



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO TIPO FRANKFURT
MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES
CON HARINA DE FRIJOL BLANCO (*Phaseolus vulgaris L.*)**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para
la obtención del título de
INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

AUTOR
GONZABAY BARCENAS MARIA ELENA

TUTOR
ING. DANIEL BORBOR SUAREZ, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. **DANIEL BORBOR**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO TIPO FRANKFURT MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES CON HARINA DE FRIJOL BLANCO (*Phaseolus vulgaris L.*)**, realizado por la estudiante **GONZABAY BARCENAS MARIA ELENA**; con cédula de identidad N° **0950082677** de la carrera de **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROÍNDUSTRIAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Daniel Borbor

Guayaquil, 23 de Abril de 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO TIPO FRANKFURT MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES CON HARINA DE FRIJOL BLANCO (*Phaseolus vulgaris L.*)**, realizado por la estudiante **GONZABAY BARCENAS MARIA ELENA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Nadia Cadena Iturralde, M.Sc.
PRESIDENTE

Dra. Tamara Borodulina, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Daniel Bobor Suarez, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 16 de Marzo de 2021

Dedicatoria

Le doy gracias primero a Dios, por haberme dado fuerzas para salir adelante, por hacer en mí una persona perseverante que a pesar de las dificultades que se me presentan en el caminar nunca me doy por vencida.

Este proyecto de tesis se lo dedico a mis abuelos, Luis Barcenás y Rosario Vargas, por haberme forjado ser la persona que soy en la actualidad y por el apoyo que recibí de ellos, siempre estaré agradecida por todos los momentos buenos que marcaron en mi vida.

A mi amada hija Doménica por ser mi fuente de motivación para poder superarme cada día más.

A mis padres, Jacinto Gonzabay y María Barcenás que quienes con sus palabras de motivación no me dejaban caer para que siguiera adelante y por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, que me permitió realizar este proyecto de titulación y a pesar de las dificultades que se me presentaron me dio fuerzas para poder culminarlo.

A mis padres, familia, personas que estuvieron conmigo en estos 5 años siempre estaré agradecida por todo el apoyo.

Agradezco a mi tutor, Daniel Borbor Suarez por ser mi guía en el presente proyecto de titulación y a todos los docentes de la Universidad Agraria del Ecuador por su buena enseñanza.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **GONZABAY BARCENAS MARIA ELENA**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO TIPO FRANKFURT MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES CON HARINA DE FRIJOL BLANCO (*Phaseolus vulgaris L.*)”** para optar el título de Ingeniera Agrícola Mención Agroindustrial, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 16 de Marzo de 2021

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual.....	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 Justificación de la investigación	19
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general	20
1.6 Objetivos específicos.....	20
1.7 Hipótesis	20
2. Marco teórico.....	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Origen del frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	22

2.2.1.1. Generalidades	23
2.2.1.2. Descripción botánica.....	24
2.2.1.3. Variedades.....	24
2.2.1.4. Cosecha	25
2.2.1.5. Manejo postcosecha.....	26
2.2.1.7. Fumigación de la semilla.....	27
2.2.1.8. Uso	27
2.2.1.9. Usos culinarios	27
2.2.1.10. Factores que causan el deterioro del frijol	28
2.2.1.11. Control de enfermedades	28
2.2.1.12. Control de hongos	29
2.2.2. Contenido nutricional del frijol	29
2.2.3 Valor nutricional.....	31
2.2.4 Extensores cárnicos	32
2.2.4.1. Funcionalidad de los extensores.....	33
2.2.5 Harina de frijol.....	33
2.2.5.1. Harina de frijol como extensor cárnico.....	34
2.2.5.2. Incidencia del uso de los extensores cárnicos	34
2.2.5.3. Dosificación del uso de extensores cárnicos.....	35
2.2.6 Reología de las masas.....	35
2.2.7 Embutidos.....	36
2.2.8 Salchicha Frankfurt.....	37
2.3 Marco legal.....	38
3. Materiales y métodos	39
3.1 Enfoque de la investigación	39

3.1.1 Tipo de investigación.....	39
3.1.2 Diseño de investigación	39
3.2 Metodología	40
3.2.1 Variables	40
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	40
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	40
3.2.2 Tratamientos.....	40
3.2.3 Diseño experimental	41
3.2.4 Recolección de datos	41
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	41
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	43
3.2.4.3. <i>Análisis físico-químicos</i>	47
3.2.5 Análisis estadístico.....	49
4. Resultados.....	50
4.1 Obtención de la harina de frijol blanco (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) mediante proceso de secado.....	50
4.2 Evaluación análisis físico química de la harina de frijol blanco	50
4.3 Desarrollo de tres formulaciones de un embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco	51
4.3.1 Evaluación sensorial de los tratamientos de embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco	52
4.3.1.1. <i>Evaluación del sabor de los tratamientos</i>	53
4.3.1.2. <i>Evaluación del color de los tratamientos</i>	54
4.3.1.3. <i>Evaluación del olor de los tratamientos</i>	55
4.3.1.4. <i>Evaluación de la textura de los tratamientos</i>	56

4.3.1.5 Resumen de las medias.....	57
4.3.2 Evaluación de la textura por medio de análisis reológico en el tratamiento de mayor aceptación sensorial	58
4.3.2.1. Resultados del módulo elástico y viscoso del tratamiento en estudio	59
5. Discusión	61
6. Conclusiones.....	65
7. Recomendaciones.....	66
8. Bibliografía.....	67
9. Anexos	77
9.1 Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial.....	77
9.2 Anexo 2. Datos de la evaluación sensorial	78
9.3 Anexo 3. Resultado del análisis de varianza	81
9.4 Anexo 4. Resultados de los análisis de laboratorio.....	83
9.5 Anexo 5. Resultado del análisis de la capacidad de retención de agua de la harina de frijol.....	85
9.6 Anexo 6. Resultados de las pruebas reológicas aplicadas al tratamiento de mayor aceptación.....	86
9.7 Anexo 7. Registros fotográficos de la práctica experimental	90

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del frijol.....	24
Tabla 2. Perfil de aminoácidos del frijol blanco crudo y tostado.	30
Tabla 3. Formulación para la elaboración del embutido tipo Frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco	40
Tabla 4. Esquema de varianza sensorial (DBCA)	49
Tabla 5. Resultados de análisis fisico-químicos	51
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza del sabor.....	53
Tabla 7. Resultados del análisis de varianza del color	54
Tabla 8. Resultados del análisis de varianza del sabor.....	55
Tabla 9. Resultados del análisis de varianza del color.....	56
Tabla 10. Resumen de medias estadísticas.....	57
Tabla 11. Resultados del módulo viscoso y módulo elástico del tratamiento en estudio.....	59
Tabla 13. Evaluación sensorial del tratamiento 1	78
Tabla 14. Evaluación sensorial del tratamiento 2	79
Tabla 15. Evaluación sensorial del tratamiento 3	80

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo obtención de harina de frijol blanco.....	43
Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración del embutido tipo Frankfurt	45
Figura 3. Resultados de la evaluación del sabor según el panel sensorial	53
Figura 4. Resultados de la evaluación del color según el panel sensorial	54
Figura 5. Resultados de la evaluación del olor según el panel sensorial	55
Figura 6. Resultados de la evaluación de la textura según el panel sensorial	56
Figura 7. Resumen de las medias estadística.....	57
Figura 8. Escala hedónica de 6 niveles.....	77
Figura 9. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del sabor.....	81
Figura 10. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del color	81
Figura 11. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del olor.....	82
Figura 12. Resultados del análisis de varianza de la evaluación de la textura.....	82
Figura 13. Resultados de los análisis físico-químicos aplicados a la harina de frijol	84
Figura 14. Resultados del análisis de capacidad de retención de agua aplicado a la harina de frijol.....	85
Figura 15. Resultados de las pruebas reológicas.....	89
Figura 16. Molienda del grano de frijol blanco.....	90
Figura 17. Obtención de harina de frijol blanco	90
Figura 18. Limpieza de la harina de frijol blanco	91
Figura 19. Tamizado de la harina de frijol blanco.....	91
Figura 20. Limpieza del área de trabajo para la elaboración del embutido	92
Figura 21. Pesado de los ingredientes	92
Figura 22. Pesado de los ingredientes (carne).....	93

Figura 23. Materiales de trabajo.....	93
Figura 24. Molienda de la carne	94
Figura 25. Pesado de la carne molida.....	94
Figura 26. Manejo del cutter.....	95
Figura 27. Mezclado de los ingredientes.....	95
Figura 28. Proceso de embutido	96
Figura 29. Cocción de los embutidos	96
Figura 30. Tratamientos elaborados.....	97
Figura 31. Evaluación sensorial de los tratamientos elaborados.....	97

Resumen

El desarrollo de la investigación se basó en elaborar un embutido tipo Frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*), donde se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y se elaboraron 3 tratamientos de embutidos utilizando 20 % de harina de frijol en el tratamiento 1, en el tratamiento 2 se usó el 15 % y en el tratamiento 3 se usó 10 % de la harina de frijol blanco. Previamente la harina de frijol fue evaluada en sus características físico químicas dando como resultado una actividad de agua de 0.547 Aw, una humedad de 9.47 % y la capacidad de retención de agua fue de 1.95 ml de agua/g. Adicionalmente se evaluaron los 3 tratamientos del embutido tipo Frankfurt con la participación de un panel sensorial que determinó que el tratamiento 2 registró los mayores niveles de aceptabilidad en color, sabor, olor y textura. Finalmente se analizó la textura del tratamiento de mayor aceptabilidad mediante pruebas de reología con la utilización de un reómetro de cojinete neumático para determinar la viscoelasticidad de la masa del embutido, dando como resultado un bajo nivel de viscosidad con deformaciones inferiores al 10 % del total de la masa en estudio cuando fueron aplicadas las fuerzas de corte y además la elasticidad no se vio afectada ante la frecuencia de ondas causadas por el equipo reómetro, concluyendo que el uso de harina de frijol blanco como extensor cárnico es una opción viable que favorece las propiedades viscoelásticas del embutido.

Palabras clave: Cerdo, extensores cárnicos, harina, res, viscosidad.

Abstract

The development of the research was based on preparing a Frankfurt-type sausage by partially substituting beef with white bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.), where a completely randomized block design (DBCA) was used and 3 treatments were elaborated of sausages using 20 % of bean flour in treatment 1, in treatment 2 15% was used and in treatment 3 10 % of white bean flour was used. Previously, the bean flour was sent in its physical chemical characteristics, resulting in a water activity of 0.547 A_w , a humidity of 9.47 % and the water retention capacity was 1.95 ml in addition, the 3 treatments of the Frankfurt-type sausage were evaluated with the participation of a sensory panel that determined that treatment 2 registered the highest levels of acceptability in color, taste, smell and texture. Finally, the texture of the treatment with greater acceptability was analyzed through rheology tests with the use of a pneumatic bearing rheometer to determine the viscoelasticity of the sausage mass, resulting in a low level of viscosity with deformations of less than 10 % of the total of the dough under study when the cutting forces were applied and also the elasticity was not affected by the frequency of waves caused by the rheometer equipment, concluding that the use of white bean flour as a meat extender is a viable option that favors the properties memory foam of the sausage.

Keywords: Pork, meat extenders, flour, beef, viscosity.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Torres, González, Acevedo, y Jaimes (2016), realizaron una investigación en donde utilizaron 5 % de harina de lenteja (*Lens culinaris*) como extensor cárnico en un embutido tipo salchicha. En este estudio compararon la fuerza de corte de la salchicha con datos obtenidos de una salchicha comercial, con un texturómetro marca Plus Stable Micro System con longitudes de 1,5 cm de espesor con una doble compresión uniaxial de 76 % a una velocidad de 2 mm/s, pudieron observar que la harina presentó características positivas en los parámetros de textura de las salchichas, similar a la textura de una salchicha comercial. La salchicha elaborada con harina de lenteja (*Lens culinaris*) presentó valores de $29,9 \pm 3,80$ N en comparación con la salchicha comercial la cual mostro una textura de $31,90 \pm 3,15$ N sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de salchichas.

García, Cabrera, Ballestas, y Campo (2019), en su estudio analizaron las propiedades funcionales de la harina de frijol variedad (*Phaseolus lunatus L.*) de la cual realizaron 3 procesos: cocción, escaldado y remojo donde analizaron la capacidad emulsionante y capacidad de absorción de agua. La metodología para deducir la capacidad de absorción de agua la realizaron mezclando 1 g de muestra con 10 ml de agua destilada, dejandola durante 30 minutos en reposo a temperatura ambiente, posteriormente colocaron la muestra en una centrífuga a 3000 rpm durante 30 minutos los resultados lo obtuvieron entre la masa inicial de la muestra y el peso de la muestra después de pasar por la centrífuga, la capacidad emulsionante la determinaron realizando una disolución de 1,4 g de muestra en 20 ml de agua destilada donde la homogenizaron en 5 ml de aceite de palma durante

60 segundos, las muestras se centrifugaron por 10 minutos a una velocidad de 2000 rpm, la realización de este estudio determinó que la capacidad emulsificante presentó diferencias significativas en el tratamiento de remojo con porcentaje de 43,8 % en comparación con los otros tratamientos, los granos que fueron escaldados y cocidos presentaron valores de 21 y 6,5 % de igual manera en la capacidad de absorción de agua el tratamiento de cocción presentó 3,3 g/g en comparación con los otros dos tratamientos que presentaron valores de 2,3 y 2,4 g/g, evidenciando de esta manera que existieron diferencias significativas en el tratamiento de cocción comparado con los otros dos tratamientos.

Cerón, Guerra, Legarda, Enriquez y Pismag (2016), la investigación tuvo como objetivo evaluar los cambios físico-químicos en dos variedades de harina de quinua (Tunkahuan y Blanca dulce Jericó) durante el proceso de extrusión. El proceso de extrusión de las dos harinas se realizó a una velocidad de tornillo de 150 rpm con un rango de humedad de 25 a 30 %, pudieron determinar que en esas condiciones mejoraron las propiedades funcionales, de absorción, solubilidad e hinchamiento de almidones de las harinas de quinua. De esta manera concluyeron que la harina extruida blanca dulce de Jericó se podría utilizar en la elaboración de productos precocidos donde se desee productos con una textura firme, dado que la absorción de agua después de la extrusión permite obtener dicha característica, y la harina de quinua variedad Tunkahuan, exhibe las propiedades organolépticas al consumidor especialmente en la característica de sabor.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Los embutidos son derivados cárnicos importantes en la alimentación por su contenido de proteínas y grasa siendo una fuente importante de energía. Los

embutidos se caracterizan por la emulsión de carne de res, cerdo o pollo y grasa de cerdo picada, condimentada con especias que pueden tener agregados de harinas o féculas o almidones (como ligantes), y embutidos en una tripa natural o artificial (Capuz y Pilamala, 2015).

Nuevas alternativas para la elaboración de productos cárnicos con sustancias ricas en carbohidratos y proteínas han sido desarrolladas, usando variedades de ingredientes no cárnicos con el objetivo de mejorar las características físicas, nutricionales y organolépticas del producto reduciendo los costos de producción (Zapata, Portillo y Vera, 2017).

En los países latinoamericanos, el frijol (*Phaseolus vulgaris L*) constituye un alimento común, siendo consumido en forma de grano integral. Esta leguminosa por su aporte proteico puede ser considerada en la industria cárnica como sustituto de la carne (García, Acevedo y Ruiz, 2013).

En el Ecuador la producción de frijol se encuentra en un 70-80 %, el área donde se lo cultiva es de aproximadamente 225 000 ha., donde el mayor porcentaje de 84% se lo destina para grano seco y el 16 % es destinado para consumo del grano tierno. Las provincias de mayor producción en Ecuador son: Azuay, Imbabura, Loja, Carchi, Chimborazo, Guayas y los Ríos, además por su alto valor nutritivo tiene gran posibilidad de su uso en la agroindustria y en la exportación (Basantes, 2015).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influirá la sustitución parcial de la carne de res con harina de frijol blanco en la textura del embutido tipo Frankfurt?

1.3 Justificación de la investigación

En la presente investigación se elaborará harina de frijol blanco a partir del secado de los granos incrementando el uso de esta leguminosa y a su vez elaborar un embutido tipo Frankfurt.

