelificación. A medida que se inicia la formación del gel, hay un aumento repentino e intenso de la viscosidad.

Por lo tanto, la medida de la viscosidad de las soluciones de carragenina debe ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75 °C) para evitar el efecto de la gelificación. La concentración de carragenina en la solución es en general de 1,5% en peso del volumen de agua. Las carrageninas disponibles comercialmente presentan en general viscosidades que varían de 5 a 800 cp medidas a 75 °C en soluciones de 1,5% de carragenina.

La viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. Mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumentan la viscosidad considerablemente.

D. Estabilidad

La solución de carragenina es estable en los pH neutros o alcalinos. Pero, los pH bajos afectan su estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin embargo, una vez formado el gel, aun en los pH bajos (3,5 a 4,0) no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable. Para las aplicaciones prácticas, es importante estar atento a las limitaciones de la carragenina en medios ácidos (solución y gel). El procesamiento de las soluciones de carragenina con pH bajo a altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe ser evitado.

E. Reactividad con proteínas

Una de las propiedades que diferencian la carragenina de otros hidrocoloides es su habilidad de interactuar con las proteínas presentes en los alimentos.

La carragenina es empleada en productos cárnicos como ligante, ya que interactúa con las proteínas de la carne, proporcionando la cohesión de los trozos de carne con el resto de los ingredientes, mejora la textura de los embutidos y por ende la palatabilidad, además por su alto poder de retención de agua, contribuye a incrementar el rendimiento de los productos cárnicos, reduce la sinéresis en combinación con otros hidrocoloides, mantiene la frescura de los mismos y mejora la rebanabilidad de los jamones y embutidos.

2.2.3. Funcionalidad y aplicaciones

Las aplicaciones de la carragenina están concentradas en la industria alimentaria. Las aplicaciones pueden ser divididas en sistemas lácticos, acuosos y bebidas. Sin embargo, ya existen actualmente otras diversas aplicaciones de carragenina para una gran variedad de aplicaciones industriales. La carragenina posee diversas funciones de acuerdo con su aplicación: gelificación, espesamiento, estabilización de emulsiones, estabilización de proteínas, suspensión de partículas, control de fluidez y retención de agua (Porto, 2004).

Según Porto (2004), entre las aplicaciones importantes de la carragenina en la industria alimentaria se encuentran:

- Productos lácticos: Helados, chocolateados, flanes, pudines, crema de leche, yogures, postres cremosos, quesos.
- Dulces y confituras: Postres tipo gelatina, jaleas, dulces en pasta, marshmallow, caramelos de goma, confites, merengues.
- Productos cárnicos: Jamón, mortadela, hamburguesa, patés y carnes procesadas.
- Bebidas: Clarificación y refinación de zumos, cervezas, vinos y vinagres, chocolateados, jarabes, zumos de fruta en polvo.
- Panificación: Coberturas de tartas, rellenos de tortas, masas de pan.
- Salsas y sopas: Salsas de ensalada, en polvo, sopas en polvo, mostaza, salsa blanca, salsas listas para pastas.

2.3. Salchicha tipo Frankfurter

La salchicha tipo Frankfurter es un embutido elaborado a partir de una mezcla de carne de res y de cerdo, grasa de cerdo, especias y otros condimentos. La masa es embutida en membrana artificial, cocida y eventualmente ahumada. La salchicha tipo Frankfurter se presenta como una salchicha de 12 cm. de largo y 2 cm. de ancho con una masa homogénea picada y de color rosa pálido (Guerrero, 2007).

La salchicha tipo Frankfurter se halla dentro de los embutidos escaldados a tratamientos térmicos de 75 a 80 grados de temperatura, y es elaborado a partir de una mezcla de carne de res, cerdo u otros, juntamente con especias y otros condimentos (Guerrero, 2007).

Un buen embutido escaldado no debe exhibir separaciones de la grasa con la carne magra, su carne tendrá color rojo vivo y estable, así como también una buena resistencia al corte, buen aroma y un sabor finamente condimentado. Atribuye también a la proteína muscular fibrilar responsable de la fijación del agua y a la mioglobina (pigmento muscular) como la responsable de la fijación del color (Echeverri, 2004).

Sánchez (2003) manifiesta que la salchicha tipo Frankfurter está constituida por emulsiones cárnicas en las cuales la grasa forma la fase discontinúa, el agua la fase continua y las proteínas cárnicas actúan como emulsionantes.

Guerrero (2007) señala que la salchicha tipo Frankfurter es un embutido constituido por una masa hecha en base de carnes rojas y/o blancas, y/o grasa y/o pellejo de ave y/o porcino, y/o

vacuno, y/o equino, que además se le puede agregar algunos aditivos permitidos, inclusive se le puede agregar o no hortalizas.

2.3.1. Propiedades nutricionales

El Cuadro 2 muestra la composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurter. Este tipo de salchichas posee más agua y menos grasa que otros derivados cárnicos desecados como el salchichón o el chorizo, por lo que su valor energético es inferior. En concreto, las salchichas contienen de 220 a 250 calorías por cada 100 gramos.

Cuadro 2. Composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurter

Componente	Cantidad (en 100g)
Energía (kcal)	243,00
Proteína (g)	13,10
Carbohidratos (g)	1,40
Grasa total (g)	20,50
Agua (g)	62,30
Calcio (mg)	57,37
Magnesio (mg)	12,93
Sodio (mg)	1.151,00
Potasio(mg)	154,00
Vitamina B ₁ . Tiamina (mg)	0,20
Vitamina B ₂ . Riboflavina (mg)	0,20

Fuente: Moreiras y otros (2010)

La formulación básica para salchichas tipo Frankfurter se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Formulación básica de salchichas tipo Frankfurter

Ingredientes	Porcentaje
Carne de res	54
Carne de cerdo (recorte y grasa)	20
Agua helada	20
Sal	2
Sal de cura	2,20
Ajo molido	0,5
Ají molido	0,2
Cebolla en polvo	0,5
Pimienta blanca molida	0,3
Polifosfato	0,3
Total	100

Fuente: Téllez (1992) y Marroquín (2011)

2.3.2. Materias primas para la elaboración de la salchicha tipo Frankfurter

Carne

Es la estructura compuesta por fibras musculares estriadas, acompañadas o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos, de las especies animales autorizadas para el consumo humano (Rodríguez, 2005).

La carne debe tener ciertas características importantes antes de su procesado: la heterogeneidad, la cual es propia de carnes de diferentes especies animales; calidad intrínseca, la cual se mide por sus propiedades bioquímicas (pH, capacidad de retención de agua, grasa y color), propiedades funcionales, calidad microbiológica y su diversidad intramuscular (Lorenzini, 2005).

La carne es un alimento nutritivo que contiene gran cantidad de aminoácidos esenciales en forma de proteínas. También cuenta con vitaminas del grupo B (en especial niacina y riboflavina), hierro, fósforo y calcio (Rodríguez, 2008).

Carne de pollo

Proporciona proteínas de importante valor biológico, necesarias para que los niños crezcan sanos y fuertes, y para que los adultos tengan consumo aporte proteico de gran calidad sin mayor cantidad de grasa. La carne de pollo no contiene gran cantidad de purinas, las cuales son responsables del mayor trabajo digestivo. Por lo tanto, su menor contenido de grasa y su inferior aporte de purinas, convierten al pollo en un alimento de fácil digestión que puede ser utilizado en afecciones gástricas, así como en personas con niveles altos de ácido úrico en sangre (Guerrero, 2007).

Entre las cualidades más importantes para el consumidor es que es una carne económica y que sus fibras cárnicas son suaves a la mordida y fáciles de digerir. Además su sabor se puede combinar con muy variados sazones. Entre sus ventajas se destacan que es un tipo de carne que rinde mucho, se encoje poco durante la cocción (Rodríguez 2008).

En el pollo, las carcasas de ejemplares jóvenes poseen menos grasas entre las distintas piezas cárnicas, en el caso de la pechuga, su contenido en proteínas es mayor que el que presenta el muslo, no apreciando grandes diferencias en lo referente al aporte proteico que aporta la carne roja. Respecto al contenido vitamínico, destaca la presencia de ácido fólico y vitamina B3 o niacina. Entre los minerales, el nivel de hierro y de zinc es menor que en el caso de la carne roja, aunque supone una fuente más importante de fósforo y potasio (Guerrero, 2007).