La idea de elaborar un embutido con diferentes sustituciones parciales de carne de res con harina de frijol blanco de la variedad (*Phaseolus vulgaris L.*), es debido a que el embutido es uno de los productos principales en la canasta básica alimenticia, y poder buscar alternativas para la industria alimentaria ya que la materia prima cárnica es el ingrediente de mayor costo y así mismo para lograr un elevado valor adicional de proteína.

El frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) es una leguminosa de alto contenido proteico que se produce y se consume mucho en el Ecuador como grano fresco el cual es utilizado como uso culinario, sin saber que puede ser utilizado para la realización de diversos productos, mediante su industrialización donde se pueden obtener harinas.

La sustitución parcial de la carne con esta leguminosa permitirá mejorar el valor nutritivo del embutido por el alto contenido de proteínas que contiene el frijol, y a su vez convertirlo en una excelente fuente de proteínas y de esta forma ayudar con la economía del país y dar impulso a la agricultura local.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo de investigación fue realizado en el sur de la ciudad de Guayaquil.
- **Tiempo:** El tiempo considerado para la elaboración del trabajo de investigación fue de 6 meses.

- **Población:** Fue dirigido al público general.

1.5 Objetivo general

Elaborar un embutido tipo Frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*).

1.6 Objetivos específicos

- Obtener la harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) mediante proceso de secado.
- Determinar parámetros físico-químicos (capacidad de retención agua, humedad, actividad de agua) de la harina de frijol blanco.
- Desarrollar tres formulaciones de un embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco para evaluar la textura por medio de análisis reológico del mejor tratamiento.

1.7 Hipótesis

La sustitución parcial de la carne de res con la harina de frijol en el embutido tipo Frankfurt mejorará su textura.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

García, Cabrera, Ballestas, y Campo (2019), en su investigación analizaron las propiedades físico químicas y funcionales de la harina de frijol variedad (*Phaseolus lunatus L.*), señalando que la harina contiene 10.2 % de proteínas por cada 100 gramos de muestras, una actividad de agua de 0.3 % y una humedad de 13 % , siendo utilizada en la elaboración de productos de panadería como sustituto parcial de la harina de trigo. Como parte del análisis sensorial lograron concluir que los embutidos con un contenido de 7 % de harina de frijol obtuvieron mayor preferencia sensorial.

En otro estudio García, Cabrera, Ballestas y Campo (2019), analizaron el uso de harina de frijol blanco en el ámbito agroalimentario, para ello analizaron el valor bromatológico de la harina por medio de pruebas físico químicas señalando una humedad de 16 %, una actividad de agua de 0.7 y una baja capacidad de absorción de agua por la ausencia de gluten.

Según González (2015), muestran varios tratamientos de embutidos con el uso de un extensor cárnico a base de harina de arveja, se basó en 3 tratamientos utilizando carne, grasa, harina de arveja, condimentos, hielo y conservantes. Como prueba del análisis sensorial se determinó que el tratamiento con 15 % de harina de arveja presentó la mayor aceptación, además no se mostró un análisis cualitativo de su textura.

Torres, González, Acevedo, y Jaimes (2016), realizaron una investigación en donde utilizaron 5 % de harina de lenteja (*Lens culinaris*) como extensor cárnico en un embutido tipo salchicha La salchicha elaborada con harina de lenteja (*Lens culinaris*) presentó valores de $29,9 \pm 3,80$ N en comparación con la salchicha

comercial la cual mostro una textura de $31,90 \pm 3,15$ N sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de salchichas. Como prueba del análisis sensorial se determinó que el tratamiento con 15 % de harina de arveja presentó la mayor aceptación, además no se mostró un análisis cualitativo de su textura.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol común como su nombre lo indica *Phaseolus vulgaris* es un alimento altamente difundido y consumido a nivel mundial, considerado como una de las plantas de mayor antigüedad junto al trigo; siendo utilizado hace siglos atrás en Europa como una planta ornamental. Además varias investigaciones arqueológicas promueven que el origen del frijol data de más de 7000 años en la región de Sudamérica y su consumo tiene un tiempo promedio de edad de 5000 años AC (Sherwood, 2014).

Bohórquez (2014), menciona que el origen de la planta del frijol es un tema que se ha debatido sin poder definir si procede de México o América Central. El origen mayormente conocido se centra con certeza en la región mexicana en dónde se encuentran alrededor de 1500 puntos de cosecha de este alimento.

Según investigaciones con la llegada de los españoles esta planta se introdujo en nuestro país y se la ha venido cultivando aproximadamente 8 mil años. El clima de nuestro país ha ayudado durante estos últimos años a que se desarrollen variedades de frijoles como los pintos, espolón, negros, bayos, azulados, flores, ayocotes, cambas, los cuales influyen en preferencias y precios (FIRA, 2001).

La llegada del frijol por los agricultores mexicanos no sólo formó diferentes calidades por sus características organolépticas, sino también materiales genéticos más productivos, con resistencia a plagas, sequías y con adaptación de los climas, desde el punto de vista agronómico, la llegada de los españoles fue muy importante ya que de esa manera se permitió que el frijol se introdujera al continente americano, es por eso que en la actualidad se ubica a los principales países del planeta latinoamericano como uno de los mayores productores (Giordano, 2017).

2.2.1.1. Generalidades

México, como parte de Mesoamérica es considerado como uno de los centros de origen más importantes del mundo de varios tipos de frijoles del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es el *Phaseolus vulgaris*. El frijol *Phaseolus vulgaris* L se lo clasifica de acuerdo a diversos criterios como son granos secos, vaina verde o desde el punto de vista agrícola en el cual se toman en cuenta parámetros como el tiempo que dura su período vegetativo y su tiempo de cosecha siendo a veces rápida o tardía según su fotoperiodo, el cual se puede obtener variedades de frijoles que resultan ser sensibles e insensibles a factores ambientales (Ulloa, Rosas y Ramirez, 2011).

El grano de frijol se clasifica por su color rojo, su forma de vaina y un tamaño de 1-2 por 0,5-1,5 cm, dentro de los cuales podemos encontrar varios grupos: blanco, amarillo, crema, marrón, rosado, negro, rojo entre otros. González (2017), da a conocer que el tamaño se lo clasifica según el peso de 100 granos encontrando tres tipos de clasificación: granos pequeños con un promedio de 25 g/100 semillas y grandes desde 40 g/100 semillas.

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del frijol

Reino	Plantae
División	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Suborden	Leguminosinae
Familia	Fabaceae
Género	<i>Phaseolus</i> .
Especie	<i>P. vulgaris L.</i>

En la tabla se indica la clasificación taxonómica del frijol
Gonzabay, 2020

2.2.1.2. Descripción botánica

El primer efecto que tiene el frijol en su etapa de germinación es el brote de la plántula la cual días después se convierte en raíz. Pocos después de la germinación se desarrollan raíces secundarias, posteriormente de uno o dos días el hipocótilo el cual corresponde a la parte subterránea del tallo principal se presenta sobre el nivel del suelo, esta etapa de germinación concluye cuando el hipocótilo se encuentra sobre el suelo junto a los cotiledones, Esto señala de que se está llevando un buen sistema de cultivo que puede brindar productos de alto régimen para poder ser comercializado (Liebman, 1997).

2.2.1.3. Variedades

Se dice que existen alrededor de 150 especies, pero solo el hombre ha domesticado 4 para su consumo, los cuales son *Phaseolus coccineus L.*, *Phaseolus vulgaris L.*, *Phaseolus acutifolius Gray* y el *Phaseolus lunatus L.*

- **Claros:** Flores de mayo y junio, azufrados, garbancillo, canario, amarillo.

- **Pintos:** Pinto Saltillo, Pinto Villa, Pinto Mestizo Pinto Americano, Pinto Nacional, Ojo de Cabra
- **Negros:** Negro Jamapa, Negro Altiplano, Negro Tacana, Negro Huasteco, Negro Grijalva, Negro san Luis, Negro Querétaro (Liebman, 1997).

2.2.1.4. Cosecha

En periodo de cosecha para la obtención del grano se la realiza con cuidado sin producir pérdidas durante la cosecha ya que esto define el ingreso económico que ingresa por parte de los compradores del cultivo. La cosecha se la debe realizar cuando el 90% de las vainas muestren un color típico de madurez de cosecha, esto indica que el grano de frijol se encuentra en su madurez fisiológica óptima y puede ser desprendido de la planta. Se debe realizar el corte de las vainas en la mañana porque la temperatura permite realizar el corte con facilidad sin que se abran las vainas y evita producir pérdida del grano (E. Garcia, 2009).

2.2.1.4.1. Corte manual

El corte manual consiste en arrancar de manera manual las plantas de frijol y agruparlas para que sean secadas al sol o también se las puede poner a secar en un sitio techado usualmente esto se realiza en la cosecha de superficies pequeñas. Dentro de las vainas de frijol hay un crecimiento indeterminado que llegan a alcanzar hasta cuatro metros de longitud por lo que es importante que la planta se mantenga con nutrientes que le aporten lo necesario para su desarrollo, esto ayuda a que cuando se arranque manualmente las plantas de frijol exista un espacio eficiente facilitando las labores culturales (Apáez, Salvador y Rodriguez, 2013).

2.2.1.4.2. Corte mecanizado

Existen implementos (cuchillas aflojadoras y otros mecanismos), los cuales se encargan de realizar el corte a las plantas a pasos simultáneos a pocos centímetros

de profundidad y al nivel del suelo. Es recomendable realizar el corte de siete o doce surcos por vuelta, porque después de una semana del corte las plantas de frijol se acomodan de manera manual en una sola hilera para el proceso de trilla, el cual consiste en separar el grano de frijol de cualquier paja que este impidiendo su crecimiento (Acosta, Jimenez, Anaya y Padilla, 2018).

2.2.1.5. Manejo postcosecha

2.2.1.5.1. Limpieza

La limpieza del grano inicia desde la trilla, se lo realiza eliminando las impurezas sin ocasionar daños al grano y separando los granos que se encuentren de otro color esto ayuda y facilita su comercialización ya que es muy apreciado por parte de los proveedores y consumidores. Es importante inspeccionar la limpieza de los granos ya que en muchos casos no se toma en cuenta este factor el cual limita el rendimiento del grano y su comercialización (Maqueira, Rojan, Mesa y Noval, 2017).

2.2.1.5.2. Formas de almacenamiento

El frijol se lo debe almacenar en lugares secos, fríos, ventilados, libres de plagas a temperaturas de 20-25 °C durante dos a cuatro meses. Es recomendable contar con una bodega que su infraestructura sea adecuada, cumpla con la higiene necesaria y que se encuentre en óptimas condiciones para poder almacenar los granos evitando pérdidas por parte de plagas y por temperaturas inadecuadas y además sus puertas y ventanas puedan ser cerradas herméticamente para realizar las labores de fumigación adecuadas para los granos (Bellina, 2010).

2.2.1.6. Maduración

Este proceso inicia cuando el 50 % de las plantas de un cultivo de frijol adquieren un color amarillo y el contenido de agua desciende a un 15 %; luego las semillas

toman su color final. Esto es un índice que muestra la planta cuando esta lista para la cosecha (Vizgarra, Gonzales, Espeche, Mendez y Ploper, 2014).

2.2.1.7. Fumigación de la semilla

Se la realiza con fosforo de aluminio el cual es un tipo de fumigante que mata cualquier tipo de gorgojo que se encuentre presente en el grano de frijol, para esto es importante que el almacén cuente con cierre hermético, esto ayuda a que el fosforo de aluminio no escape del lugar y pueda actuar correctamente, se aconseja dejar el grano al menos tres días y después ventilarlo. En caso de que el grano presente infestación de gorgojos, se puede controlar con el gas fumigante aplicando 3 a 6 pastillas por tonelada (FAO, 1993).

2.2.1.8. Uso

Este frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L*), ha sido cultivado para consumo directo y se lo utiliza para la elaboración de balanceado para ganado, por lo general su comercialización se lo realiza en seco y permitiendo de esa manera una distribución fácil y segura sin originar posibles daños que pueda tener durante el transporte hacia su destino teniendo en cuenta la humedad del transporte donde es expendido (Miquilena y Higuera, 2012).

2.2.1.9. Usos culinarios

El frijol se lo ha venido utilizando en varios platillos culinarios especialmente en el continente asiático, donde son cocidos a partir de granos secos los cuales son hervidos varias horas para ser consumidos luego de su cocción también se los utiliza para industrializarlos en una pasta. En la India esta leguminosa es muy consumida ya que se lo utiliza para procesar diferentes platillos que van desde sopas hasta especias (Thai, 2002).

Uno de los usos que se le brinda a esta leguminosa que llama mucho la atención es la extracción de su almidón, el cual se lo utiliza mucho en la cocina del continente asiático, esta variedad de frijol también se la utiliza en Corea donde se elaboran confitura que es una especie de jalea que se la conoce como nokdumuk de la misma manera su uso es común en el norte de China donde se utiliza el frijol mungo para elaborar golosinas denominadas liangfen la cuales son consumidas durante el verano (Liebman, 1997).

2.2.1.10. Factores que causan el deterioro del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

El deterioro del frijol muchas veces se origina por las condiciones donde se encuentra almacenado, la mayoría de las pérdidas ocurren por las condiciones que se lo conserva. Según informes de la FAO indican que el 25 % de los cereales se pierde en los países desarrollados a causa de una incorrecta manipulación y por presencia de plagas que son los causantes de causar daño al grano de frijol. Los causantes principales de esta pérdida son los roedores, hongos, insectos y aves (Sharma, Jhri, Sharma, y Glick, 2003).

2.2.1.11. Control de enfermedades

2.2.1.11.1. Control de aves y roedores

La contaminación por parte de plagas, como orina y excrementos de aves son una de las causas que producen daños al grano, por este motivo las zonas de almacenamiento deben estar ubicados en lugares donde no haya árboles y fuentes de agua. Es necesario aplicar un control de plagas cada tiempo para así controlar y evitar pérdidas que producen las aves y los roedores (Giordano, 2017).

2.2.1.11.2. Control de insectos

La contaminación de los granos se debe muchas veces por la presencia de insectos, los cuales producen contaminación con su cuerpo y depositando excrementos en el grano.

Entre los principales insectos contaminantes se encuentran los siguientes:

- Escarabajo de harina (*Tribolium spp*)
- Gorgojo (*Sitophilus spp*)
- Escarabajo serrado (*Oryzaeophilus spp*)
- Barrenador del grano (*Rhyzopertha dominica*)

Los gorgojos son los principales responsables del desarrollo de hongos y son causantes del daño del grano, los gorgojo *Oryzaeophilus spp* y el escarabajo de harina (*Tribolium spp*) contaminan el grano de frijol pero no le causan daño físico, los otros insectos son causantes de deformar las paredes internas de los granos (Bolívar, 2007).

2.2.1.12. Control de hongos

Durante el almacenamiento, en lugares de altas temperaturas es importante controlar la humedad del lugar y la temperatura del grano ya que bajo estas condiciones ecológicas se desarrollan los hongos ocasionando daños. Es importante utilizar inhibidores de hongos los cuales controlan la temperatura evitando la proliferación de hongo manteniendo el grano seco (Blanco, Durañona y Acosta, 2016).

2.2.2. Contenido nutricional del frijol

El frijol se caracteriza por tener un alto contenido proteico, además del aporte de carbohidratos vitaminas y minerales como hierro calcio zinc. Fernández (2017), indica que Según el tiempo de frijol el contenido de proteínas puede variar entre un

14 o un 33 % caracterizándose por su contenido de lisina que bordea 6.4 a 7.5 g por cada 100 g de proteína. Por otra parte, Acosta et al., (2013), evidenciaron que los granos de frijol presentan deficiencias en ciertos aminoácidos como son la cisteína y la metionina. Diversos estudios epidemiológicos han confirmado que la cocción del frijol puede aportar hasta un 70 % de la proteína requerida por el cuerpo humano en relación al obtenido mediante el consumo de carne. Además, por la presencia de compuestos bioactivos como es la fibra dietaría la cual ayuda a prevenir enfermedades crónicas y degenerativas.

El grano de frijol contiene una buena fuente de fibra dietética, lo que es un alimento que protege el tracto intestinal, además su contenido de proteína es alto a comparación de otros cereales, contiene e hidratos de carbono de bajo índice glucémico y bajo contenido de grasa. El porcentaje de carbohidratos presente en el frijol es de 52-70 %, la mayor parte lo constituye el almidón lo cual lo hace un alimento energético (Chandra, Wong, y Arcot, 2016).

Tabla 2. Perfil de aminoácidos del frijol blanco crudo y tostado.

Aminoácido	Frijol crudo	Frijol tostado
Lisina	1,21	0,68
Histidina	0,55	0,17
Arginina	0,93	0,63
Leucina	1,47	0,8
Fenilalanina	0,78	0,63
Alanina	0,50	0,39
Tirosina	2,96	0,14

En la siguiente tabla se indica el contenido de aminoácidos del frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) Crudo y tostado
Gonzabay, 2020

Sin embargo, durante el proceso de cocción el almidón pueda ser digerido sin sufrir cambios, en cuanto su composición nutricional se menciona los macronutrientes como los ácidos grasos acilglicéridos y sustancias predominantes como los mono y poliinsaturados. Además, su uso se ha venido aplicando en la

agroindustria por sus propiedades nutricionales y funcionales como la capacidad espesante y de estabilizar las suspensiones (Miranda, Marrugo y Montero, 2013).

2.2.3 Valor nutricional

El aporte de carbohidratos en el frijol, según Fernández (2017), se destaca junto con otros oligoelementos y sustancias como la fibra dietética y vitaminas. Además, contiene capacidad antioxidante, lo cual permite ser considerado como un alimento ideal para personas con enfermedades cardiovasculares ya que su consumo no incide en la presión arterial.

Como parte del valor nutricional del frijol se puede destacar la presencia de lisina lo que la diferencia de otros granos, pudiendo utilizarse junto con otros tipos de cereales como la quínoa soya y amaranto para tratar problemas de déficit de proteínas (Mayer, 2014).

En ciertos países el consumo de frijol es considerado como sustituto de la carne buscando de esa manera un aprovechamiento en los alimentos refinados y de precios más accesibles, además por contener proteína, grasa y azúcar lo cual su consumo hace innecesario consumir proteína animal (Gálvez y Salinas, 2015).

Meneses, Molina y Vargas (2011) mencionan que debido a la presencia de lisina en el contenido nutricional del frijol, algunos productos derivados del mismo, como es el caso de la harina representa una rica fuente de proteína que puede ser utilizado en la elaboración de alimentos procesados o como una posible alternativa para el desarrollo de suplementos o alimentos fortificados.

El grano de frijol puede ser utilizado al igual que muchas legumbres como una fuente de aminoácidos de vitaminas que generalmente no se encuentran presentes en la carne (Panama-INCAP/OPS, 2015).

2.2.4 Extensores cárnicos

El nombre de extensor cárnico se designa a aquellos productos que se caracterizan por su alto contenido proteico. González, Giraldo y Restrepo (2015) indican que además por su aporte de energía son uno de los ingredientes más utilizados en la industria cárnica por fortalecer el contenido de proteínas que normalmente se encuentra en los alimentos cárnicos y de esa manera favoreciendo a la industria cárnica.

Sin embargo, Andújar, Guerra y Santos (2000), mencionan que estos alimentos deben ser utilizados para reemplazar una porción de aquella eficiencia más no su totalidad. La finalidad de los extensores cárnicos se enfoca en mejorar la formulación de los alimentos sin afectar la calidad nutricional de los productos como es el caso de los embutidos y además ayuda a extender el contenido cárnico empleado, con un valor proteico adecuado cuidando la cantidad de carne aportada por el producto final.

Desde hace varios años, la industria cárnica ha venido desarrollando el uso de materias primas de fácil acceso económico y que se caracterizan por su alto contenido proteico, siendo utilizados bajo la denominación de extensores cárnicos para el desarrollo de productos derivados como longaniza, salame entre otros. Ospina (2015), argumenta que este tipo de productos se destaca por su funcionabilidad conservación del aspecto nutricional calidad de proteínas y Los costos de producción.

Al ser incorporados los extensores cárnicos en la elaboración de estos deben caracterizarse por su aporte proteico, sin afectar la calidad sensorial o bromatológica. Jiménez (2015), recomienda que los extensores utilizados deben

ser de origen vegetal y combinados en las formulaciones sin generar una elevación de costos.

2.2.4.1. Funcionalidad de los extensores

Los extensores cárnicos se caracterizan por sus propiedades físicas tales como: emulsificación de grasas, formación de geles y capacidad para retener agua en su estructura interna (Hernández, 2016).

Hleap, Cardona, Agudelo y Gomez (2015) afirman que el contenido nutricional de los extensores cárnicos permite sustituir una parte de la carne y brindando un aporte proteico y manteniendo la calidad de los productos finales. Esto representa un factor importante al momento de ser utilizado ya que debe ser compatible con los requerimientos nutricionales del embutido que se está elaborando.

2.2.5 Harina de frijol

A pesar de que en ciertos países de Latinoamérica y Centroamérica se cultiva y se comercializa frijol en el área agroindustrial se han propuesto diversas alternativas de tipo tecnológico para aprovechar este alimento, lo que ha conllevado a que se empiecen a elaborar productos a base de harinas de granos no convencionales (Castro, 2016).

La harina de frijol presenta una mejor calidad nutricional con una resistencia notable del almidón disponible sin presentar aumento del índice glicémico siendo esto una ventaja para la salud (Nuñez, 2017).

La harina de frijol puede ser utilizada por sus capacidades reológicas en elaboración de productos de panadería, pastelería, espaguetis, embutidos. Además favorece el contenido nutricional debido al contenido de flavonoides que tienen poder antioxidante, aporte de fibra dietética, y al menor contenido de grasa,

otorgando así un valor agregado aumentando la calidad nutricional de los alimentos (Zumaran, Juárez, Mancillas, Ávila y Leyva, 2017).

En el Ecuador se cultiva de una manera potencial el frejol especialmente en la región interandina en provincias como Carchi, Imbabura, Pichincha, Bolívar, Loja, Azuay y Cañar contando así con una alta productividad de este alimento para poder ser utilizado en el área agroindustrial (El Comercio, 2011).

2.2.5.1. Harina de frijol como extensor cárnico

Según Ciencia y Tecnología de Alimentos (2017), entre las características importantes que se presentan en la harina de frijol tenemos:

1. Alto contenido de proteínas que permiten mejorar o suplir deficiencias de los productos.
2. Capacidad de mejorar la elasticidad y textura de los embutidos tanto en la presentación cruda o precocido.
3. Reducción de la actividad de agua prolongando así la vida útil del alimento.
4. Mayor estabilidad de las emulsiones evitando el enranciamiento y prolongando la vida útil del alimento.

2.2.5.2. Incidencia del uso de los extensores cárnicos

Los alimentos catalogados como cereales, es el caso del frijol que representa un alto contenido de proteínas que son explotados en la elaboración de alimentos como embutidos al igual que ciertas semillas oleaginosas y leguminosa como la alverja chicharro garbanzos o habas (Costamanga, 2014).

Diversos estudios han confirmado que al adicionar la harina de frijol en los embutidos puede incidir hasta un 25 % en la presencia de proteínas dentro de la composición total del embutido, además contiene lisina el cual es un aminoácido

proteico que se lo debe de consumir de manera habitual y también se encuentra en las carnes (Albarracin, Acosta y Sanchez, 2010).

La harina de frijol como extensor cárnico permite obtener beneficios tecnológicos en los embutidos crudos y cocidos o cocido, también permite obtener una mayor rentabilidad generando así menor resistencia a los procesos de corte y cocción facilitando la jugosidad y la ternera (Baigorri, 2014).

Además, ayuda a las características físicas del embutido y su valor nutricional, por su poder aglutinante y su alto contenido de fibra dietética provocando mayor saciedad y se ha demostrado que el consumo de harina de frijol mejora los niveles de la hormona colecistoquinina la cual disminuye el índice de glucosa e insulina en la sangre permitiendo ser consumidos por personas con tendencias diabéticas (Zapata, Portillo y Vera, 2017).

2.2.5.3. Dosificación del uso de extensores cárnicos

El código argentino para la alimentación indica que las emulsiones cárnicas no pueden superar el 10 % de la totalidad de la formulación. Para la elaboración de productos cárnicos de tipo de embutidos según la normativa del Codex Alimentarius (1987) no deben poseer más el 5 % de la totalidad de la formulación en el caso de consumo fresco.

En el caso de la utilización en la elaboración de fiambres o embutidos provenientes de carne de cerdo o bovino la dosificación a utilizar se debe estar sometido a ensayos de aceptabilidad por parte de consumidores con conocimiento de productos cárnicos (Peña, Mendez y Guerra, 2015).

2.2.6 Reología de las masas

En el campo y en la industria alimenticia, las pruebas reológicas permiten determinar la calidad de las harinas mediante pruebas de viscosidad elasticidad y

torsión. García (2015), indica que el instrumento reológico encargado de analizar las masas está compuesto por una mezcladora que se encarga de evaluar la resistencia de la masa mediante procesos de aplicación de fuerza a través de una cizalladora que procesa constantemente la harina. Determinando de esa forma la calidad de la harina, midiendo las condiciones del amasado y aportando información sobre el procesamiento óptimo de la harina durante la producción (García, 2015).

Para realizar este análisis se puede utilizar un mixógrafo que permite mezclar la harina a una alta velocidad hasta el punto máximo de desarrollo de la masa, determinando así su mayor punto de elasticidad y evaluando su comportamiento de flujo (Peña y Quintero, 2019).

Además, Álvarez, Hernández y Rosas (2018), indican que el uso de un alveógrafo mide la capacidad de expansión y extensión mezclando la harina con agua y 2 % de sal durante el proceso, situando una porción de la masa sobre la platina la cual tiene un orificio donde se produce la salida del aire adaptando forma de burbuja y produciendo hinchamiento a la masa, de esta manera el alveógrafo registra las variaciones que ocurre en la burbuja hasta que se rompa por la presión del aire.

2.2.7 Embutidos

Se consideraría como embutido el producto que es elaborado a partir de la mezcla de carne, especies de aditivos (fosfatos, saborizantes, colorantes) niveles de grasa y extensores de tipo vegetal como son las harinas o almidones en cierto caso adición de viseras. Los embutidos no pueden presentar cartílagos y ligamentos, salvaguardando que sean tipo cocido y que pueden ser transformados

en gelatina con el propósito tecnológico de mejorar su textura (N. Ramos, Farias, Almada y Crivaro, 2004).

Los embutidos pueden ser elaborados a partir de carne roja como la res cerdo o ternera o cordero carnes de aves, pollo, pavo o mediante la mezcla de ambos teniendo presentaciones en fresco cocido precocidos o ahumados. Según reportes del servicio de inocuidad de alimentos del departamento de agricultura de los Estados Unidos aquellos embutidos elaborados a partir de carne de res deben ser cocinados a temperaturas menores a los 70 °C y los embutidos elaborados a partir de carne de pavo y de pollo deben ser cocinados a una temperatura de 73 a 78 °C (USDA, 2013).

Garcés (2018), menciona que el principal componente de los embutidos es la carne el cual presenta un importante aporte de grasa donde se destacan principalmente ácidos grasos de tipo saturado que innumerables ocasiones es un factor preponderante en la presencia de enfermedades de tipo cardiovascular y de patologías crónicas no transmisibles cómo colesterol triglicéridos diabetes que en la sociedad actual acrecentado su número de casos registrados.

Los ácidos grasos poliinsaturados presentes en la carne son indicativos de componentes dietarios que forman parte de los procesos fisiológicos cumpliendo un rol importante en la estructura de componentes biológicos como los fosfolípidos que se encuentran presentes en las células, los ácidos grasos importantes son los omegas 3 y 6 ya que no pueden ser bio sintetizados (Arias, Keim, Velásquez, y Vargas, 2016).

2.2.8 Salchicha Frankfurt

Se denomina como salchichas tipo Frankfurt al embutido elaborado a partir de carne picada, mezclado con sangre y viseras procedentes del mismo animal, que

es envuelto en una tripa de origen animal vegetal o sintético. Este tipo de salchicha es sometido a un proceso de escaldado y es de origen alemana (Diario vasco, 2016).

2.3 Marco legal

En el desarrollo de la investigación se utilizará las especificaciones de las normativas INEN referentes a las especificaciones de embutidos y respectivos controles de calidad.

Normas INEN 1338: Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Sus requisitos

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos a nivel de expendio y consumo final

Alcance

Esta norma se aplica a los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos (INEN 1338, 2012).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo documental, ya que se seleccionó información a través de materiales bibliográficos como documentos, investigaciones que se asemejan al tema de estudio. También fue de tipo experimental porque se obtuvo harina de frijol y se sustituyó parcialmente la carne de res con la harina de frijol en la elaboración de un embutido tipo Frankfurt. También fue de laboratorio porque se ejecutaron análisis físico-químicos para saber su efecto en la elaboración del embutido, además se realizaron análisis reológico con tres repeticiones al tratamiento de mayor aceptación para evaluar la textura del embutido.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental, dado a que se obtuvo harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) que fue aplicada como sustituto parcial de carne de res en embutidos y se le realizaron análisis físico-químicos, que posteriormente se usó para elaborar diferentes tratamientos de embutidos tipo Frankfurt; luego se realizó un panel sensorial conformado por 30 personas no entrenadas para elegir el embutido de mayor aceptación. Por último, se evaluó la textura del tratamiento de mayor aceptación mediante análisis reológico, donde se realizó tres repeticiones para poder conocer el efecto provocó la harina de frijol en la textura de los embutidos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Porcentajes de harina de frijol blanco; porcentaje de carne de res.

3.2.1.2. Variable dependiente

- **Características físico-químicos de la harina de frijol:** humedad, actividad de agua, capacidad de retención de agua, reología (textura).

3.2.2 Tratamientos

Tabla 3. Formulación para la elaboración del embutido tipo Frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco

Ingredientes	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	g	%	g	%	g	%
Carne de res	460	46	510	51	560	56
Carne de cerdo	90	9	90	9	90	9
harina de frijol	200	20	150	15	100	10
Grasa de cerdo	80	8	80	8	80	8
Hielo	100	10	100	10	100	10
Harina de Trigo	20	2	20	2	20	2
Almidón	25	2,5	25	2,5	25	2,5
Sal	16	1,6	16	1,6	16	1,6
Nitrito	0,8	0,08	0,8	0,08	0,8	0,08
Ácido ascórbico	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Eritorbato	0,2	0,02	0,2	0,02	0,2	0,02
Tripolifosfato	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Azúcar	2	0,2	2	0,2	2	0,2
Total	1000,00	100,00	1000,00	100,00	1000,00	100,00

En la tabla se indican los tratamientos a utilizarse
Gonzabay, 2020

3.2.3 Diseño experimental

Se realizaron tres tratamientos de embutido tipo Frankfurt donde se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para conocer el comportamiento sensorial por parte de los panelistas, y de esta manera poder determinar el tratamiento de mayor aceptación.

3.2.4 Recolección de datos

La materia prima para la elaboración del embutido se la adquirió en un supermercado de la ciudad de Guayaquil y la elaboración del producto se efectuó en el laboratorio de cárnico de la Universidad Agraria del Ecuador.

3.2.4.1. Recursos

Los recursos que se obtuvieron para el desarrollo de la investigación fueron los siguientes.

3.2.4.1.1. Materiales y equipos

- Marmita (20 l)
- Horno de convección
- Molino Zonesun
- Cúter Javar
- Embutidora Manual
- Balanza analítica (320 g – 0.001g)
- Recipientes de acero inoxidable
- Cuchillo
- Termómetro (0-100 °c)
- Támiz (0,45 µm)

3.2.4.1.2. Análisis

- Humedad
- Actividad de agua
- Capacidad de retención de agua

- Reología (textura)

3.2.4.1.3. *Insumos*

Materia prima

- Harina de trigo
- Frijol Blanco
- Carne de res fresca
- Grasa de cerdo
- Tripa sintética para embutido Frankfurt
- Carne de cerdo

Aditivos

- Azúcar
- Almidón
- Sal
- Ácido ascórbico
- Nitrito
- Tripolifosfato
- Eritorbato

3.2.4.1.4. *Recursos bibliográficos*

- Artículos científicos
- Sitios web
- Proyectos de investigación
- Libros
- Tesis
- Biblioteca Virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Diagrama de flujo de la obtención de la harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.)