En el Cuadro 4, se muestra la composición química de la carne de pollo.

Cuadro 4. Composición química de la carne de pollo

Componente	Cantidad (en 100g)
Energía (kcal)	119
Agua (g)	75,5
Proteína (g)	21,4
Grasa (g)	3,1
Ceniza (g)	1,0
Calcio (mg)	12
Fosforo (mg)	173
Hierro (mg)	1,50
Tiamina (mg)	0,07
Riboflavina (mg)	0,14
Niacina (mg)	8,24

Fuente: Moreiras y otros (2010).

2.3.3. Otros ingredientes

Los aditivos se utilizan en alimentos para desempeñar una de las siguientes funciones: conservar, añadir aroma, añadir color, mejorar la textura y/o el valor funcional del alimento (Barros, 2008). Entre estos aditivos se puede mencionar:

A. Sal común

La cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 2 y el 3%. Los embutidos madurados contienen más sal que los frescos. Esta sal adicionada desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano.

El efecto conservador de la sal se debe a los siguientes mecanismos:

- Produce una elevada presión osmótica y, por consiguiente, la plasmólisis de las células microbianas, siendo distinto para cada microorganismo el porcentaje de sal necesaria para inhibir su multiplicación o para dañar sus células.
- Deshidrata los alimentos por extraer y fijar su humedad, de la misma forma que deshidrata las células microbianas.
- Se ioniza para dar el ion cloro, que es perjudicial para los microorganismos.
- Reduce la solubilidad del oxígeno en la humedad.
- Sensibiliza a las células microbianas frente al dióxido de carbono.

A pesar de estas acciones favorables durante la elaboración de los embutidos, la sal constituye un elemento indeseable ya que favorece en enranciamiento de las grasas (Sánchez, 2003).

B. Sal de cura

Es un aditivo que se puede aplicar para todo tipo de productos de músculo entero y emulsiones cárnicas. Posee diversas propiedades: antibacterial, fijador de color, retarda la rancidez, proporciona sabor y color curado. Contiene aproximadamente un 6% de nitrito de sodio, 4% nitrato de sodio y 90% sal común.

Es utilizado para fijar el color rosado característico y también para retrasar o prevenir el deterioro químico y microbiológico de los embutidos (Sánchez, 2003).

Específicamente los nitratos y nitritos desempeñan un importante papel en el desarrollo de características esenciales en los embutidos, ya que intervienen en la aparición del color rosado característico de éstos, dan un sabor y aroma especial al producto y poseen un efecto protector sobre determinados microorganismos como *Clostridium botulinum* (Sánchez, 2003).

C. Condimentos y especias

La adición de determinados condimentos y especias da lugar a la mayor característica distintiva de los embutidos. Así por ejemplo el salchichón se caracteriza por la presencia de pimienta, y el chorizo por la de pimentón.

Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no (Sánchez, 2003).

Normalmente no se añade más de 1% de especias. Además de impartir aromas y sabores especiales al embutido, ciertas especias como la pimienta negra, el pimentón, el tomillo o el romero y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes (Sánchez, 2003).

D. Polifosfato

Son las sales del ácido fosfórico que se obtiene a partir del calentamiento alcalino de la roca fosfórica. Entre los fosfatos más empleados están los fosfatos simples (ortofosfatos), monofosfatos, difosfatos y polifosfatos.

Los fosfatos alcalinos son usados para incrementar la capacidad de retención de agua de las carnes curadas. También reducen la rancidez oxidativa, probablemente reduciendo la actividad prooxidante de metales pesados en la sal. Los polifosfatos ayudan a solubilizar las proteínas musculares y a disminuir la acidez (elevan el pH) de la carne, lo cual incrementa el espacio alrededor de las proteínas y así mayor cantidad de agua puede mantenerse entre las proteínas (Sánchez, 2003).

Con la mayor capacidad de retención de agua, el rendimiento del producto incrementa, las superficies del producto son más secas y más firmes, y las emulsiones son más estables a temperaturas más elevadas. También se han argumentado mejores estabilidades en color y mejor sabor y olor (Sánchez, 2003).

Los polifosfatos tienen la propiedad de modificar el pH del medio al que se adicionan. En el caso de la carne, los polifosfatos aumentan el pH hasta en 0,5 unidades lo que ocasiona que éste se aleje del punto isoeléctrico aumentando su capacidad de retención de agua (Sánchez, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos, de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y equipos

A. Materiales

Materia prima

- Carcasa de pollo de la avícola NORAVES

Ingredientes

- Harina de quinua (Mercado Mayorista La Hermelinda – Trujillo)
- Carragenina Lambda (LINROS INTERINSUMOS)
- Agua fría (5°C)
- Sal común 99.5% (LINROS INTERINSUMOS)
- Sal de Cura (LINROS INTERINSUMOS)
- Ajo molido
- Ají molido
- Pimienta molida
- Cebolla en polvo
- Pimienta blanca molida
- Polifosfato grado alimenticio (LINROS INTERINSUMOS)
- Tripa natural (Camal San Francisco)

Utensilios e Instrumentos

- Bandejas
- Vasos de precipitado
- Sartén
- Crisoles
- Pipetas
- Cocina
- Matraz
- Bureta

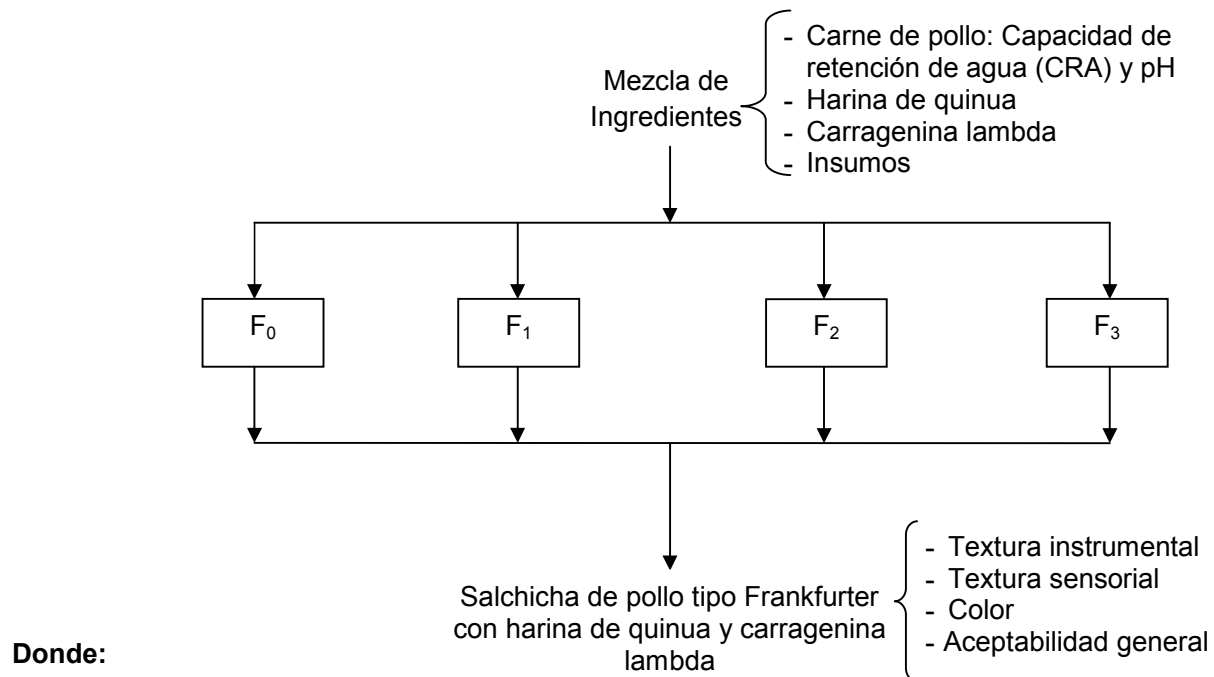
B. Equipos

- Molino de carne (PSEE 22 – SKYMPSEN)
- Cutter de acero inoxidable. Capacidad máxima: 6000 g
- Embutidora manual de acero inoxidable (SAUSAGE MAKER) Capacidad: 15 kg.
- Balanza analítica (GR 200 – A&D COMPANY). Sensibilidad 0,0001g. Capacidad: 2100g
- Escaldadora de acero inoxidable
- Refrigeradora (BOSCH GS 32)
- Colorímetro (CR-400/410 – KONICA MINOLTA)
- Texturómetro marca INSTRON Modelo 3342: Capacidad de carga de 0,5 kN (112 lbf). Espacio de ensayo vertical de 651 mm (25,6 pulgadas).