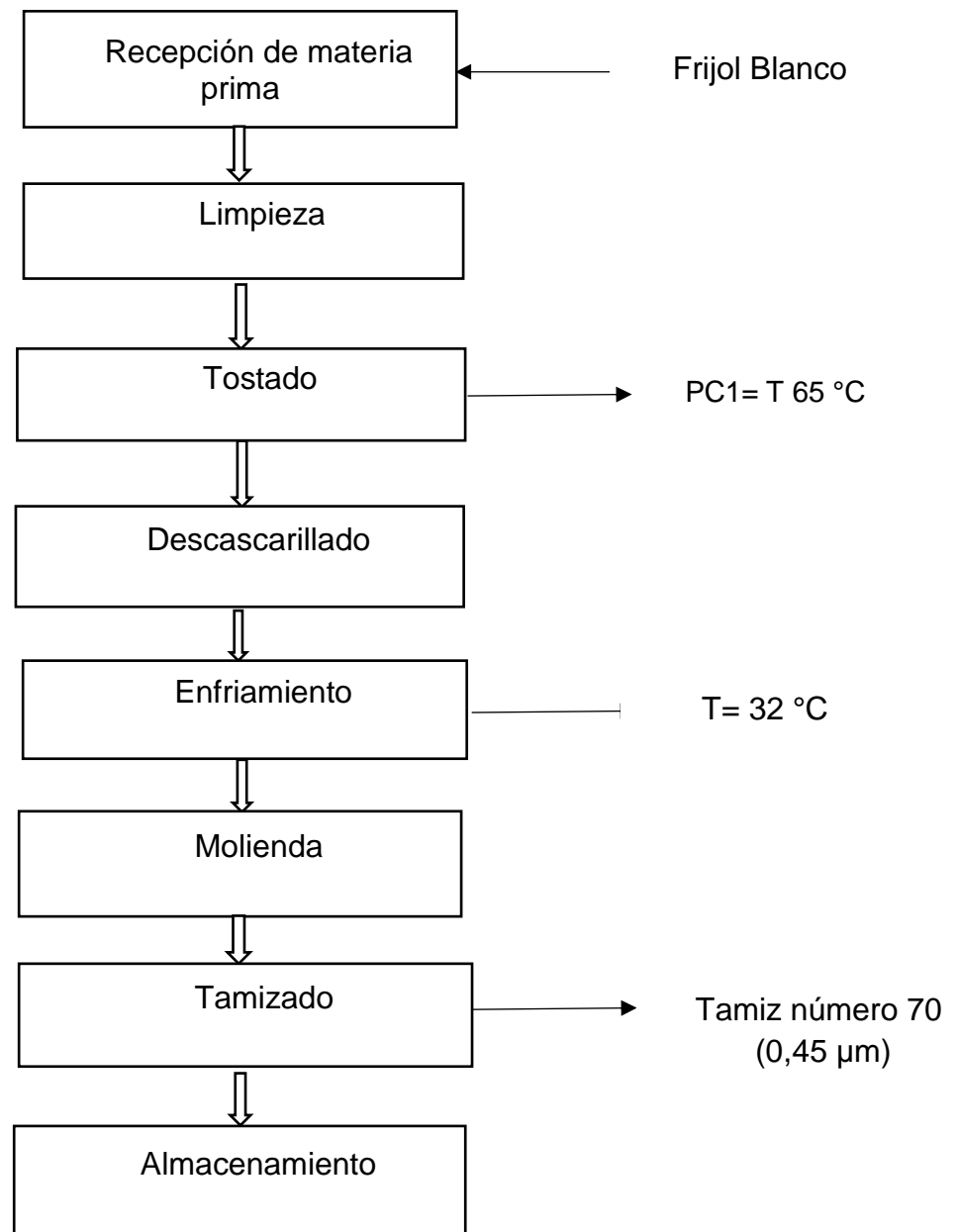


Figura 1. Diagrama de flujo obtención de harina de frijol blanco
Gonzabay, 2020

3.2.4.2.2. *Descripción del proceso de la obtención de harina de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.)*

Recepción de materia prima: Se realizó la inspección del grano de frijol con guantes de látex para evitar contaminación, inspeccionado que el grano esté libre de sustancias extrañas o de cualquier agente físico que pueda afectar al producto terminado.

Limpieza: Operación que consistió en limpiar el grano de frijol con agua potable, con el fin de eliminar suciedad o remover cualquier tipo de material extraño

Tostado: Se sometió al grano en un horno de convección por 15 minutos a 65 °C con el fin que disminuir la cantidad de humedad existente en el grano, ayudando a que la textura del grano sea blanda y evitar una molienda compleja.

Descascarillado: Este proceso se realizó con guantes de látex, para evitar cualquier tipo de contaminación y poder eliminar la cubierta del grano de una manera segura.

Enfriamiento: El grano tostado se dejó en reposo hasta que alcanzo la temperatura ambiente, para evitar que se acumule agua en el proceso de la harina, evitando crecimientos de mohos y levaduras.

Molienda: Se utilizó un molino de sólidos marca Zonesun, para reducir el tamaño de partículas.

Tamizado: Se usó un tamiz de acero inoxidable número 70 (0,45 µm).

Almacenamiento: La harina fue almacenada en un lugar fresco y ventilado para evitar proliferación de hongos o de cualquier insecto que quiera contaminarla.

3.2.4.2.3. Diagrama de flujo de la elaboración de salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.)

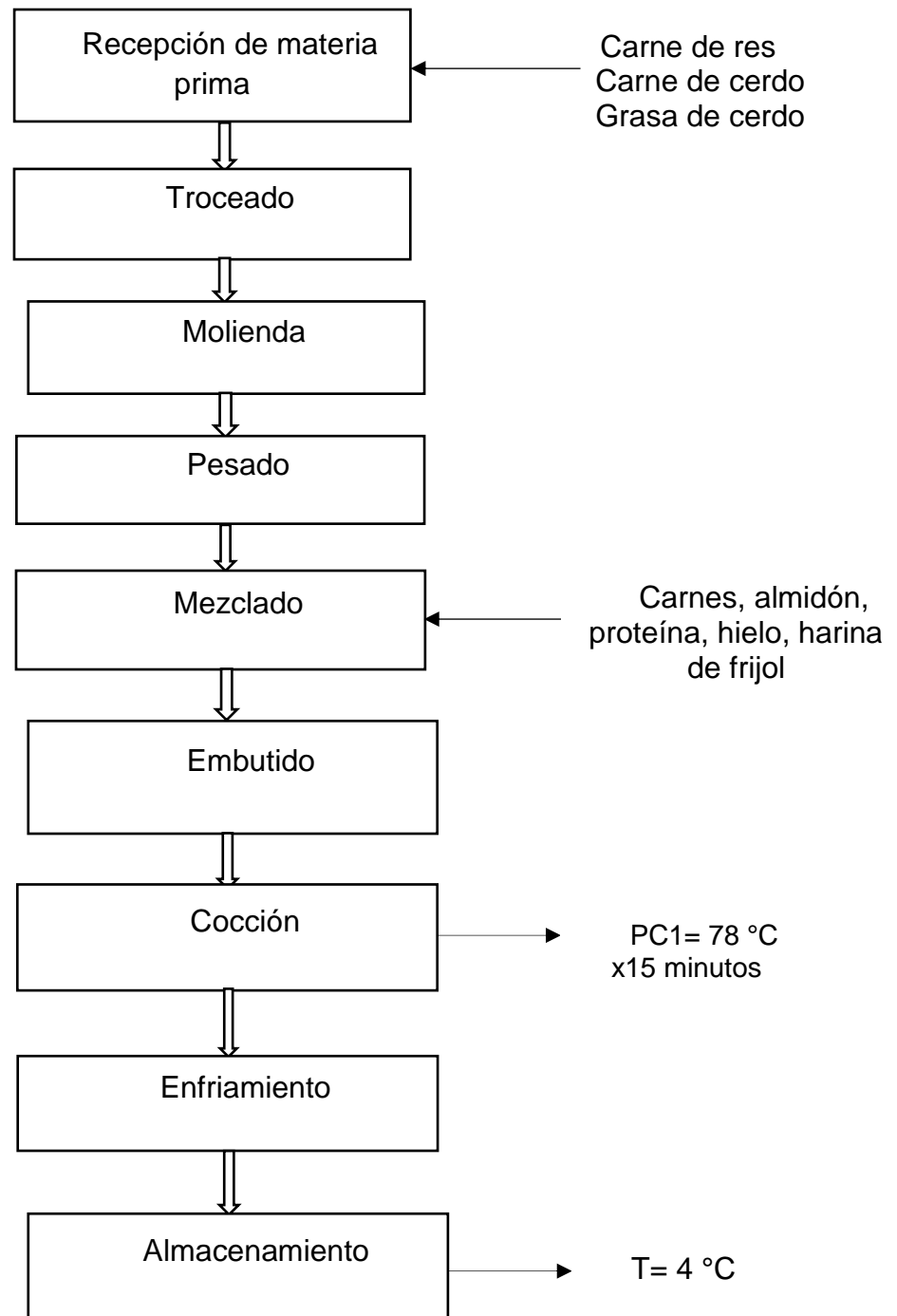


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración del embutido tipo Frankfurt
Gonzabay, 2020

3.2.4.2.4. *Descripción del proceso de la Elaboración del embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.)*

Recepción de materia prima: Se recibió la materia prima con mejor aspecto y se separó aquella materia prima que pudiera presentar contaminantes físicos, evitando que en esas condiciones no afecte al proceso.

Troceado: La materia prima cárnica se troceó en cubos de 3 x 3 cm, los cuales fueron lavados con agua limpia y se dejará escurrir.

Molienda: Se procedió al proceso de molienda con un molino para carne laminado, el cual facilitó que la masa de la carne sea más fina y permitió una mejor adhesión con el resto de ingredientes.

Pesado: Se pesó la materia prima de acuerdo a los porcentajes que se indica en las formulaciones.

Mezclado: Después de pesar las carnes, estas fueron llevadas a un cutter marca Javar, donde se realizó el proceso de mezclado adicionando agua y el resto de los insumos de manera simultánea, hasta observar una mezcla homogénea.

Embutido: La emulsión se embutió a presión en un embutidor manual, para evitar que se formen espacios de aire dentro de la tripa que inducirían en el embutido características anormales, ya que las tripas determinarán el tamaño y la forma del producto.

Cocción: Los embutidos se llevaron a cocción hasta que llegue a una temperatura de 78 °C.

Enfriamiento: Las salchichas se enfriaron por inmersión en agua a 30°C

Almacenamiento: Fueron almacenados a temperatura de 4 °C para su preservación.

3.2.4.2.5. Análisis sensorial

El análisis sensorial consistió en evaluar las propiedades organolépticas como color, sabor, olor y textura, del embutido mediante una escala hedónica de seis categorías, a 30 personas no entrenadas para así poder determinar el producto de mayor aceptación, utilizando el siguiente formato de evaluación sensorial que se indica en el anexo1.

3.2.4.3. Análisis Físico Químicos

3.2.4.3.1. Reología

Pereira, Zhouz y hang (2016), usaron el harina de arroz como extensor cárnico en una salchicha, en su investigación indica que para llevar acabo el análisis de reología se debe utilizar un reómetro el cual contiene un software marca (Anton Paar Ltd., Austria) el cual deduce los resultados reológicos de las muestras. Además, el reómetro contiene placas de acero inoxidable donde se coloca 10 g de muestra a 20 °C a una frecuencia de exploración fija de 0,1 Hz de almacenamiento.

La reología estudia la deformación del alimento cuando es sometido a fuerzas externas. El análisis es esencial ya que sirve para conocer la viscosidad y fuerza de gel que contiene un alimento (Ramirez, 2006).

3.2.4.3.2. Actividad de agua

Cappa, James y Peerry (2018), caracterizaron las semillas y las harinas de 25 variedades de frijol, ellos consideran que las partículas de la harina de frijol deben ser de $\leq 0,5$ mm o 1.0 mm ya que su tamaño juega un papel crucial durante el periodo de hidratación involucrado en cualquier proceso, además su color es un factor importante de calidad ya que se transfiere al producto final y de esa manera se define su aceptabilidad por parte de los consumidores.

La actividad de agua es la cantidad de agua libre que se encuentra en el alimento, la cual determina la capacidad de conservación, propagación microbiana, según el método AOAC 978.18 Para realizar este análisis se colocará 0.1 g de muestra y se colocará en un higrómetro de punto de rocío AquaLab de Serie 3TE a una temperatura de 25 °C el resultado se obtendrá cuando se estabilice la lectura (Cappa et al., 2018).

3.2.4.3.3. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua de la harina de frijol se determinará basándose según el método AACC 56-11, donde se utilizará tubos ependorf los cuales serán puestos en agitación intensa en un vortex a intervalos de 30 minutos durante 1 hora a temperatura ambiente. Luego se centrifugará los tubos a 5.000 rpm durante 30 minutos a una temperatura de 15 °C, posteriormente se dejará invertidos los tubos durante 10 min para determinar la masa de precipitado obtenido y así se podrá cuantificar la cantidad de la harina de frijol blanco disuelta en el sobrenadante después de la centrifugación (AACC, 2000).

La interacción entre los ingredientes no convencionales como son los granos de frijol actúan de una manera crucial en las propiedades reológicas de los alimentos; en efecto, la capacidad de retención de agua debe tenerse en cuenta al desarrollo de nuevos alimentos (Cappa et al., 2018).

3.2.4.3.4. Humedad

El contenido de humedad se determinará de acuerdo con el método AACC44-15.02 el cual establece que el contenido de humedad es una pérdida de peso de una muestra cuando es sometido a una combinación de tiempo-temperatura, este método es aplicado a las harinas, sémolas, todo tipo de granos y productos alimenticios, el procedimiento de este método consiste en pesar 2 g de muestra,

posteriormente secarla en un tiempo de 24 horas en un horno a una temperatura de 105 °C luego dejarla enfriar en un desecador hasta que la muestra alcance un peso constante. Los resultados se establecerán como porcentaje de agua por peso de muestra (AACC, 2000).

3.2.5 Análisis estadístico

Para el experimento en estudio se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para analizar el comportamiento sensorial con la finalidad de conocer el tratamiento de mayor aceptación, al cual se le realizó un análisis reológico con 3 repeticiones, la comparación de sus promedios se dio al aplicar el test Tukey al 5 % probabilidad.

Tabla 4. Esquema de varianza sensorial (DBCA)

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Total	89
Tratamientos	2
Panelistas	29
Error experimental	58

Esquema del análisis de varianza utilizado
Gonzabay, 2020

4. Resultados

4.1 Obtención de la harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) mediante proceso de secado

Para la obtención de la harina de frijol blanco se empezó por someter la materia prima a operaciones básicas, tales como la recepción de la materia prima, limpieza y selección. Para la transformación del grano en harina se realizó una etapa de tostado en donde se expuso al grano a un tratamiento térmico en un horno de convección por 15 minutos a 65 °C para reducir la humedad presente en el grano de frijol blanco. Luego se procedió retirar la cascara del grano de manera manual, dejándolo enfriar hasta una temperatura de 32 °C para proceder a la etapa de molienda mediante el uso de un molino de sólidos marca Zonesun que permitió reducir el tamaño de partículas. El producto obtenido de la molienda fue tamizado con el uso de un tamiz de acero inoxidable número 70 (0,45 µm), dando como resultado de las operaciones realizadas la obtención de una harina de color beige y de textura suave y sin presencia de grumos, la cual fue almacenada en un lugar fresco y ventilado.