3.3. Metodología

3.3.1. Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para la elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina lambda. Las variables dependientes son: textura instrumental y sensorial, color y aceptabilidad general y como variable independiente: formulaciones de salchicha de pollo tipo Frankfurter conteniendo proporción de grasa: harina de quinua: carragenina lambda siguientes: 17:2:1, 14,75:4:1,25 y 12,5:6:1,5%.



F₀ = Grasa: Harina de quinua: Carragenina (20:0:0%).

F₁ = Grasa: Harina de quinua: Carragenina (17:2:1%).

F₂ = Grasa: Harina de quinua: Carragenina (14,75:4:1,25%).

F₃ = Grasa: Harina de quinua: Carragenina (12,5:6:1,5%).

Figura 1. Esquema experimental de la investigación sobre el efecto de proporción de grasa: harina de quinua (*Chenopodium quinoa*): carragenina lambda en salchicha de pollo tipo Frankfurter.

En el Cuadro 5, se presentan los porcentajes de cada ingrediente a utilizar en la formulación de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

Cuadro 5. Formulación de salchicha tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina

Ingredientes	Cantidad (%)			
	F ₀	F ₁	F ₂	F ₃
Grasa de cerdo	20	17	14,75	12,5
Harina de quinua	0,0	2	4	6
Carragenina	0,0	1	1,25	1,5
Carcasa de pollo	54	54	54	54
Agua helada	20	20	20	20
Sal	2	2	2	2
Sal de cura	2,20	2,20	2,20	2,20
Ajo molido	1	1	1	1
Ají molido	0,5	0,5	0,5	0,5
Cebolla en polvo	0,7	0,7	0,7	0,7
Pimienta blanca molida	0,1	0,1	0,1	0,1
Polifosfato	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100	100	100	100

Fuente: Téllez (1992) y Marroquín (2011).

3.3.2. Diagrama y procedimiento para la elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

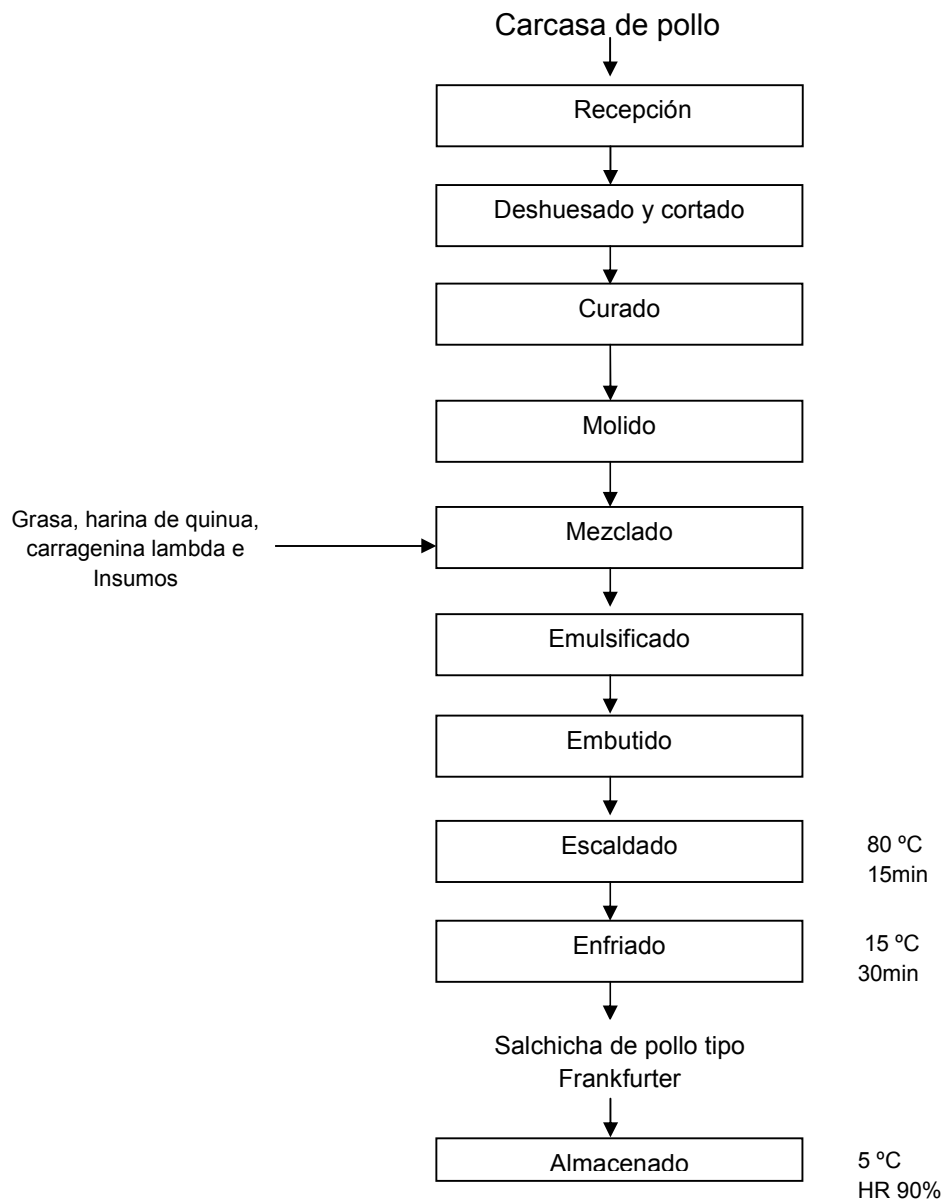


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de salchicha de pollo tipo Frankfurter

A continuación se indica en forma clara cada operación para la obtención de salchicha tipo Frankfurter:

- **Recepción.** La carne de pollo fresca se inspeccionó y se analizó en relación a su valor de pH y capacidad de retención de agua (CRA) (Sánchez, 2003).
- **Deshuesado y cortado.** El deshuesado se realizó de forma manual con cuchillos. El primer corte se ejecutó hasta obtener tamaños de piezas apropiadas para alimentar luego la moladora (Sánchez, 2003).
- **Curado.** Los trozos de carne de pollo obtenido anteriormente se sometieron a la acción de la preparación de curado (sal de cura: 0.2%, sal común: 4% y azúcar: 2%, durante un día y a 4 °C, de esta manera se generó un mejor color y propiedades conservantes (Sánchez, 2003).
- **Molido.** La carne se trituró en un molino de carne con un disco de 8 mm de diámetro, manteniendo una temperatura de 10 °C hasta la siguiente etapa del proceso (Sánchez, 2003).
- **Mezclado.** Se mezcló la proporción de grasa, harina de quinua y la carragenina lambda a la carne curada, luego la sal común y polifosfato con la mitad del agua helada (Ramos y otros, 2009).

- **Emulsificado.** La masa anterior se colocó en la cutter y se añadieron los condimentos y el resto de agua, hasta que se logró una emulsión homogénea en aproximadamente 18 minutos (Ramos, 2009).
- **Embutido.** La emulsión cárnica se trasladó a la máquina embutidora y se llenó en fundas naturales de calibre entre 18 y 20 mm y de 15 cm de longitud (Ramos, 2009).
- **Escaldado.** Se introdujeron las salchichas embutidas dentro de la escaldadora y se sometieron a una temperatura entre 75 a 80 °C por 30 minutos. Esta operación permitió incrementar la temperatura interna del producto hasta alcanzar 68 a 70 °C (Sánchez, 2003).
- **Enfriado.** Después de la cocción la temperatura se bajó bruscamente mediante una ducha fría (20°C por 30 minutos) (Sánchez, 2003).
- **Almacenado.** Las salchichas se colgaron para que sequen y se almacenen bajo refrigeración a 4 °C (HR 80-90%) por 24 horas (Sánchez, 2003).

3.4. Métodos de Análisis

3.4.1. Análisis de frescura de la carne de pollo

Se realizó con el objetivo de determinar la capacidad de retención de agua y pH en la carne fresca de pollo. Estas mediciones se llevaron a cabo para conocer la frescura y estimar el tiempo de rigor mortis de la carne de pollo, para luego elaborar las salchichas con las condiciones adecuadas.

A. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó según el método de Piñeiro y otros (2005). Se colocó 3 gramos de la muestra sobre un papel filtro y entre dos láminas de vidrio transparente. Luego se prensó con una fuerza perpendicular de un kilogramo (con un cilindro de un diámetro de 18 cm), durante 20 minutos.

Después del prensado de la muestra, se formaron en el papel filtro dos áreas circulares, una de ellas corresponde a la muestra y la otra al exudado (que incluye al área de la muestra). Teniendo estas áreas se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo del CRA:

$$CRA = \left[1 - \left(\frac{A1}{A2} \right) \right] \times 100\%$$

Donde:

A1= Área de la muestra (cm²)

A2= Área del exudado, incluye área de la muestra (cm²)

B. pH

Se pesó 10 gramos de muestra en un vaso de precipitación previamente tarado. La muestra fue finamente picada, se añadió 90 mL de agua destilada. Se dejó macerar por una hora, al cabo del cual se efectuó la lectura en el pHmetro (Moreno, 2006).

3.4.2. Análisis del color de salchicha tipo Frankfurter

Esta medición se realizó a las salchichas escaldadas. Se midieron los parámetros a^* , b^* y L^* , como indicadores del color rojo, azul y luminosidad, respectivamente. Las mediciones se realizaron directamente en la muestra, se tomaron de la superficie de una rebanada de salchicha cortada de la parte central con 3cm de grosor (Steffens, 2006).

3.4.3. Textura instrumental de salchicha tipo Frankfurter

Se evaluó una muestra de salchicha de forma cúbica de 3 cm de espesor, la cual fue apoyada sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarla. El diámetro del pistón fue de 9.6 mm y una velocidad de 15 in/min aproximadamente (Pérez y otros, 2009)

3.4.4. Textura sensorial de salchicha tipo Frankfurter

Se evaluaron por medio de una escala hedónica de 7 puntos desde “Extremadamente blando” a “Extremadamente firme” para la textura. El panel de 30 jueces no entrenados y consumidores habituales de salchicha (Pietrasik y Janz, 2009).

En la Figura 3, se muestra la ficha para la evaluación de textura en salchichas tipo Frankfurter.

3.4.5. Aceptabilidad general de salchicha tipo Frankfurter

La preferencia del consumidor fue evaluada por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos desde “Me gusta muchísimo” a “Me disgusta muchísimo”. Se usó un panel de 30 jueces no entrenados y consumidores de salchichas (Anzaldúa - Morales, 1994). Las muestras se prepararon 1 hora antes de realizar la prueba. Se proporcionaron 5 g de muestra por cada tratamiento en un plato descartable de primer uso. Todas las muestras se sirvieron con un vasito de 5 mL de agua mineral como neutralizante (Piñeiro y otros, 2005).

En la Figura 4, se muestra la ficha para la evaluación de aceptabilidad general en salchichas tipo Frankfurter (nueve códigos para nueve tratamientos).

PRUEBA DE TEXTURA SENSORIAL

Nombre del

juez.....Fecha.....

...

Nombre del Producto: Salchicha de pollo tipo Frankfurter

Instrucciones: Califique las muestras de salchicha, según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de firmeza que le produzca.

ESCALA	348	294	477	135
Extremadamente blando				
Ligeramente blando				
Poco blando				
Ni blando ni firme (neutro)				
Poco firme				
Ligeramente firme				
Extremadamente firme				

Comentarios:

.....

.....

.....

Figura 3. Ficha de evaluación para la textura sensorial de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

Fuente: Anzaldúa – Morales (1994)

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre del
juez.....Fecha.....

Nombre del Producto: Salchicha de pollo tipo Frankfurter

Instrucciones: Califique las muestras de salchicha, según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.

ESCALA	348	294	477	135
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Comentarios:

.....
.....

.....

Figura 4. Ficha de evaluación para la aceptabilidad general de salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

Fuente: Anzaldúa – Morales (1994)

3.5. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Se utilizó el diseño unifactorial con cuatro repeticiones. Para los análisis instrumentales (color y textura) se utilizó la prueba de Levene modificada para comprobar la homogeneidad de varianza de los datos experimentales, para pasar al análisis de varianza (ANVA) y, posteriormente, a la prueba de Duncan (para comparar las medias de los niveles de un factor). Los datos del resultado del análisis de aceptabilidad general y de textura sensorial fueron evaluados mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

La prueba de Levene modificada se utiliza para probar la hipótesis de que las varianzas son iguales en todos los tratamientos utilizando las desviaciones absolutas de las observaciones de cada tratamiento de la mediana de los tratamientos. La prueba de Levene modificada evalúa entonces si la media de estas desviaciones es igual o no para todos los tratamientos. Cuando las desviaciones medias son iguales, las varianzas de las observaciones de todos los tratamientos serán iguales (Montgomery, 2004).

Los datos se sometieron a las diferentes pruebas estadísticas señaladas, utilizando el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 20 para Windows con un nivel de significancia del 5%

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de pollo

En el Cuadro 6, se presenta la CRA de la carne de pollo para la elaboración de las salchichas tipo Frankfurter

Cuadro 6. Capacidad de retención de agua de la carne de pollo

Materia prima	CRA (%)				Promedio
	Repeticiones				
	1	2	3	4	
Carne de pollo	81,8	82,9	82,9	81,8	82,35

Se realizó esta prueba para conocer la frescura de la carne de pollo, se observa que la capacidad de retención de agua de la carne de pollo está entre 81 y 83%. Moreno (2006), menciona que la CRA de la carne está relacionada con la textura, terniza y color de la carne cruda, y jugosidad y firmeza de la carne cocinada; a mayores valores de pH, aumenta el CRA de la carne.

4.2. pH de la carne de pollo

En el Cuadro 7, se observa los valores de pH determinados en la carne de pollo para la elaboración de las salchichas tipo Frankfurter.

Cuadro 7. Valores de pH en la carne de pollo para la salchichas tipo Frankfurter

Materia prima	pH				
	Repeticiones				Promedio
	1	2	3	4	
Carne de pollo	5,8	6,0	6,0	5,8	5,9

Se observa los valores de pH, el cual se hizo 4 repeticiones para las distintas formulaciones en la elaboración de las salchichas tipo Frankfurter, se utilizó la carne de pollo con un pH entre 5,8 – 6,0. Esto es aceptable ya que según la Norma Técnica Peruana 201.054 (2009), el pH de la carne de pollo debe ser entre 5,8 a 6,4; por lo que se cumple con dicha condición.

4.3. Color instrumental de la salchicha tipo Frankfurter

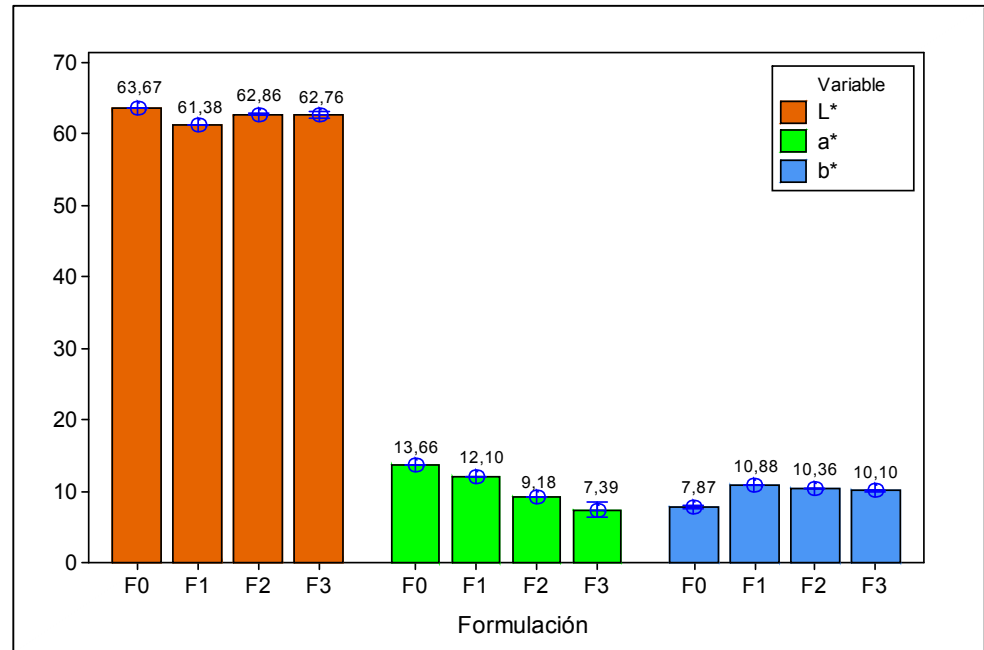
En la Figura 5, se observa un ligero decrecimiento en la luminosidad, a medida que se aumenta la proporción de harina de quinua y carragenina. Hernández y Güemes (2010), evaluaron los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) en salchichas cocidas con el efecto de la adición de harina de cáscara de naranja, observaron un decrecimiento en el valor de L^* al adicionar la harina de cáscara de naranja, los valores oscilaron de 78,81 a 75,03. La disminución de L^* se debió al contenido de fibra dietética que posee la harina de quinua, el cual absorbe agua y moléculas de aceite de la grasa, componentes que generan la luminosidad al producto. Esto indicó un ligero oscurecimiento de la salchicha. Los datos se muestran en el Anexo 3.