4.2 Evaluación análisis físico química de la harina de frijol blanco

La harina obtenida del procesamiento de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) fue analizada (ver anexo 4) mediante pruebas físico químicas de (capacidad de retención agua, humedad, actividad de agua. Para ello se utilizó como referencia la normativa NTE INEN 616: 2006 para harina de trigo, en donde se indica la concentración de humedad permitida. La medición de la capacidad retención de agua se justificó con la finalidad de determinar la capacidad de la harina de absorber agua durante el proceso y adicionalmente se verificó la actividad de agua como un factor relevante en las reacciones microbiológicas.

Estas propiedades son importantes analizar ya que suelen verse afectadas cuando la harina es sometida a diferentes procesos térmicos, debido a que se pueden presentar modificaciones físico químicas dentro de los productos alimenticios que pueden afectar las características físicas como es la capacidad de retención de agua, formación de espumas de gelificaciones y emulsiones. Además, estas propiedades físico-químicas le brindan una mayor consistencia y viscosidad a los productos cárnicos.

Tabla 5. Resultados de análisis físico químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos
Actividad de agua	Aw	0.547	-
Humedad	%	9.47	15% NTE INEN 616
Retención de agua	ml/g	1.95	-

Características físico-químicas de la harina frijol blanco
Gonzabay, 2020

Según los resultados que se detallan en la tabla 5, la harina de frijol blanco posee una humedad de 9.47 %, lo cual está por debajo del límite máximo de humedad del 15 % señalado por la NTE INEN 616 para harinas de consumo humano. La actividad de agua fue de 0.547 AW y la capacidad de retención de agua es de 1.95 ml de agua/g y cabe recalcar que estos parámetros no están contemplados en las normativas INEN, pero se requiere su análisis para evaluar la posibilidad de proliferación de mohos y levaduras que se desarrollan en medios húmedos

4.3 Desarrollo de tres formulaciones de un embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco

Para la elaboración de los tratamientos de embutidos tipo Frankfurt se estableció como baribales independientes; el porcentaje de carne de res, la harina de frijol

blanco y el hielo. Las combinaciones entre ambos ingredientes dieron como resultado un tratamiento 1 con 46 % de carne de res, 20 % de harina de frijol y 10 % de hielo, en el tratamiento 2 se utilizó 51 % de carne de res, 15 % de harina de frijol y 10 % de hielo y en el tratamiento 3 se utilizó con 56 de carne de res, 10 % de harina de frijol y 10 % de hielo. El resto de la formulación se completó con cantidades fijas de 9 % de carne de cerdo 2 % de harina de trigo 2.5 % de almidón, 1.6 % de sal, 0.08 % de nitrito, 0.3 % de ácido ascórbico, 0.02 % de eritorbato, 0.03 % de tripolifosfato y 0.2 % de azúcar.

Los ingredientes de cada uno de los tratamientos fueron mezclados en un cutter marca Javar, hasta observar una mezcla homogénea, para luego colocar la emulsión en un embudidor manual, para rellenar las tripas sintéticas y cocinar los embutidos en una temperatura de 78 °C. Luego se enfriaron los embutidos a baño maría y finalmente se almaceno a una temperatura de 4 °C.

4.3.1 Evaluación sensorial de los tratamientos de embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco

La elección del tratamiento con los mejores atributos sensoriales se realizó con un panel sensorial donde se utilizó una escala hedónica de 6 niveles (ver anexo 1) siendo el valor 6 la mayor calificación y el valor de 1 la más baja calificación dada por el panel sensorial. Los datos de la evaluación sensorial se agruparon en las tablas de Excel (ver anexo 2) y se evaluaron por medio de un análisis de varianza en el programa Infostat (ver anexo 3) obteniendo como resultados la media aritmética que indica la preferencia sensorial en cada parámetro y el nivel de significancia para determinar si existieron similitudes entre las muestras en estudios. En cada tratamiento se evaluaron los parámetros del sabor, color, olor y textura, registrando los resultados detallados a continuación.

4.3.1.1. Evaluación del sabor de los tratamientos

El resultado de la evaluación del sabor de parte del panel sensorial, permitió realizar el análisis de varianza (ver anexo 3) en donde se registró un nivel de significancia de <0.0001 , con un coeficiente de variación (CV) de 13.69 y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.22, lo cual refleja que el sabor entre las 3 muestras evaluadas es diferente entre sí. El tratamiento 2 obtuvo la mayor preferencia en el sabor con una media estadística de 5.73, seguido del tratamiento 1 con una media de 5.03, y dejando al tratamiento 3 en el último nivel de preferencia con una media de 4.87, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados del análisis de varianza del sabor

Tratamientos	Media	Panelistas	Error experimental
Tratamiento 1	5.03	30	0.13 B
Tratamiento 2	5.73	30	0.13 A
Tratamiento 3	4.87	30	0.13 B

Nivel de significancia menor a 0.05 señala diferentes entre los tratamientos
Gonzabay, 2020

En la figura 3, se observa el mayor nivel de aceptación del sabor por parte del tratamiento 2, debido a que registró la media más cercana al valor de 1, considerada como el mayor nivel de aceptación en la escala hedónica de 6 niveles.

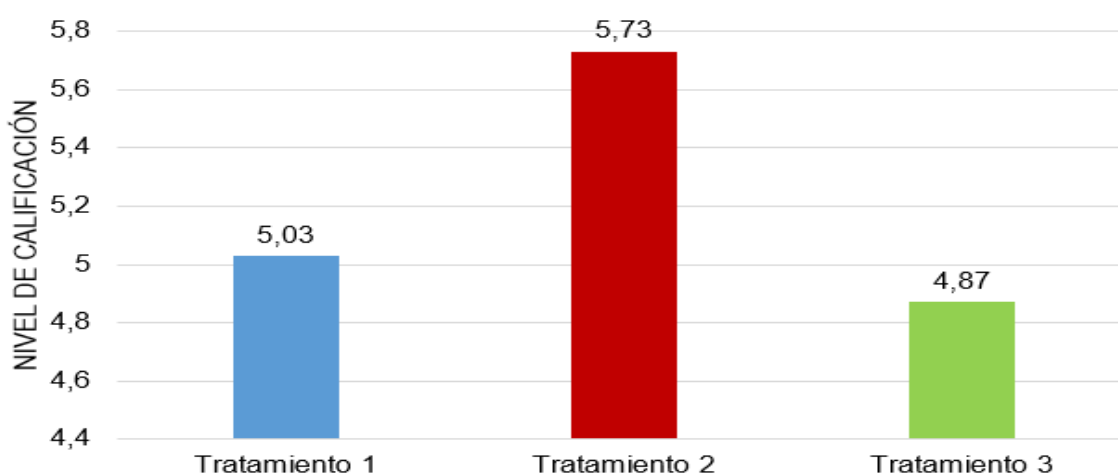


Figura 3. Resultados de la evaluación del sabor según el panel sensorial
Gonzabay, 2020

4.3.1.2. Evaluación del color de los tratamientos

La evaluación del color realizada por el panel sensorial, dio como resultado un nivel de significancia de <0.0001 (ver anexo 3), con un coeficiente de variación (CV) de 13.17 y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.31, lo cual refleja que el sabor entre las 3 muestras evaluadas es diferente entre sí. El tratamiento 2 obtuvo la mayor preferencia en el color con una media estadística de 5.70, seguido del tratamiento 1 con una media de 5.20, y dejando al tratamiento 3 en el último nivel de preferencia con una media de 4.60, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados del análisis de varianza del color

Tratamientos	Media	Panelistas	Error experimental
Tratamiento 1	5.20	30	0.12 B
Tratamiento 2	5.70	30	0.12 A
Tratamiento 3	4.60	30	0.12 C

Nivel de significancia menor a 0.05 señala diferentes entre los tratamientos
Gonzabay, 2020

En la figura 4, se observa el mayor nivel de aceptación del color por parte del tratamiento 2.

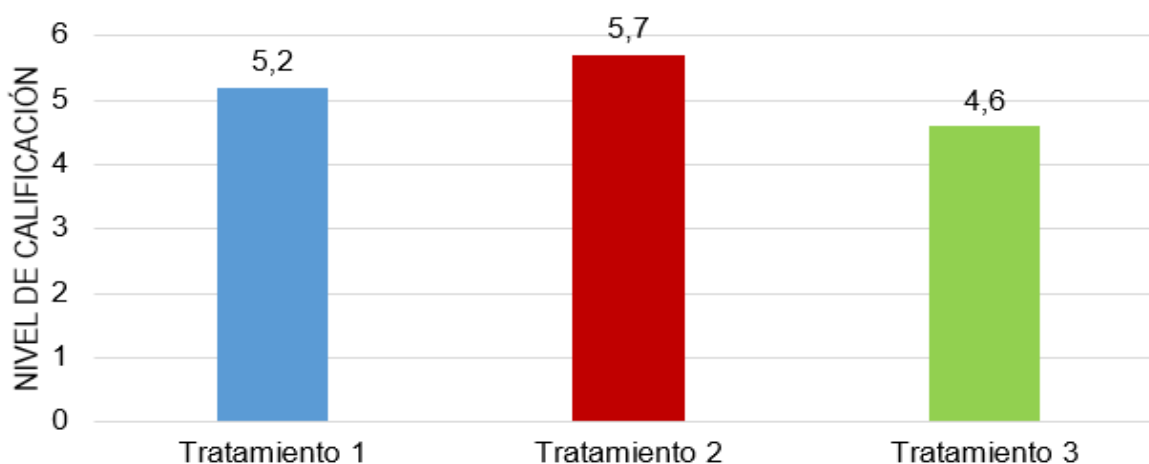


Figura 4. Resultados de la evaluación del color según el panel sensorial
Gonzabay, 2020

4.3.1.3. Evaluación del olor de los tratamientos

El resultado de la evaluación del olor de parte del panel sensorial, permitió realizar el análisis de varianza (ver anexo 3) en donde se registró un nivel de significancia de <0.0001 , con un coeficiente de variación (CV) de 11.56 y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.27, lo cual refleja que el sabor entre las 3 muestras evaluadas es diferente entre sí. El tratamiento 2 obtuvo la mayor preferencia en el olor con una media estadística de 5.73, seguido del tratamiento 3 con una media de 5.00, y dejando al tratamiento 1 en el último nivel de preferencia con una media de 4.93, tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del análisis de varianza del sabor

Tratamientos	Media	Panelistas	Error experimental
Tratamiento 1	4.93	30	0.11 B
Tratamiento 2	5.73	30	0.11 A
Tratamiento 3	5.00	30	0.11 B

Nivel de significancia menor a 0.05 señala diferentes entre los tratamientos
Gonzabay, 2020

En la figura 5, se observa el mayor nivel de aceptación del olor por parte del tratamiento 2.

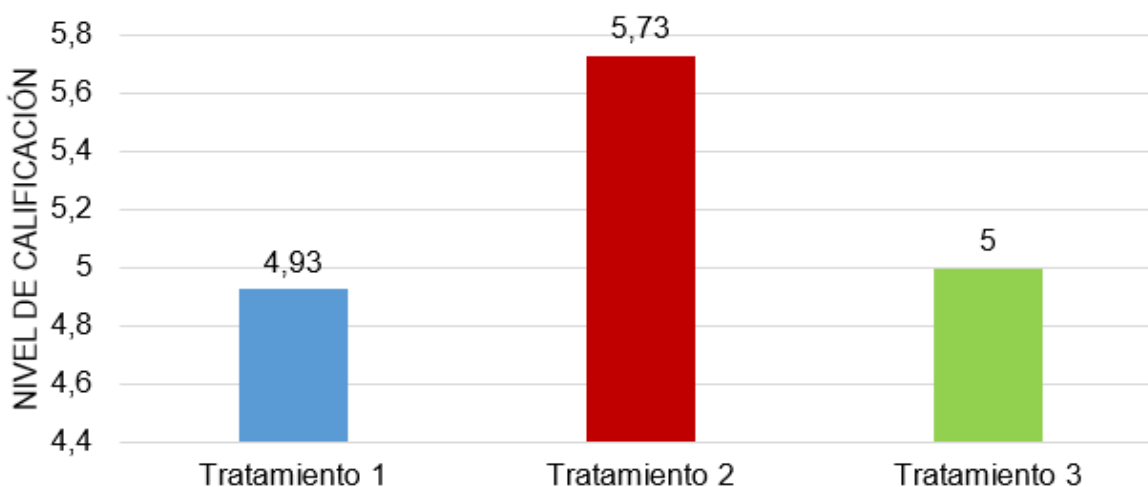


Figura 5. Resultados de la evaluación del olor según el panel sensorial
Gonzabay, 2020

4.3.1.4. Evaluación de la textura de los tratamientos

La evaluación de la textura realizada por el panel sensorial, dio como resultado un nivel de significancia de <0.0001 (ver anexo 3), con un coeficiente de variación (CV) de 14.32 y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.30, lo cual refleja que el sabor entre las 3 muestras evaluadas es diferente entre sí. El tratamiento 2 obtuvo la mayor preferencia en la textura con una media estadística de 5.57, seguido del tratamiento 1 con una media de 4.67, y dejando al tratamiento 3 en el último nivel de preferencia con una media de 4.57, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados del análisis de varianza del color

Tratamientos	Media	Panelistas	Error experimental
Tratamiento 1	4.67	30	0.13 B
Tratamiento 2	5.57	30	0.13 A
Tratamiento 3	4.57	30	0.13 B

Nivel de significancia menor a 0.05 señala diferentes entre los tratamientos
Gonzabay, 2020

En la figura 6, se observa el mayor nivel de aceptación de la textura del tratamiento 2.

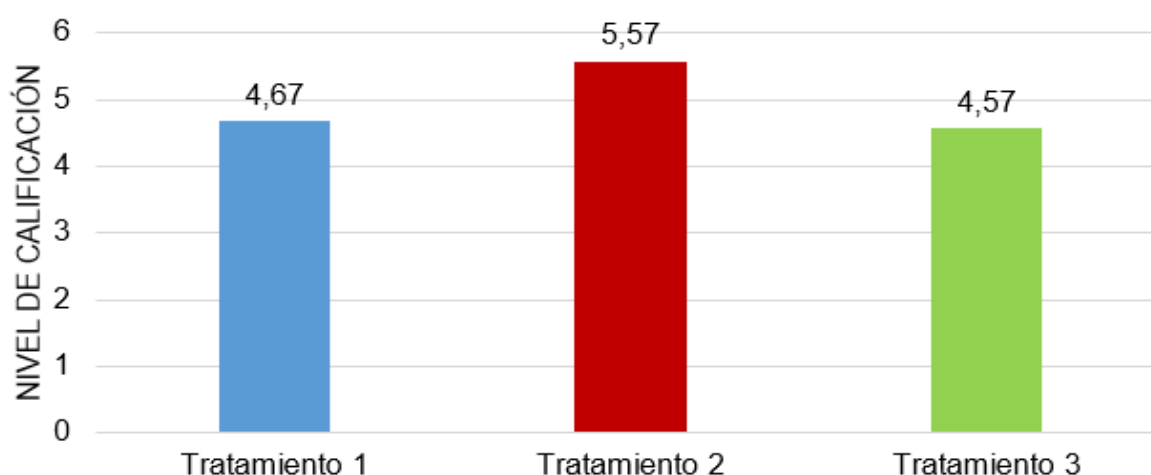


Figura 6. Resultados de la evaluación de la textura según el panel sensorial
Gonzabay, 2020

4.3.1.5 Resumen de las medias

En la tabla 10, se observa que el tratamiento 2 del embutido tipo Frankfurt registró el mayor nivel de aceptabilidad en los parámetros del sabor, color, olor y textura de parte del panel sensorial al presentar una media global de 5.68, siendo la media más cercana a 6, en segundo lugar, se registró al tratamiento 1 con una media global de 4.96, siendo el tratamiento la formulación con menor aceptabilidad sensorial con una media global de 4.76

Tabla 10. Resumen de medias estadísticas

Tratamientos	Sabor	Color	Olor	Textura	Promedio global
Tratamiento 1	5,03	5,2	4,93	4,67	4,96
Tratamiento 2	5,73	5,7	5,73	5,57	5,68
Tratamiento 3	4,87	4,6	5	4,57	4,76

Nivel de significancia menor a 0.05 señala diferentes entre los tratamientos
Gonzabay, 2020

En la figura 7, se comparan todas las medias obtenidas, validando el mayor nivel de aceptabilidad del tratamiento 2 en los parámetros evaluados en relación a los tratamientos 1 y 3.