Para el caso de a^* (Figura 5), se observa una tendencia decreciente de 13,66 a 7,39 al incrementar la proporción de las formulaciones de harina de quinua y carragenina. Resultados similares fueron reportados por Albarracín y Otros (2010), quienes utilizaron como extensor harina de frijol común en proporciones de 3%, 6% y 9% en los parámetros de color instrumental de la salchicha tipo Frankfurt; observaron que los parámetros de a^* disminuyeron. Por la adición de harina de quinua se reduce la proteína mioglobina, responsable del color rojo característico de la carne, afectando la tonalidad a^* .

En cuanto a los valores de cromaticidad b^* , se observa en la Figura 5, que obtuvieron un aumento de 7,87 a 10,10 al aumentar las proporciones de harina de quinua y carragenina en las salchichas tipo Frankfurter.

Albarracín y otros (2010), elaboraron salchichas tipo Frankfurt utilizando como extensor harina de frijol común, y observaron un aumento en los valores de cromaticidad de b^* a medida que se aumentaba el grado de inclusión de harina de frijol.

Hernández y Güemes (2010), elaboraron salchicha tipo Frankfurt utilizando harina de cáscara de naranja, y también obtuvieron un ligero aumento de 56,98 a 57,99 en los valores de cromaticidad b^* .



F₀: Harina de quinua al 0% y carragenina al 0%
 F₁: Harina de quinua al 2% y carragenina al 1%
 F₂: Harina de quinua al 4% y carragenina al 1,25%
 F₃: Harina de quinua al 6% y carragenina al 1,5%

Figura 5. Valores de parámetros de color L*, a* y b* en salchichas de pollo tipo Frankfurter

En los tratamientos F₁, F₂ y F₃ no hay mucha diferencia en el color comparando con el tratamiento F₀ (muestra control). El mejor tratamiento fue F₁, ya que los valores se acerca más al tratamiento F₀, en cambio F₂ y F₃ en los valores de cromaticidad a* son realmente menores que el tratamiento F₀.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de L*, a* y b* en las salchichas de pollo tipo Frankfurter con la formulación de harina de quinua y carragenina, el cual mostró datos homogéneos ($p > 0,05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene modificada para los valores de L*, a* y b* de la salchicha de pollo tipo Frankfurter

Variable Respuesta	F	p
L*	2,780	0,110
a*	1,370	0,320
b*	0,780	0,537

En el Cuadro 9, el análisis de varianza muestra que las formulaciones de harina de quinua y carragenina, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), sobre los valores de color L*, a* y b* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para los valores de L*, a* y b* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L*	Formulación	8,231	3	2,744	219,500	0,000
	Error	0,100	8	0,013		
	Total	8,331	11			
a*	Formulación	71,891	3	23,964	480,071	0,000
	Error	0,399	8	0,050		
	Total	72,290	11			
b*	Formulación	15,879	3	5,293	1587,870	0,000
	Error	0,027	8	0,003		
	Total	15,905	11			

Resultados similares fueron reportados por Albarracín y otros (2010), quienes evaluaron los parámetros de color (L*, a* y b*) en salchichas tipo Frankfurt utilizando como extensor harina de frijol común en proporciones de 3%, 6% y 9%. En el parámetro

a* tuvo diferencias significativas ($p < 0,01$), en el parámetro b* se reveló diferencias significativas ($p < 0,05$), caso contrario ocurrió para L* que no se encontró diferencias significativas a un nivel de significancia del 5%.

Hernández y Güemes (2010) encontraron diferencias significativas a un nivel de confianza del 99% en los valores de color instrumental (L*, a* y b*) en salchichas cocidas, donde incorporaron fibra de cáscara de naranja al 0,00 y 0,25%.

En los Cuadros 10, 11 y 12 se presentan las Pruebas de Duncan aplicadas a los valores de L*, a* y b* en salchichas de pollo tipo Frankfurter elaboradas con la formulación de harina de quinua y carragenina. A partir de esta prueba se afirma que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos.

En el Cuadro 10, se aprecia el subgrupo 2, donde se tuvo a las salchichas F₂ con la proporción de harina de quinua y carragenina (4,0:1,25%) con valor L* de 62,86, y a la formulación F₃ con la proporción de harina de quinua y carragenina (6,0:1,5%) con valor de luminosidad de 62,76, por lo que entre estos 2 tratamientos no existe diferencias ya que estadísticamente fueron iguales por la formación del subgrupo, si se presentaron diferencias significativas con las formulaciones F₁ (subgrupo 1) y F₀ (subgrupo 2). El mejor valor de la luminosidad L* fue para la formulación F₂ (62,86) comparando con la formulación F₀ (63,69).

Cuadro 10. Prueba de Duncan para los valores de L* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina

Formulaciones	Subgrupo		
	1	2	3
F ₁	61,38	62,76	63,69
F ₃		62,86	
F ₂			
F ₀			

F₀: Harina de quinua al 0% y carragenina al 0%
 F₁: Harina de quinua al 2% y carragenina al 1%
 F₂: Harina de quinua al 4% y carragenina al 1,25%
 F₃: Harina de quinua al 6% y carragenina al 1,5%

En el Cuadro 11, se aprecian cuatro subgrupos, la cual en el subgrupo 1 se tuvo a las salchicha con formulación F₃ (6:1,5%) con valor a* 7,39; en el subgrupo 2 se obtuvo el producto con formulación F₂ (4:1,25%) con valor a* 9,18; en el subgrupo 3 se obtuvo la salchicha con formulación F₁ (2:1%) con valor a* 12,10; lo cual en el subgrupo 4 se tuvo la salchicha (muestra control) con la formulación F₀ (0:0%) con valor de cromaticidad a* 13,66. De acuerdo a la formación de estos subgrupos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes. Se puede apreciar que el mejor tratamiento de cromaticidad a* comparada con el tratamiento F₀ con 13,66 fue el tratamiento F₁ con 12,10.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para los valores de a^* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina

Formulaciones	Subgrupo			
	1	2	3	4
F ₃	7,39	9,18	12,10	13,66
F ₂				
F ₁				
F ₀				

<p>F₀: Harina de quinua al 0% y carragenina al 0%</p> <p>F₁: Harina de quinua al 2% y carragenina al 1%</p> <p>F₂: Harina de quinua al 4% y carragenina al 1,25%</p> <p>F₃: Harina de quinua al 6% y carragenina al 1,5%</p>
--

En el Cuadro 12, se puede apreciar que al igual que la prueba de Duncan para los valores de a^* , existen cuatro subgrupos para los valores de cromaticidad b^* ; a diferencia que en el subgrupo 1 se tuvo a las salchichas con la formulación F₀ con valor de cromaticidad b^* 7,87; en el subgrupo 2 se tuvo a las salchichas con formulación F₃ con valor b^* 10,10; en el subgrupo 3 se obtuvo con formulación F₂ con valor b^* 10,36; y finalmente en el subgrupo 4 se tuvo a las salchichas con la formulación F₁ con valor b^* 10,88. De acuerdo a la formación de estos subgrupos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes. De todos lo manifestado el mejor tratamiento de cromaticidad b^* comparada con el tratamiento F₀ con 7,87 fue el tratamiento F₃ con 10,10.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para los valores de b* en la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina

Formulaciones	Subgrupo			
	1	2	3	4
F ₀	7,87			
F ₃		10,10		
F ₂			10,36	
F ₁				10,88

F₀: Harina de quinua al 0% y carragenina al 0%
 F₁: Harina de quinua al 2% y carragenina al 1%
 F₂: Harina de quinua al 4% y carragenina al 1,25%
 F₃: Harina de quinua al 6% y carragenina al 1,5%

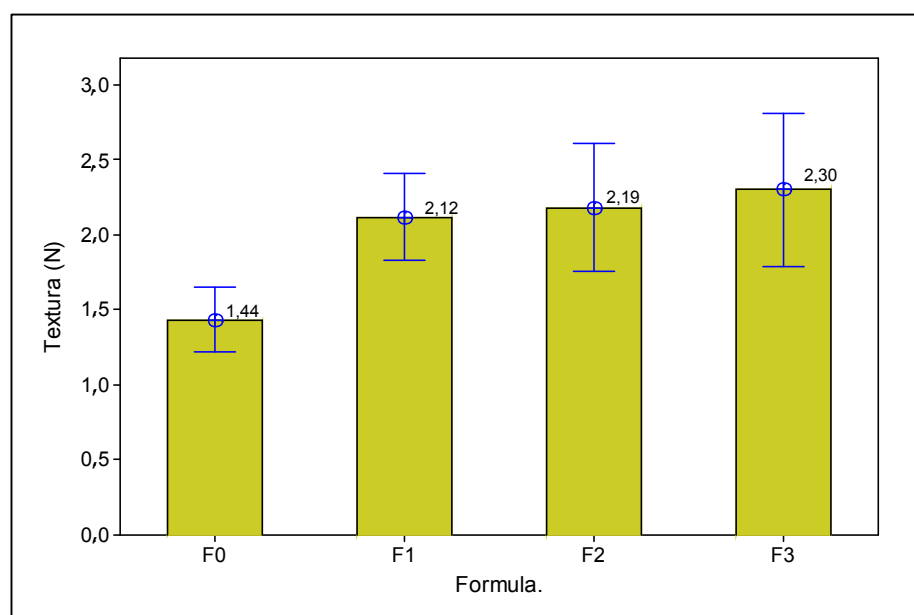
4.4. Textura instrumental de la salchicha tipo Frankfurter

La Figura 6 muestra que la textura incrementó de 1,44 a 2,30 N, al aumentar el contenido de harina de quinua y carragenina en la salchicha de pollo tipo Frankfurter. El aumento de firmeza es debido a la carragenina por su capacidad de retención de agua ya que valores mayores de retención de agua están relacionados una mayor dureza y gomosidad, pero con una estructura interna menos cohesiva. Los datos se muestran en el Anexo 2.

Resultados similares fueron reportados por Albarracín y otros (2010), quienes elaboraron salchichas tipo Frankfurt utilizando como extensor harina de frijol común, mostraron en su estudio que la dureza de la salchicha aumentó al aumentar el contenido de harina de frijol común.

Por otro lado en estudios realizados por Hernández y Güemes (2010), elaboraron salchichas con harina de cáscara de naranja, reportaron que la dureza fue mayor para la muestra con harina de cascara de naranja que para la muestra control.

Además Flores y otros (2000), quienes elaboraron salchichas tipo Viena con adición de fibra de avena y trigo, encontrando que conforme aumenta la concentración de fibra dietética en la salchicha, aumenta los valores de textura significativamente.



F₀: Harina de quinua al 0% y carragenina al 0%
F₁: Harina de quinua al 2% y carragenina al 1%
F₂: Harina de quinua al 4% y carragenina al 1,25%
F₃: Harina de quinua al 6% y carragenina al 1,5%

Figura 6. Valores de textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter con adición de harina de quinua y carragenina.

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de textura instrumental, se observó que existe homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), por lo que se procedió al análisis de varianza.

Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para la textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Estadístico de Levene	p
0,42	0,774

En el Cuadro 14, se muestra el análisis de varianza para los valores de textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Cuadro 14. Análisis de varianza para los valores de textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Textura (N)	Formulación	1,365	3	0,455	19,237	0,001
	Error	0,189	8	0,024		
	Total	1,554	11			

Se observó que las proporciones en la formulación de harina de quinua y carragenina, mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$), sobre la textura instrumental. Resultados similares por Albarracín y otros (2010), encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre el control y la formulación (3, 6 y 9%) de harina de frijol común en salchichas tipo Frankfurt. Hernández y Güemes

(2010), elaboraron salchichas con harina de cáscara de naranja, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a la dureza, ya que ésta fue significativamente mayor al incorporar la harina de cáscara de naranja.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la textura instrumental de la salchicha de pollo tipo Frankfurter, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos por la formación de subgrupos, en donde se aprecia el subgrupo 2 con 3 formulaciones de harina de quinua y carragenina; se puede observar que la formulación F_3 con la proporción de harina de quinua y carragenina (6:1,25%) posee el mayor valor de textura de 2,30 N.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la textura instrumental, de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Formulaciones	Subgrupo	
	1	2
F_0	1,44	
F_1		2,12
F_2		2,19
F_3		2,30

Flores y otros (2000), determinaron los valores de textura en salchichas tipo Frankfurt utilizando diferentes proporciones (0,5; 1 y 1,5%) de fibra de avena y trigo; la avena afectó significativamente los valores de textura de las salchichas al aumentar su proporción, en cambio el trigo afectó significativamente a una proporción de 1%; por lo que aumentó la textura, siendo más duras que la muestra control.

4.5. Textura sensorial de la salchicha tipo Frankfurter

En el Cuadro 16, la prueba de Friedman determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0,05$), es decir, al aumentar la proporción de harina de quinua y carragenina de 0:0 a 6:1,5%, se vio afectada la textura sensorial, siendo el de mayor rango promedio (3,48) el de la formulación F_3 (6:1,5%). Además se observa que la formulación F_1 tiene un rango promedio que se acerca a la formulación F_0 , y de acuerdo con la aceptabilidad general fue mejor la formulación F_1 . Los datos se muestran en el Anexo 4.

Cuadro 16. Prueba de Friedman para la textura sensorial, en la salchicha de pollo tipo Frankfurter

Formulación	Rango promedio	Moda
F_0	2,12	4
F_1	2,17	6
F_2	2,23	6
F_3	3,48	7
Chi-cuadrado	26,411	
p	0,000	

Resultados reportados por Hernández y Güemes (2010), quienes elaboraron salchichas con harina de cascara de naranja, mostraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la textura sensorial.

Además otros autores reportan resultados similares con harinas vegetales como Albarracín y otros (2010), que elaboraron salchichas tipo Frankfurt utilizando como extensor harina de frijol común, por lo que obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$)

en la proporción del 9% con la muestra control; en cuanto a Marroquín (2011), elaboró salchichas tipo Frankfurt utilizando carne de pato y pollo con almidón de papa, el cual obtuvo diferencias significativas ($P < 0,05$) en los tratamientos.

En el Cuadro 17, la prueba de Wilcoxon demostró que la formulación F_1 por la proporción de harina de quinua y carragenina (2:1%), no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con la muestra control, a comparación de la formulación F_3 que contiene mayor proporción de harina de quinua y carragenina (6:1,5%) si existe diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 17. Prueba de Wilcoxon para la textural sensorial, en la salchicha de pollo tipo Frankfurter

Formulación		Z	p
F_0	F_1	-0,751	0,453
	F_2	-0,949	0,343
	F_3	-3,928	0,000
F_1	F_2	-0,404	0,686
	F_3	-4,175	0,000
F_2	F_3	-3,661	0,000

Pacheco y otros (2011) mencionaron que los reemplazantes de grasa a base de carbohidratos logran limitar la grasa de manera tal que permiten alcanzar una humedad similar a la de los productos altos en grasa, debido a la adición de agua en una matriz de gel. Además señala que especialmente los hidrocoloides como la carragenina, que es uno de los sustitutos mas provisorios, ya que estos suelen formar estructuras más

homogéneas cuya forma y tamaño son parecidas a las gotas de grasa de los productos grasos;

es por esto que la carragenina aumenta la capacidad de retención de agua y conduce a salchichas duras, cohesivas y menos elásticas, y sin cambios significativos en el sabor.

A medida que se aumenta la proporción de harina de quinua y carragenina, la textura de las salchichas aumentaba su firmeza, los jueces calificaron la formulación F_1 y F_2 como ligeramente firme y en la formulación F_3 como extremadamente firme, ya que tenía mayor proporción de carragenina.

4.6. Aceptabilidad general de la salchicha tipo Frankfurter

En el Cuadro 18, se presenta los resultados de la aplicación de la prueba de Friedman, reportando que existió diferencias significativas ($p < 0,05$), es decir, al aumentar la proporción de harina de quinua y de carragenina de 0:0 a 6:1,25% se vió afectada la aceptabilidad general, siendo el mayor rango promedio (2,95) el de tratamiento control (0:0%), sin embargo se eligió como mejor tratamiento la formulación F_1 por la proporción de harina de quinua y carragenina (2:1%) con rango promedio (2,70), analizadas a un nivel de significancia del 5%. Las calificaciones de los panelistas se muestran en el Anexo 5.

Cuadro 18. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general, en la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Formulación	Rango promedio	Moda
F₀	2,95	7
F₁	2,70	7
F₂	2,18	7
F₃	2,17	7
Chi-cuadrado	9,463	
p	0,024	

Flores y otros (2000) evaluaron la aceptabilidad general de la salchicha Viena adicionada con diferentes proporciones de fibra de avena y de trigo, en proporciones: 0,5; 1,0 y 1,5%. Éste autor utilizó una escala hedónica de 5 puntos aplicada a 35 panelistas, no obtuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo que la adición de fibra a las salchichas no afecta sus características en el nivel de agrado. Sin embargo, los tratamientos que tuvieron mejor aceptación fueron aquellos que contienen 0,5% de fibra de trigo, por lo que a menor proporción de fibra de trigo, mayor aceptación en la salchicha.

Albarracín y otros (2010) evaluaron el análisis sensorial de la salchicha tipo Frankfurt utilizando como extensor harina de frijol común en proporciones de 3, 6 y 9%. Estos autores utilizaron una escala hedónica de 9 puntos aplicada a 210 panelistas, por lo que observaron diferencias significativas ($p < 0,05$). La prueba control obtuvo la mejor aceptación, sin embargo, el promedio de calificaciones estuvo por encima de 6, lo que significa que, aunque las diferentes formulaciones no alcanzaron la misma

aceptación que la muestra control, tampoco fueron rechazadas por los consumidores.

Marroquín (2011), quien trabajó con salchichas tipo Frankfurt utilizando carne de pato y pollo con almidón de papa, no muestran desagrado en ninguna proporción, además Hernández y Güemes (2010), elaboraron salchichas con harina de cáscara de naranja reportaron resultados similares, esto es debido a que compuestos como antioxidantes y β -carotenos que poseen las frutas y verduras mejoran las características sensoriales.

En el Cuadro 19, la prueba de Wilcoxon demostró que la formulación F_1 con proporción de harina de quinua y carragenina (2:1%), no presentó diferencias significativas con la formulación F_0 , por lo que la formulación F_1 es el valor con la mejor aceptabilidad general en la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Cuadro 19. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general, de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Formulación		Z	p
F_0	F_1	-1,460	0,144
	F_2	-2,051	0,040
	F_3	-1,812	0,070
F_1	F_2	-1,409	0,159
	F_3	-1,347	0,178
F_2	F_3	-0,419	0,675

Rivera (2012) menciona que la reducción del contenido de grasa condiciona de manera fundamental las características sensoriales del producto, ya que al variar en contenido en grasa puede alterarse la generación de algunos compuestos capaces de contribuir al gusto típico de los productos cárnicos. Por otro lado los reemplazantes de grasa a base de carbohidratos y proteínas logran mantener algunas características funcionales y organolépticas en el producto final. Además nos menciona que las proteínas reemplazantes de grasa como la soya y la quinua ayudan a reducir algunas sensaciones indeseables en cuanto al sabor de los productos libres de grasa, mejoran la sensación bucal y redondean el sabor.

Se puede observar en el cuadro de Friedman, en la moda estadística que la calificación que se mostró fue el puntaje 7, que de acuerdo a la escala hedónica es “Me gusta moderadamente”, y en el cuadro de Wilcoxon se observa que no hubo diferencias significativas en la aceptación de las salchichas; por lo que se puede afirmar que fueron agradables para los consumidores tanto en la muestra control como en la adición de las diferentes proporciones de harina de quinua y carragenina.

V. CONCLUSIONES

La harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y la carragenina lambda afectaron la textura, color y aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter.

Las formulaciones de salchicha de pollo tipo Frankfurter conteniendo proporción de grasa: harina de quinua: carragenina lambda de 20:0:0; 17:2:1; 14,75:4:1,25 y 12,5:6:1,5%, aumentaron los valores de textura instrumental de 1,44 a 2,30 N volviendo a la salchicha más firme.

Las formulaciones de salchicha de pollo tipo Frankfurter conteniendo proporción de grasa: harina de quinua: carragenina siguientes: 20:0:0; 17:2:1; 14,75:4:1,25 y 12,5:6:1,5%. disminuyó los parámetros del color L* de 78,81 a 75,03 y el valor a* de 13,66 a 7,39; aumentando los valores de b* de 7,87 a 10,10.

Las pruebas de Friedman y Wilcoxon en la textura sensorial y aceptabilidad general de la salchicha mostraron diferencias significativas, los panelistas indicaron que la mejor escala de firmeza y aceptabilidad general la obtuvo la formulación F₁ con una proporción de grasa: harina de quinua: carragenina de 17:2,0:1,0%.

Se determinó que la proporción F₁ con proporción de grasa: harina de quinua: carragenina de 17:2,0:1,0%, generó mejor efecto sobre la textura, color y aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo Frankfurter, ya que a esta proporción la textura instrumental y sensorial aumentan, los parámetros del color mantienen sus niveles cercanos al tratamiento control, y tiene una buena aceptación ante los panelistas.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere la utilización de harina de quinua y carragenina lambda en salchichas en la industria cárnica, por sus características nutricionales y antimicrobianas, que pueden aportar al producto un aumento en su calidad.

Realizar otros estudios para el uso de nuevas tecnologías, en la producción de harinas de granos nativos y su aplicación en la industria alimentaria, para mejorar la calidad del producto y tener más oportunidades comerciales en el mercado para el beneficio del consumidor final.

Realizar estudios en productos cárnicos, utilizando diferentes fibras de frutas o vegetales mezclando con diferentes hidrocoloides, investigando su influencia sobre sus características funcionales y fisicoquímicas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Albarracín, W., Acosta, L. y Sánchez, I. (2010). Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*). Revista de la Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, 17(3):264-276.

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

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

Barros, C. (2008). Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso. Editorial Visión Libros. Madrid, España.

Echeverri, L., Rincón, S., López, H. y Restrepo, D. (2004). Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa - Productos de picado grueso. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 57(1):3-11.

FAO. (2010). Bioenergía y seguridad alimentaria “BEFS”. El análisis de las BEFS para el Perú. Disponible en la siguiente página web:

<http://www.fao.org/docrep/013/i1712s/i1712s.pdf>. Revisado el 08/03/2010

FAO. (2013). Año internacional de la quinua (AIQ). Santiago de Chile. Disponible en la siguiente página web: <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/aiq-2013/>. Revisado el 20/02/2013

Flores, E., Burciaga, A., Soriano, T., Alonso, N. y Ramírez, B. (2000). Uso de fibra de avena y trigo en salchicha tipo Viena evaluando nivel de agrado y Perfil de Textura. Universidad Juárez del Estado de Durango, México.

Guerrero, L. (2007). Tecnología de las carnes: elaboración y preservación de Productos Cárnicos .Editorial Trillas: páginas 15, 39, 51. México.

Hernández, S. y Güemes, N. (2010). Efecto de la adición de harina de cáscara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. Laboratorio de alimentos, Tecnológico de estudios superiores de Ecatepec, 4(1):23–36.

INIA (2010). Cultivos Andinos. Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Disponible en la siguiente página web:

<http://www.inia.gob.pe/cultivosandinos/zonas.htm>. Revisado el 08/03/2010

Lorenzini, R. (2005). Diagnóstico ambiental en la elaboración de productos cárnicos y obtención de una propuesta de acuerdo de producción limpia. Consejo Nacional de Producción Limpia, Chile.