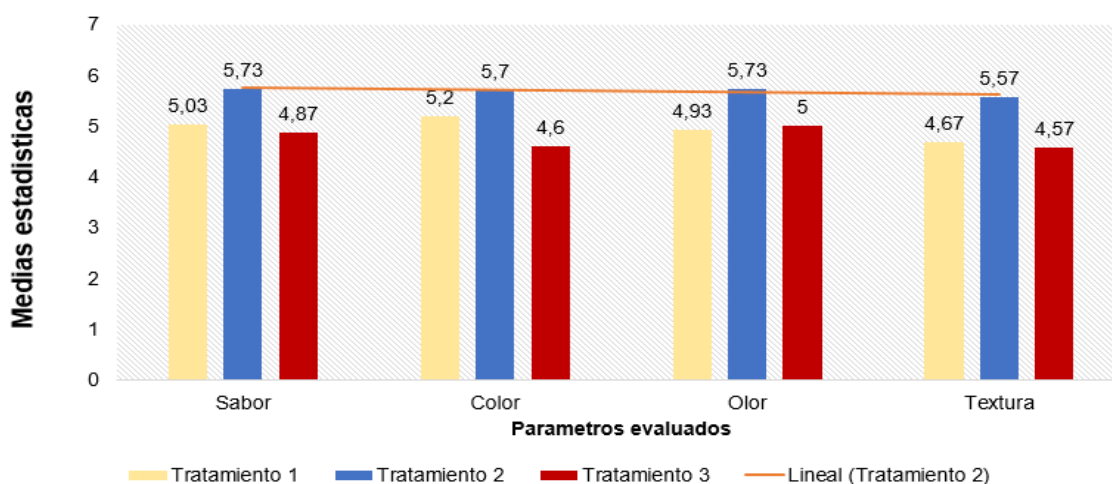


Figura 7. Resumen de las medias estadística
Gonzabay, 2020

4.3.2 Evaluación de la textura por medio de análisis reológico en el tratamiento de mayor aceptación sensorial

El tratamiento 2 del embutido tipo Frankfurt al haber sido elegido como el tratamiento con los mejores atributos sensoriales fue evaluado en su textura en los laboratorios Lemat – Espol en un ambiente de temperatura controlada de 25°C por medio de un análisis reológico. El estudio reológico permite definir las características de la masa, estableciendo su calidad. Este tipo de procedimiento permite determinar la capacidad de hidratación que posee la harina y el tiempo que tomará la formación de la masa, debido a que en el campo y la industria alimenticia las pruebas reológicas permiten determinar la calidad de las harinas mediante pruebas de viscosidad elasticidad y torsión.

Para ello se utilizó reómetro de cojinete neumático (EM -097) de marca MALVEN, modelo kinexus pro, con sistema de medición: plato – plato (ver anexo 4). Para la lectura e interpretación de los datos se debe tener en cuenta los siguientes detalles técnicos:

- Modelo elástico: permite medir la capacidad elástica de la muestra evaluada.
- Modelo viscoso: permite medir la capacidad de la muestra para disipar energía.
- Angulo de fase: resistencia a la deformación.
- Deformación de corte: porcentaje de la masa alterada en su estructura o forma por la aplicación de fuerzas externas.

Los resultados reológicos se recogieron utilizando el sistema de medición, el cual contiene una configuración geométrica que se encargó de controlar la temperatura del ambiente, aplicar y medir amplios rangos de esfuerzo,

deformación, velocidad de deformación y las ondas de modulo viscoso y el módulo elástico.

4.3.2.1. Resultados del módulo elástico y viscoso del tratamiento en estudio

Todos los alimentos presentan una conducta viscoelástica frente a la aplicación de carga o de un peso añadido por un tiempo determinado, lo cual puede provocar que el alimento tienda a deformar su forma inicial. El uso de harinas en la elaboración de embutidos se lo realiza con la finalidad de aprovechar su aporte proteico el cual brinda capacidad de hidratación y formación de emulsiones que aumenta la viscosidad del alimento.

El ensayo de reología permitió determinar el comportamiento del embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco frente a fuerzas cortantes paralelas ejecutadas por el reómetro de cojinete neumático, logrando evaluar la viscoelasticidad de la masa del embutido. Para efectos de obtener un resultado con mayor precisión se evaluaron 3 muestras del tratamiento 2, para lograr obtener los resultados detallados en la tabla 11.

Cada muestra del tratamiento 2 fue sometida a ciclos de deformaciones como son las curvas ascendente y descendente de esa manera se pudo determinar la viscosidad y la elasticidad frente a fuerzas cortantes.

Tabla 11. Resultados del módulo viscoso y módulo elástico del tratamiento en estudio

Muestra	Módulo elástico	Módulo viscoso	Angulo de fase δ (°)	Deformación de corte (%)
Muestra1	(251000 - 1950)	(22800 - 1950)	(5.18 - 62.61)	0.1 -10
Muestra 2	(300100 - 1170)	(32600 - 1650)	(6.18 – 65.93)	0.1 -10
Muestra 3	(231000 - 1600)	(25700 - 2760)	(6.36 – 59.99)	0.1 -10

Resultados de la capacidad viscoelástica de las muestras en estudio
Gonzabay, 2020

Los resultados de la tabla 11 (ver anexo 4) indica que a medida que fue acrecentándose el ángulo de fase por acción de la fuerza en el corte del embutido, la viscosidad y la elasticidad de la muestra 3 tiende a disminuir en relación al resultados inicial, tal como se observa en la columna del módulo viscoso, lo cual indica que la masa del embutido es resistente a la presión del corte llegando a generar niveles de deformación de corte inferiores al 10 % del total de la masa en estudio. La elasticidad de la masa aumenta de manera gradual lo cual indica que la masa de embutido logra captar energía que le permite retornar a su estado inicial sin sufrir deformaciones en su estructura. Lo cual se demuestra al revisar la columna del módulo viscoso donde se puede observar en el resultado de la muestra 3, a medida que aumenta el ángulo de fase la viscosidad va retornando poco a poco a su estado inicial.

5. Discusión

Se obtuvo la harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) mediante proceso de secado del frijol en un horno de convección por 15 minutos a 65 °C para reducir la humedad y que posteriormente fue triturado en un molino de sólidos y tamizado en un tamiz de acero inoxidable número 70 (0,45 µm), permitiendo obtener una harina de color beige y de textura suave y sin presencia de grumos.

Según Cerón, Guerra, Legarda, Enríquez y Pismag (2016) se logró elaborar harinas sucedáneas mediante el uso de quinua. La obtención de la harina se dio por secado a una temperatura promedio de extrusión de 105 °C con una velocidad de tornillo de 150 rpm con una humedad de 25 a 30 %, logrando obtener una harina blanca y dulce. En relación a lo mencionado por los autores citados cabe mencionar que la humedad final no debe superar del 15 %, debido a que esto incide en el desarrollo de microorganismo que perjudican la vida útil de la harina, por lo cual, los autores mencionados tendrían que ajustar los tiempos y métodos de secado para reducir la humedad.

Torres, González, Acevedo, y Jaimes (2016), realizaron una investigación en donde utilizaron 5 % de harina de lenteja (*Lens culinaris*) como extensor cárnico en un embutido tipo salchicha. Para ello se sometió el grano de arveja a un proceso de deshidratación en horno convencional a 60 °C por 3 horas y posteriormente fue triturada para obtener una harina de color verde claro que fue utilizada en las formulaciones de los embutidos. En relación a lo señalado Torres, González, Acevedo, y Jaimes (2016), cabe mencionar que estos autores no indican haber tamizado el producto de la molienda, lo cual es un requisito necesario para la obtención de harina, tal como lo indica la norma INEN 616 para harinas. Por lo cual

es importante aclarar que el tamizado es esencial para evitar utilizar un producto grumoso que posteriormente afecte la textura del producto a elaborar.

Se ejecutaron análisis físico químicos en la harina de frijol elaborada por el método de secado obteniendo como resultado una humedad de 9.47 %, además de una actividad de agua fue de 0.547 Aw y la capacidad de retención de agua es de 1.95 ml de agua/g. Los investigadores García, Cabrera, Ballestas, y Campo (2019), en su investigación analizaron las propiedades físico químicas y funcionales de la harina de frijol variedad (*Phaseolus lunatus L.*), señalando que la harina contiene 10.2 % de proteínas, una actividad de agua de 0.3 % y una humedad de 13 % , siendo utilizada en la elaboración de productos de panadería como sustituto parcial de la harina de trigo. En base a lo mencionado por los autores citados es necesario recalcar que una harina que sustituirá parcial o totalmente a la harina de trigo debe reunir propiedades viscoelásticas, además de su aporte nutricional y propiedades físico químicas.

En el caso de la harina de frijol su uso es de mejorar un embutido cárnico por lo cual los análisis realizados sirven para evidenciar su calidad fisicoquímica. De igual manera García, Cabrera, Ballestas y Campo (2019), analizaron el uso de harina de frijol blanco en el ámbito agroalimentario, para ello analizaron el valor bromatológico de la harina por medio de pruebas físico químicas señalando una humedad de 16 %, una actividad de agua de 0.7 y una baja capacidad de absorción de agua por la ausencia de gluten. Al analizar los resultados del estudio de García, Cabrera, Ballestas, y Campo (2019) se puede constatar una humedad del 16 %, lo cual según la norma INEN 616 es un valor que favorece la proliferación de mohos y levaduras. Sin embargo, estos son factores ajustables en su proceso de elaboración, lo cual no descarta el uso de la harina de frijol para fines alimenticios.

Se desarrollaron tres formulaciones de un embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco. En el tratamiento 1 se usó 20 % de harina de frijol, en el tratamiento 2 se usó 15 % y en el tratamiento 3 se usó 10 % de la harina elaborada. Y mediante un panel sensorial se indicó que el tratamiento 2 posee la más alta aceptabilidad en color, sabor, olor y textura. Por lo cual se evaluó la textura en este tratamiento mediante análisis de reología con pruebas de viscosidad y elasticidad que indicaron que a medida que la presión de corte aumenta, la masa del embutido no sufrió deformaciones de viscosidad. Además, el análisis de la elasticidad indica que a medida que aumenta la frecuencia de ondas la masa de embutido logra captar energía que le permite retornar a su estado inicial sin sufrir deformaciones en su estructura.

Según González (2015), muestran varios tratamientos de embutidos con el uso de un extensor cárnico a base de harina de arveja, se basó en 3 tratamientos utilizando carne, grasa, harina de arveja, condimentos, hielo y conservantes. Como prueba del análisis sensorial se determinó que el tratamiento con 15 % de harina de arveja presentó la mayor aceptación, además no se mostró un análisis cualitativo de su textura.

Según lo mencionado por los autores citados cabe mencionar que la harina utilizada en proporciones menores al 20 % de la formulación total no afecta las propiedades sensoriales del embutido, siendo un ingrediente útil para la elaboración de los embutidos por sus propiedades físico químicas y reológicas.

Torres, González, Acevedo, y Jaimes (2016), realizaron una investigación en donde utilizaron 5% de harina de lenteja (*Lens culinaris*) como extensor cárnico en un embutido tipo salchicha La salchicha elaborada con harina de lenteja (*Lens Culinaris*) presentó valores de $29,9 \pm 3,80$ N en comparación con la salchicha

comercial la cual mostro una textura de $31,90 \pm 3,15$ N sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de salchichas. Al analizar los datos de los autores citados cabe mencionar que en su evaluación de la textura para medir la incidencia de la harina en la formulación no se cuenta con pruebas de viscoelasticidad, lo cual permite señalar el comportamiento de la masa frente a la acción generada al momento del corte o por acción de fuerzas, siendo afectada la estructura del producto en el caso de no contar con una buena elasticidad. Por ello se señala la necesidad de aplicar estas pruebas para validar el uso de un extensor cárnico, tal como se aplicó en este estudio.

6. Conclusiones

El análisis de los resultados permitió establecer las siguientes conclusiones

Se elaboró harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) mediante proceso de secado del frijol en un horno de convección por 15 minutos a 65 °C para reducir la humedad y que posteriormente fue triturado en un molino de sólidos y tamizado en un tamiz de acero inoxidable número 70 (0,45 µm), permitiendo obtener una harina de color beige y de textura suave y sin presencia de grumos, concluyendo que es viable el uso del frijol blanco para la obtención de una harina alterna.

La harina de frijol elaborada por el método de secado se evaluó en su calidad físico química registrando una actividad de agua fue de 0.547 Aw, junto a una humedad de 9.47 % y la capacidad de retención de agua fue de 1.95 ml de agua/g., concluyendo que la harina frijol cumple con las especificaciones de humedad que indica la normativa INEN 616, lo cual valida su uso como ingrediente farináceo en la elaboración de alimentos procesados.

Se desarrollaron tres formulaciones de un embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco, utilizando 20 % de harina de frijol en el tratamiento 1, se usó 15 % en el tratamiento 2 y en el tratamiento 3 se usó 10 % de la harina de frijol blanco y mediante un panel sensorial se indicó que el tratamiento 2 registró los mayores niveles de aceptabilidad en color, sabor, olor y textura. Posteriormente se analizó la viscoelasticidad en la textura del tratamiento de mayor aceptabilidad 2 dando como resultado que la aplicación de fuerzas de corte y la frecuencia de ondas causadas por el equipo reómetro de cojinete neumático no afectaron la viscoelasticidad del embutido concluyendo que el uso de harina de frijol blanco como extensor cárnico es una opción viable que favorece las propiedades viscoelásticas del embutido.

7. Recomendaciones

El análisis de los datos obtenidos en la investigación permitió desarrollar las siguientes recomendaciones:

En el proceso de elaboración de la harina de frijol blanco se sugiere realizar un análisis de granulometría para determinar si la harina obtenida cumple con las disposiciones del Codex STAN 152-1985 para productos farináceos.

Se sugiere realizar pruebas microbiológicas y nutricionales a la harina de frijol blanco para evaluar su calidad nutricional e inocuidad previo a su utilización en la elaboración de productos alimenticios.

Se recomienda el uso de la harina de frijol en la elaboración de productos alimenticios, sin embargo, por su carencia de gluten se recomienda utilizarla únicamente como sustituto parcial de la harina de trigo, debido a que el gluten presente en el trigo permite desarrollar en el alimento una capacidad espesante y de estabilizar las suspensiones favoreciendo a las industrias, permitiendo estabilidad en la viscoelasticidad de los productos elaborados.

La prueba de viscoelasticidad demostró la viabilidad del uso de la harina de frijol como extensor cárnico al favorecer la textura del embutido, por lo cual se sugiere utilizar esta harina en la formulación de nuevos productos cárnicos.

8. Bibliografía

- AACC. (2000). *AACC Approved Methods of Analysis*. Recuperado de <https://methods.aaccnet.org>
- Acosta, J.A., Campos, R., Cruz, R., Feregrino, A., Guevara, R., & Loarca, G. (2013). *Avance y tecnología alimentaria en México*. Tamaulipas, México: Editorial Plaza y Valdes.
- Acosta, J., Jimenez, Y., Anaya, J., & Padilla, I. (2018). *Producción de frijol de tipo Azufrado Peruano bajo riego en Guanajuato*. Celaya, México: Editorial Progreso.
- Albarracin, W., Acosta, L., & Sanchez, I. (2010). Elaboracion de un producto carnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol comun. *Revista Vitae*, 17(3), 264-271. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
- Alvarez, M., Hernandez, G., & Rosas, B. (2018). Influencia de la sal en las características reológicas de las masas. *Revista Ciencia y tecnología de alimentos*, 28(1), 36-40. Recuperado de <http://revcitecal.iiia.edu>
- Andújar, G., Guerra, M., & Santos, R. (2000). *La utilización de extensores cárnicos*. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved>
- Apáez, P., Salvador, J., & Rodriguez, M. (2013). Producción de vaina verde en frijol chino y tipo de espaldera en clima cálido. *Revista Chapingo*, 19(1), 129-140. doi:<http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.09.035>
- Arias, R., Keim, J., Velásquez, A., Vargas, B. (2016). ¿Son los ácidos grasos de la carne y la leche bovina nocivos para la salud de las personas? *Revista chilena de nutrición*, 43(4). Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl>
- Baigorri, H. (2014). *Desarrollo y crecimiento de cultivares de soja en función de la fecha de siembra y su importancia en la economía*. Provincia de Bolivar.