Marroquín, C. (2011). Elaboración de salchicha tipo Frankfurter utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (Broiler) con almidón de

papa (*Solanum tuberosum*). Proyecto Tesis en Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

MINAG. (2011). Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

Disponible pagina web:

<http://www.minag.gob.pe/boletines/estadística-agraria-mensual.html>. Revisado el 08/04/2011

Montgomery D. (2004). Diseño y análisis de experimentos. 2da Edición. Editorial Limusa S.A. Mexico.

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

Moreiras, O.; Carbajal, A.; Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2010). Tablas de Composición de Alimentos. 14° Edición. Editorial Pirámides.

Moreno, B. (2006). Higiene e inspección de carnes. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España

Norma Técnica Peruana NTP 201.054. (2009). Carne y productos cárnicos. Aves para consumo. Definiciones y requisitos de las carcasas y nomenclatura de cortes.

Pacheco, W., Restrepo, D. y Sepúlveda, J. (2011). Uso de ingredientes no cárnicos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia*, 64(2):6257-6264.

Pérez-Arévalo, M., Morón-Fuenmayor, O., Gallardo, N., Vila, V., ArzalluzFischer, A. Pietrosevoli, S. (2009). Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. *Revista Científica, Universidad del Zulia*, 19(2):134–138.

Pietrasik, Z y Janz, J. (2009). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Processing Development Centre, Alberta Agriculture and Rural Development, Leduc, AB, Canada T9E 7C5. Food Research International*, 43(2):602–608.

Piñero M., Ferrer M., Moreno L., Leidenz N., Parra K. y Araujo S. (2005). Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. *Revista científica de la Universidad de Zulia*, 15(3):279-285.

Porto S. (2004). *Agargel – Carragenina*. Sao Paulo. Brasil.

Disponible en página web:

<http://www.agargel.com.br/carragenina.html>.

Revisado el 08/03/2010

Ramos, D., Prieto B., Salvá, B., Olaya, S., Fernández, D., Caro, I., Romero, M. y González, E. (2009). *Manual de elaboración de preparados cárnicos en el Departamento de Tumbes*. Editorial Celarayn. Tumbes, Perú.

Rivera, I. (2012). Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. Nacameh. Publicación arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne. Laboratorio de alimentos. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, México.

Rodríguez, C. (2005). Preparación de masas y piezas cárnicas. Técnicas, procesos, útiles y herramientas. Ideas Propias Editorial Vigo, España.

Rodríguez, R.V.M. y Simón, M.E. (2008). Bases de la alimentación humana. Editorial NetBiblo, España.

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

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

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

Téllez, J. (1992). Tecnología e industrias cárnicas. Artes Gráficas Espino, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros de color y textura instrumental

Formulación	Estadística descriptiva	L*	a*	b*	Textura (N)
F0	Media	63,69	13,66	7,87	1,44
	Desv. Típ.	0,02	0,03	0,09	0,09
F1	Media	61,38	12,10	10,88	2,12
	Desv. Típ.	0,01	0,02	0,02	0,12
F2	Media	62,86	9,18	10,36	2,19
	Desv. Típ.	0,06	0,03	0,02	0,18
F3	Media	62,76	7,39	10,10	2,30
	Desv. Típ.	0,22	0,45	0,07	0,21

Anexo 2. Valores de textura instrumental en la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

Tratamiento	Repeticiones (N)					Promedio (N)
	1	2	3	4	5	
F0	1,37	1,41	1,54	1,46	1,42	1,44
F1	2,08	2,21	2,12	2,08	2,12	2,12
F2	2,35	2,21	2,00	2,17	2,24	2,19
F3	2,51	2,34	2,15	2,22	2,26	2,30

Donde N = Newton

**Anexo 3. Valores de L*, a* y b* en la salchicha de pollo tipo
Frankfurter con harina de quinua y carragenina.**

Tratamiento	Repetición								
	1ra			2da			3ra		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
F0	63,69	13,66	7,84	63,67	13,64	7,80	63,70	13,69	7,97
F1	61,38	12,12	10,86	61,37	12,09	10,90	61,39	12,10	10,88
F2	62,88	9,19	10,38	62,80	9,15	10,34	62,91	9,20	10,36
F3	62,78	7,90	10,12	62,54	7,08	10,02	62,97	7,19	10,15

Anexo 4. Textura sensorial de la salchicha de pollo tipo Frankfurter con harina de quinua y carragenina.

JUECES	FORMULACIONES			
	F0	F1	F2	F3
1	3	2	5	3
2	4	3	2	3
3	2	3	2	2
4	2	2	5	4
5	4	2	4	4
6	6	4	3	5
7	2	4	1	6
8	7	6	2	6
9	4	5	3	6
10	4	4	4	6
11	5	3	3	6
12	3	2	5	6
13	6	5	5	6
14	5	6	6	6
15	4	6	7	6
16	2	6	1	7
17	5	6	4	7
18	7	6	4	7
19	6	7	5	7
20	4	2	5	7
21	6	5	5	7
22	7	7	6	7
23	2	3	6	7
24	2	3	6	7
25	3	4	6	7
26	4	5	6	7
27	2	5	6	7
28	5	6	6	7
29	4	6	7	7
30	6	6	7	7
Promedio	4	4	5	6

**Anexo 5. Aceptabilidad general de la salchicha de pollo tipo
Frankfurter con harina de quinua y carragenina.**

JUEZ	FORMULACIONES			
	F0	F1	F2	F3
1	2	3	5	4
2	6	6	5	7
3	7	6	5	7
4	7	8	7	7
5	8	8	7	7
6	8	8	7	7
7	6	5	7	7
8	7	8	7	6
9	7	7	6	6
10	6	6	6	6
11	7	7	5	6
12	7	8	5	6
13	7	6	5	6
14	6	7	8	7
15	8	7	7	5
16	7	6	7	5
17	6	6	7	5
18	8	7	6	5
19	7	8	6	5
20	7	6	5	5
21	6	4	7	8
22	7	7	7	8
23	7	6	6	8
24	6	7	8	9
25	7	6	7	9
26	3	2	2	1
27	7	7	6	4
28	8	7	6	4
29	5	5	4	4
30	8	7	4	3
Promedio	7	6	6	6

Anexo 6. Vistas fotográficas del procedimiento para la elaboración de la salchicha de pollo tipo Frankfurter



Figura A. Recepción de ingredientes



Figura B. Deshuesado y Cortado de la carne de pollo



Figura C. Preparación del curado



Figura D. Mezclado de ingredientes



Figura E. Emulsificación de la masa



Figura F. Embutido de la emulsión cárnica



Figura G. Escaldado de las salchichas tipo Frankfurter



Figura H. Salchicha de pollo tipo frankfurter con harina de quinua y carragenina

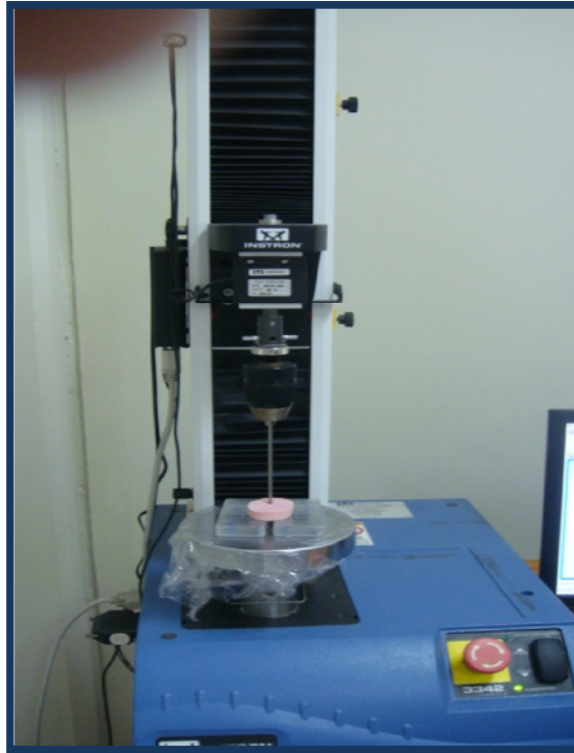


Figura I. Análisis de textura instrumental de la salchicha tipo Frankfurter



Figura J. Análisis de color instrumental de la salchicha tipo Frankfurter