- Boletín técnico cultivos de cosecha gruesa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones>
- Basantes, E.R. (2015). *Manejo de cultivos andinos del ecuador*. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Bellina, B. (2010). *50 Years of Archaeology in Southeast Asia: Essays in Honour of Ian Glover*. River Books Press Dist A C. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301653333_50_Years_of_archaeology_in_Southeast_Asia_Essays_in_Honour_of_Ian_Glover
- Blanco, Y., Durañona, H., & Acosta, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Revista Cultivos Tropicales*, 37(4), 105-114. Recuperado de [doi:http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13900.21127](http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13900.21127)
- Bohórquez, U. (2014). Proyecto para la determinación de costos de calidad en una planta procesadora de embutidos. *Revista tecnológica*, 2-3. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1643>
- Bolivar, M. (2007). Manejo de granos en almacenamiento, causas de deterioro y prevención. *Revista Tecnologia* 15(1), 180-184. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?la07050>
- Canoura, J. (2017). Elaboración de masas, pastas, precocinados y cocinados de pescado . Biblioteca virtual UAE - IC Editorial, 2013. ProQuest Ebook Central. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Cappa, C., James, K., & Peery, K. (2018). Seed Characteristics and Physicochemical Properties of Powders of 25 Edible Dry Bean Varieties. *Food chemistry*, 253, 305-313. <https://www.sciencedirect.com>

- Capuz, N., & Pilamala, A. (2015). Elaboración de salchicha escaldada con sustitución parcial de harina de trigo por harina de amaranto. *Ciencia e Alimentación*, 23(1), 5-10. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec>
- Castro, G. (2016). *Estudio de la funcionabilidad de las semillas de frijol expuestas a radiación*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://www.scielo.org>
- Cerón, C., Guerra, L., Legarda, J., Enríquez, M., & Pismag, Y. (2016). Efecto de la extrusión sobre las características físico-químicas de harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 92-99. Recuperado de <http://www.scielo.org>
- Chandra, M., Wong, C., & Arcot, J. (2016). The Potential Use of Fermented Chickpea and Faba Bean Flour as Food Ingredients. *Revista Planta de Alimentos*, 71(1), 90-95. Recuperado de <https://link.springer.com>
- Ciencia y Tecnología de Alimentos. (2017). Investigaciones para la Industria Alimentaria Instituto. Biblioteca virtual UAE - Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, 2014. ProQuest Ebook Central. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uagar>.
- Codex alimentarius. (1987). *Cuarta reunión del comité de proteínas*. Washington: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org>
- Costamagna, F. (2014). *Alimentación saludable primera prevención*. Argentina: Biblioteca virtual UAE - Ediciones UNL, 2014. ProQuest Ebook Central,. Recuperado de <https://www.unl.edu.ar/editorial>
- Diario vasco. (18 de Marzo de 2016). Cinco tipos de salchichas que deberías haber probado. *Guía Gastronómica*. Recuperado de <http://guiagastronomika>.

diariovasco.com/noticias/cinco-tipos-salchichas-que-deberias-haber-probado-201603181328.php

El Comercio. (23 de Abril de 2011). 4 variedades de fréjol se consumen. *Negocios*.

Recuperado de <https://www.elcomercio.com>

FAO. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Santiago de

Chile: Oficina regional de la fao para america latina y el caribe. Recuperado

de <http://www.fao.org/3/x5027s/x5027S00.htm#Contents>

Fernandez, A., & Sanchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México.

Revista Electrónica Nova Scientia, 9(18), 133-148. Recuperado de

doi:<http://dx.doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>

Fernández, J. (2017). *Cocina española e internacional*. UF0071: Biblioteca virtual

UAE. proQuest Ebook Central. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest>

Fira, M. (2001). Origen del frijol blanco. Folleto Técnico No.36. Centro de investigación regional norte centro, Campo experimental valle del Guadiana.

SAGARPA-INIFAP. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication>

Gálvez, A., Salinas, G. (2015). El papel del frijol en la salud nutrimental de la población mexicana. *Revista digital universitaria*, 16(2). Recuperado de

http://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2294/art12_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garcés, K. (14 de Abril de 2018). Embutidos de origen animal: sus ingredientes y efectos en la salud. Revista *Biomanantial*. Recuperado de

<https://www.biomanantial.com>

- Garcia, E. (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Managua, Nicaragua*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- García, M. (2015). *Preparación de materias primas*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uagrariaecsp/detail.action?docID=4849906>. Biblioteca virtual UAE - (MF 0543_1), IC Editorial. ProQuest Ebook Central.
- Garcia, O., Acevedo, L., & Ruiz, J. (2013). Efecto de adición de la harina de *Phaseolus vulgaris* sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bologna. *Gaceta de ciencias veterinarias*, 18(22), 47- 54. Recuperado de [eResearchgate.net/publication/329403954_Efecto_de_adicion_de_harina_de_Phaseolus_vulgaris_sobre_las_propiedades_fisicoquimicas_y_sensoriales_de_la_bologna](https://www.researchgate.net/publication/329403954_Efecto_de_adicion_de_harina_de_Phaseolus_vulgaris_sobre_las_propiedades_fisicoquimicas_y_sensoriales_de_la_bologna)
- Garcia, Y., Cabrera, D., Ballestas, J., Campo, M. (2019). Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecnológicas de la harina de frijol blanco (*Phaseolus lunatus L.*) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *Revista científica Inge cuc*, 15(2), 10- 12. Recuperado de <https://revistascientificas.cuc.edu.co>
- Giordano, J. (2017). Cosecha de poroto mung (*Vigna radiata (L.) Wilczek*). Alternativas para mejorar su recolección. Recuperado de <file:///C:/Users/DELL/Downloads/CosechaDePorotoMung.pdf>
- González, J. (2015). *Alteraciones de calidad en carne fresca envasada de cerdo y vacuno*. Eurocarne. Recuperado de <https://www.researchgate.net>
- González, D., Giraldo, E., Restrepo, D. (2015). Evaluación sensorial e instrumental de textura de salchichones tipo estándar que contienen un extensor cárnico

de pasta de pollo. *Revista Vitae*, 22(2). 101-110. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v22n2/v22n2a4.pdf>

González, S. (2017). *Breve historia de los alimentos y la cocina*. Biblioteca Virtual UAE. ExLibric, 2017. ProQuest Ebook Central. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uagrariaecsp/detail.action?docID=4870227>. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

Hernández, S. (2016). Efecto de la Adición de Harina de Cascara de Naranja sobre las Propiedades Físicoquímicas, Texturales y Sensoriales de Salchichas Cocidas. *Nacameh* 4(1), 23-36. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es>

Hleap, J., Cardona, L., Agudelo, J., & Gomez, A. (2015). Parámetros físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de salchichas elaboradas con inclusión de quitosano. *UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 18(2), 455-464. Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co>

INEN 1338. (2012). *Carne y productos cárnicos*. Ecuador: Instituto ecuatoriano de normalización. Recuperado de <https://181.112.149.204/buzon/normas/1338-3.pdf>

Jímenez, F. (2015). *Principios basicos de elaboracion de embutidos*. Madrid - España: Ministerio de agricultura pesca y alimentacion secretaria general de estructuras agrarias. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_04.pdf

Liebman, M. (1997). *Sistemas de policultivos*. Habana: Agroecologia Bases científicas para una agricultura sustentable. Recuperado de <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOPolicultivos.pdf>

Maqueira, L., Rojan, O., Mesa, S., & Noval, W. (2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) En la localidad de los

- palacios. *Revista Cultivos Tropicales*, 38(3), 58-63. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258->
- Mayer, M. (2014). *Control de calidad de productos agropecuarios*. México: Trillas. Recuperado de https://www.biblio.uade.edu.ar/client/es_
- Meneses, S., Molina, D., & Vargas, J. (2011). Derivados cárnicos como alimentos funcionales. *Revista lasallista de investigación*, 8(2), 163-172. Recuperado de <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/51>
- Miquilena, E., & Higuera, A. (2012). Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 730-740. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4690191>
- Miranda, P., Marrugo, Y., & Montero, P. (2013). Caracterización Funcional del Almidón de Fríjol Zaragoza (*Phaseolus Lunatus L.*) y Cuantificación de su Almidón Resistente. *Revista Tecnológicas*, 30, 17-32. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012377992013000100002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Núñez, D. (2017). *Estudio de la Factibilidad Técnica y Económica de una Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de otros Cereales aplicado en la Industria Galletera*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Ospina, S. (2015). Derivados cárnicos como alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(8), 163-172. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69522607018.pdf>
- Panama-INCAP/OPS. (2015). *Cereales y sus Productos*. Recuperado de <http://www.depadresahijos.org/INCAP/cereales.pdf>.

- Peña, M., Mendez, B., & Guerra, M. (2015). Desarrollo de productos cárnicos funcionales: utilización de harina de quinua. *Revista Alimentos, Ciencia e Investigación*, 23(1), 21-36. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu>
- Peña, W., Quintero, N. (2019). Modelamiento de respuestas farinográficas de masas de harinas compuestas yuca-trigo adicionadas del hidrocoloide xantan. *Revista Agrollanía de ciencia y tecnología*, 18, 21-28. Recuperado de [file:///C:/Users/DELL/Downloads/790-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2929-1-10-20191104%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/790-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2929-1-10-20191104%20(1).pdf)
- Pereira, C., Zhou, G., & Zhang, W. (2016). Effects of Rice Flour on Emulsion Stability, Organoleptic Characteristics and Thermal Rheology of Emulsified Sausage. *Journal of food and nutrition research*, 4(4), 216-222. doi:10.12691/jfnr-4-4-4
- Ramirez, J. (2006). *Fundamentos de reología de Alimentos*. Cali, Colombia: JSR e-Books. Recuperado de <https://tarwi.lamolina.edu>
- Ramos, D; San Martin, V; Rebatta, M; Arbaiza, T; Salva, B; Caro, I & Mateo, J. (2014). Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. *Revista Salud y tecnología veterinaria*, 2(2), 120-128. doi.org/10.20453/stv.v2i2.2249
- Ramos, N., Farias, M., Almada, C., & Crivaro, N. (2004). Estabilidad de Salchichas con Hidrocoloides y Emulsificantes. *Revista información tecnológica*, 15(4), 91-94. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642004000400013>
- Sharma, A., Jhri, B., Sharma, A., & Glick, B. (2003). Plant growth-promoting bacterium *Pseudomonas* sp. strain GRP3 influences iron acquisition in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilzeck). *Revista Soil Biology and Biochemistry*, 35(7), 887-894. doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00119-6

- Sherwood, S. (2014). *Cultivo de granos andinos en Ecuador Informe sobre los Rubros quinua, chocho y amaranto*. Quito, Ecuador: Editorial Abya-Yala.
- Stephan, A., Ahlborn, J., Zajul, M., & Zorn, H. (2018). Edible mushroom mycelia of *Pleurotus sapidus* as novel protein sources in a vegan boiled sausage analog system: functionality and sensory tests in comparison to commercial proteins and meat sausages. *European Food Research and Technology*, 244(5), 913- 924. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-017-3012-1>
- Thai, K. (2002). El Tao de la comida. Aspectos religiosos y filosóficos de la cocina asiática. *Revista Las religiones y la comida*, 231- 252. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1109336>
- Tirado, F., Acevedo, D., & Montero, P. (2016). Características composicionales, microbiológicas y de textura del salchichón cervecero comercializado en cartagena, colombia. *Revista Interciencia*, 41(1), 55-59. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33943362009.pdf>
- Torres, J., González, K., Acevedo, D., Jaime, J. (2016). Efecto de la utilización de harina de *Lens culinaris* como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *Revista Tecnura* 20(49), 15- 28. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257047577002.pdf>
- Ulloa, J., Rosas, P., & Ramirez, J. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuentes* (8), 5-8. Recuperado de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>
- USDA. (2013). *Los Embutidos y la Inocuidad de los Alimentos*. Recuperado de <https://www.usda.gov>

- Vizgarra, O., Gonzales, S., Espeche, C., Mendez, D., & Ploper, D. (2014). Evaluaciones preliminares de variedades de poroto mungo (*Vigna radiata*) en Tucumán. *Revista Avance Agroindustrial*, 2(32), 30-34. Recuperado de <http://www.eeaoc.org.ar/mobile/av35-2/v35n2a08.html>
- Zapata, J., Portillo, M., & Vera, J. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*chenopodium quinoa w.*). *Revista Científica y Tecnológica*, 15(2), 67-71. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321509509_Evaluacion_fisicoquimica_y_sensorial_de_salchichas_con_inclusion_de_harina_de_quinoa_Chenopodium_quinoa_W
- Zumaran, E., Juárez, M., Mancillas, J., Ávila, M., Leyva, A. (2017). Desarrollo de un pay de harina de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades nutricionales. *Revista Investigación y ciencia*, 25(71), 27-33. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67452917004.pdf>

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial

EVALUACION SENSORIAL PARA EL EMBUTIDO TIPO FRANKFURT				
NOMBRE _____		FECHA _____		
<p>Frente a usted se presenta tres muestra de embutido tipo Frankfurt por favor observe y deguste cada una de ellas. Por favor indique el agrado de cada atributo, según el puntaje.</p>				
<p>6: Me gusta muchísimo 5: me gusta mucho 4: me gusta moderadamente 3: Ni me gusta ni me disgusta 2: Me disgusta moderadamente 1: Me disgusta mucho</p>				
Por favor califique la muestra según el criterio de los puntajes				
Tratamiento	Sabor	Color	olor	Textura
T1				
T2				
T3				
Observación:				

Figura 8. Escala hedónica de 6 niveles
Gonzabay, 2020

9.2 Anexo 2. Datos de la evaluación sensorial

Tabla 12. Evaluación sensorial del tratamiento 1

	Tratamiento 1			
	Sabor	Color	Olor	textura
Tratamiento 1	4	4	4	4
Tratamiento 1	4	4	5	5
Tratamiento 1	6	6	6	6
Tratamiento 1	5	5	5	5
Tratamiento 1	6	6	6	6
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	4	5	4	4
Tratamiento 1	6	6	6	6
Tratamiento 1	5	5	5	5
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	5	5	5	6
Tratamiento 1	4	4	4	4
Tratamiento 1	6	6	6	6
Tratamiento 1	4	4	4	4
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	6	4	4	4
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	6	5	5	5
Tratamiento 1	6	5	5	6
Tratamiento 1	6	6	6	4
Tratamiento 1	5	4	4	4
Tratamiento 1	6	6	6	6
Tratamiento 1	5	6	5	4
Tratamiento 1	4	4	4	4
Tratamiento 1	4	4	5	5
Tratamiento 1	4	4	4	5
Tratamiento 1	5	6	5	4
Suma total	151	156	148	140
Media	5,0	5,2	4,9	4,7

Datos de la calificación del panel sensorial al tratamiento 1
Gonzabay, 2020

Tabla 13. Evaluación sensorial del tratamiento 2

	Tratamiento 2			
	Sabor	Color	Olor	textura
Tratamiento 2	5	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	6	6	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	5	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	6	6	6	6
Tratamiento 2	5	5	5	5
Tratamiento 2	6	6	6	5
Tratamiento 2	6	6	6	5
Tratamiento 2	6	6	6	5
Suma total	172	171	172	167
Media	5,7	5,7	5,7	5,6

Datos de la calificación del panel sensorial al tratamiento 2
Gonzabay, 2020

Tabla 14. Evaluación sensorial del tratamiento 3

	Tratamiento 3			
	Sabor	Color	Olor	textura
Tratamiento 3	4	4	5	4
Tratamiento 3	5	5	5	6
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	5	4	4	4
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	5	5	5	6
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	5	4	5	4
Tratamiento 3	6	4	6	4
Tratamiento 3	5	5	5	5
Tratamiento 3	6	4	6	4
Tratamiento 3	4	4	5	4
Tratamiento 3	4	4	4	4
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	4	4	5	4
Tratamiento 3	6	4	6	4
Tratamiento 3	6	6	4	4
Tratamiento 3	6	4	6	4
Tratamiento 3	6	5	5	5
Tratamiento 3	5	5	5	4
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	6	5	5	6
Tratamiento 3	4	4	4	4
Tratamiento 3	4	5	5	5
Tratamiento 3	6	4	6	4
Tratamiento 3	4	4	4	4
Tratamiento 3	5	5	5	6
Tratamiento 3	5	6	4	4
Tratamiento 3	6	4	6	4
Suma total	146	138	150	137
Media	4,9	4,6	5,0	4,6

Datos de la calificación del panel sensorial al tratamiento 3
Gonzabay, 2020

9.3 Anexo 3. Resultado del análisis de varianza

Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor	90	0,22	0,20	13,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,69	2	6,34	12,46	<0,0001
Tratamientos	12,69	2	6,34	12,46	<0,0001
Error	44,30	87	0,51		
Total	56,99	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43933
 Error: 0,5092 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 2	5,73	30	0,13	A
Tratamiento 1	5,03	30	0,13	B
Tratamiento 3	4,87	30	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 9. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del sabor Gonzabay, 2020

Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Color	90	0,31	0,30	13,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,20	2	9,10	19,65	<0,0001
Tratamientos	18,20	2	9,10	19,65	<0,0001
Error	40,30	87	0,46		
Total	58,50	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41903
 Error: 0,4632 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 2	5,70	30	0,12	A
Tratamiento 1	5,20	30	0,12	B
Tratamiento 3	4,60	30	0,12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 10. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del color Gonzabay, 2020

Olor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Olor	90	0,27	0,25	11,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,82	2	5,91	16,21	<0,0001
Tratamientos	11,82	2	5,91	16,21	<0,0001
Error	31,73	87	0,36		
Total	43,56	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37183
 Error: 0,3648 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Tratamiento 2	5,73	30	0,11 A
Tratamiento 3	5,00	30	0,11 B
Tratamiento 1	4,93	30	0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 11. Resultados del análisis de varianza de la evaluación del olor Gonzabay, 2020

Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	90	0,30	0,28	14,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,20	2	9,10	18,24	<0,0001
Tratamientos	18,20	2	9,10	18,24	<0,0001
Error	43,40	87	0,50		
Total	61,60	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43484
 Error: 0,4989 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Tratamiento 2	5,57	30	0,13 A
Tratamiento 1	4,67	30	0,13 B
Tratamiento 3	4,57	30	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 12. Resultados del análisis de varianza de la evaluación de la textura Gonzabay, 2020

9.4 Anexo 4. Resultados de los análisis de laboratorio



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 20-10/0048-M001

Datos del Cliente

Nombre:	GONZABAY BARCENAS MARIA ELENA	Teléfono:	0967659777
Dirección:	19 y FCO SEGURA		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Harina de fréjol	Código muestra:	20-10/0048-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	Funda ziploc transparente	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	15/10/2020
Fecha análisis:	15/10/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	250 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Actividad de agua *	-	0.547	---	AW hand-held HP23-A *
Humedad *	%	9.47	---	AOAC 21st 925.10 *

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.
Se realizaron los parámetros bromatológicos solicitados por el cliente.


Vigente desde 07/01/2020

REV. 02


1 de 2

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
Guayaquil - Ecuador
Campus Gustavo Galindo Yelasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec



Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL




R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 20-10/0048-M001

CONSIDERACIONES GENERALES	
Parámetros No Acreditados	-
Parámetros Sub-Contratados	o
En microbiología (según el método): < 1.0, < 1.1, < 1.8, < 2, < 3, y < 10	ES CONSIDERADO AUSENCIA
Conservación máxima de la muestra luego del estudio y entrega de resultados.	10 DÍAS
Plazo máximo de reimpresión de informes de resultados a partir de su emisión.	5 AÑOS
Plazo máximo de solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados, posterior a la entrega del mismo. (La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio).	6 MESES
Validez de documento, físico o digital. (Impreso o PDF)	SÓLO CON FIRMA AUTORIZADA ORIGINAL
Reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.	PROHIBIDA

REGLA DE DECISIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	
El laboratorio documenta la regla de decisión con el cliente antes del ingreso del ítem de ensayo y por ninguna circunstancia se podrá realizar modificaciones por supresión del valor de incertidumbre, cambio de normativa, cambio de requisitos, etc.	
Para esto se considerarán los siguientes criterios:	
CRITERIO	VALOR A DECLARAR
Para parámetros que tengan requisito máximo de cumplimiento, si el resultado de la medición más la incertidumbre expandida no supera el requisito máximo.	SI CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito máximo de cumplimiento, si el resultado del ensayo más la incertidumbre expandida supera el requisito máximo.	NO CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida supera el requisito mínimo.	SI CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida es inferior al requisito mínimo.	NO CUMPLE

Guayaquil, 28 de Octubre del 2020



Firmado Digitalmente por
Dra. Gloria Bajiña Jurado de Pacheco
DIRECTOR EJECUTIVO

Vigente desde 07/01/2020

REV. 02

2 de 2

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
 Guayaquil - Ecuador
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733 www.espol.edu.ec

Figura 13. Resultados de los análisis físico químicos aplicados a la harina de frijol Gonzabay, 2020

9.5 Anexo 5. Resultado del análisis de la capacidad de retención de agua de la harina de frijol



**Laboratorio de Investigación Bromatológica y
Microbiológica de los Alimentos**
LABIBMA S.A



www.labibma.webnode.es

INFORME DE RESULTADOS
Codigo: 23112020 M330

DATOS DEL CLIENTE

Nombre	Srta. Maria Gonzabay	Fecha de muestreo	23/11/2020
Dirección	Hora de muestreo	8:50
Peso declarado	250 g	Fecha de análisis	23/11/2020
Fecha de resultados	27/11/2020	Hora Recepción de Laboratorio	9:00

CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO

TEMPERATURA: 19.0°C HUMEDAD RELATIVA: 38.2%

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Harina de frijol

ANALISIS BROMATOLOGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	REQUISITOS	METODOS
Capacidad de retención de agua (CRA)	ml de agua/g	1.95	Bradford - Higrometría eléctrica (50°C)

Observaciones: Los resultados emitidos en el informe, es unicamente de la muestra recibida en el laboratorio.
El análisis realizado se basó a los métodos Bradford e Higrométrica eléctrica como referencia.
Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente.



.....
DRA. FARINA ZERNA E.
RESPONSABLE TECNICA DE LABORATORIO


Dirección: Alborada 4ta Etapa MZ DQ VILLA 6
Phone: 046011518 Claro: 0990889756
Correo : laboratoriolabibma@outlook.com
comercializacion@labibmasas.com
Guayaquil – Ecuador

Laboratorio Labibma cuenta con análisis de:


- Agua
- Superficie de contacto
- Alimentos
- Otros: Capacitaciones GMP y HACCP y Auditoría Interna GMP, SSOP Y HACCP - Registros Sanitarios para alimentos

Figura 14. Resultados del análisis de capacidad de retención de agua aplicado a la harina de frijol Gonzabay, 2020

9.6 Anexo 6. Resultados de las pruebas reológicas aplicadas al tratamiento de mayor aceptación

Laboratorio de Ensayos Metroológicos y de Materiales LEMAT-ESPOL				INFORME DE ENSAYOS/ CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		
				<i>Edición: 5</i>		
Hoja:	1 de 6	Fecha de emisión:	22/10/2020			
Nº Informe:	20-220	Número de Orden:	OT-2254-20 OT-2255-20			
DATOS GENERALES DEL CLIENTE						
Nombre:	GONZABAY BARCENAS MARÍA ELENA					
Dirección:	19 y Francisco Segura					
Teléfono:	2798740	Correo electrónico:	mariaelena.gonzabaybarcenas@gmail.com			
Persona de Contacto:	Sra. Maria Elena Gonzabay					
DATOS DE LA MUESTRA						
Código de Muestra LEMAT	Descripción de la muestra proporcionada por el cliente	Fecha de Recepción	Muestreo realizado por	Preparación de muestra realizada por	Condición de entrega de la muestra previo al ensayo	Fecha de Ensayo
20-5597	Embudo Tipo Frankfurt(T2)-Módulo viscoso	15/10/2020	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> LEMAT <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Acorde a norma <input type="checkbox"/> No acorde a norma <input checked="" type="checkbox"/> No aplica	16/10/2020
20-5598	Embudo Tipo Frankfurt(T2)-Módulo elástico	15/10/2020	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> LEMAT <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Acorde a norma <input type="checkbox"/> No acorde a norma <input checked="" type="checkbox"/> No aplica	16/10/2020

MC2203-02



NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.
 Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.
 Guayaquil, Campus "Guillermo Galindo" Km. 30.5 vía permanent, congreso a la Cda. Santa Cecilia
 Fax: (593-4) 2269293 - Teléfono: 2269373
 Email: lemat@espol.edu.ec
 MC2201-05

ENSAYO DE VISCOELASTICIDAD**NORMA DE ENSAYO**

Método interno

INFORMACIÓN DEL ENSAYO**Equipo utilizado:** Reómetro de cojinete neumático (EM-097)

Marca: Malvern; Modelo: Kinexus Pro

Serie: 11AL1046091

Sistema de medición: Plato - Plato**Temperatura de ensayo:** 25 °C**Espaciamiento:** 2.0 mm

Fotografía 1. Preparación de muestra y ensayo de viscoelasticidad.

OBSERVACIONES:

- Las muestras y la información de las mismas fueron proporcionadas por el cliente.

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indican en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del S.A.E.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guayaquil, Campus "Gustavo Galindo" Km. 30.5 vía perimetral, contiguo a la Cilla Santa Cecilia

Fax: (593-4) 2269 293 - Teléfono: 2269373

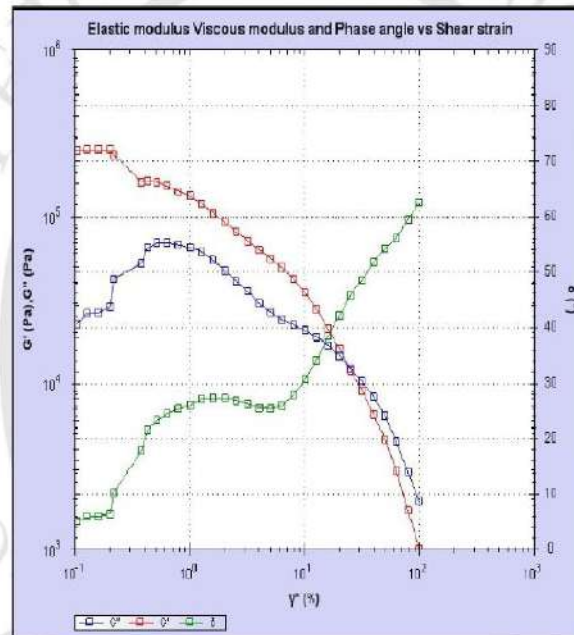
E-mail: lemat@espol.edu.ec

MC2201-03

ENSAYO DE VISCOELASTICIDAD

Tabla 1. Resultados de viscoelasticidad.

Código de submuestra	Módulo elástico G' (Pa)	Módulo viscoso G'' (Pa)	Ángulo de fase δ ($^\circ$)	Deformación de corte (%)
20-5597-1	(251000 - 1950)	(22800 - 1950)	(5.18 - 62.61)	(0.1 - 10)
20-5597-2	(301000 - 1170)	(32600 - 1650)	(6.18 - 65.93)	(0.1 - 10)
20-5597-3	(231000 - 1600)	(25700 - 2760)	(6.36 - 59.99)	(0.1 - 10)



Gráfica 1. Resultados de viscoelasticidad, submuestra 20-5597.1.

OBSERVACIONES:

- Los resultados se reportan según los siguientes parámetros:
- Módulo elástico (G'): Medida de la elasticidad del material (Habilidad del material para almacenar energía).
- Módulo viscoso (G''): Habilidad del material para disipar energía.
- Tan delta (δ): Medida de la amortiguación del material.

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE. LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guayaquil, Campus "Guillermo Galindo" Km. 30.5 vía pavimental, contiguo a la C.A. Santa Cecilia.

Fax: (593-4)2269293 - Teléfono: 2269375

E-mail: lemat@cepote.edu.ec

MC2201-05

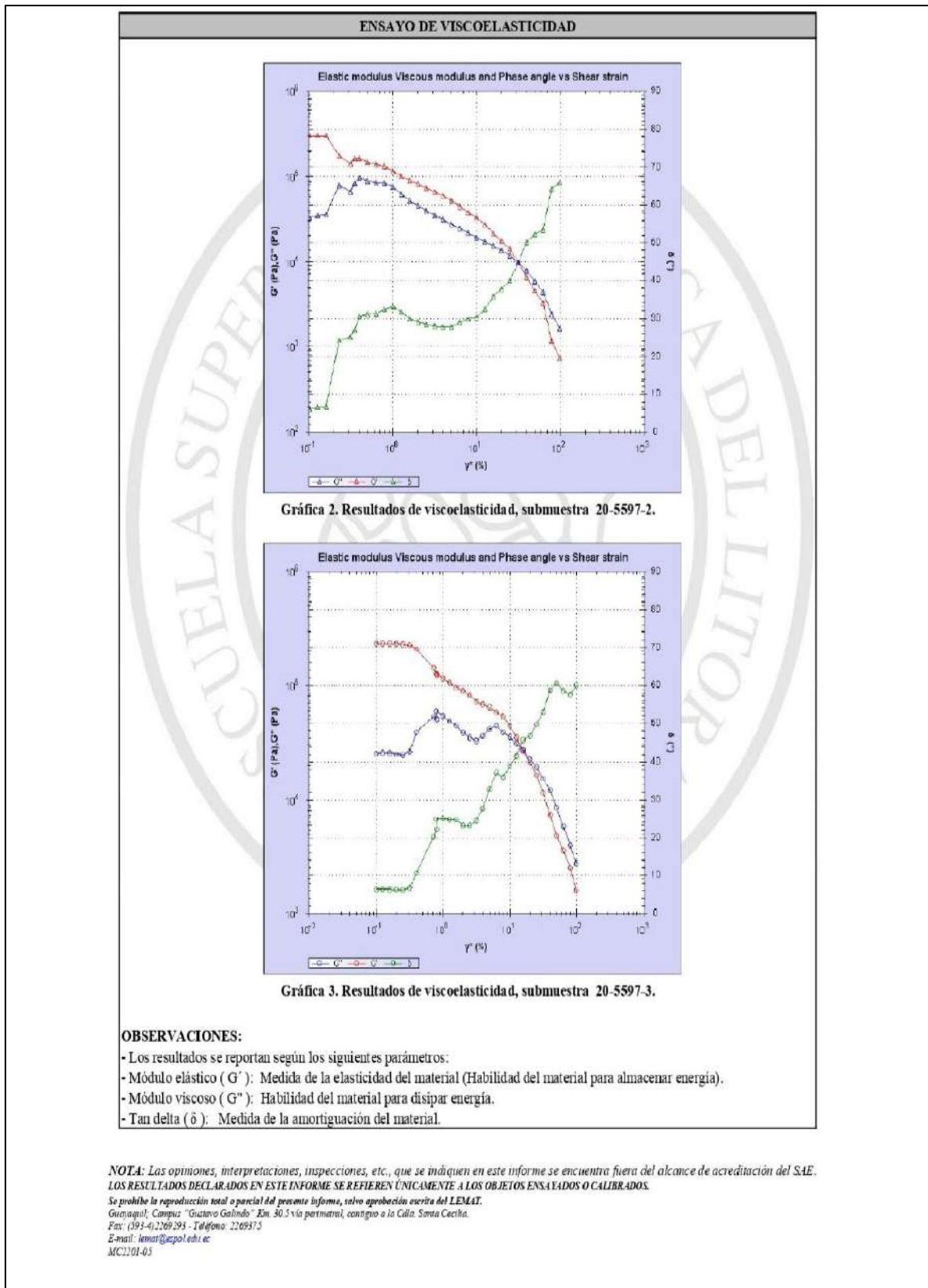


Figura 15. Resultados de las pruebas reológicas
Gonzabay, 2020

9.7 Anexo 7. Registros fotográficos de la práctica experimental



Figura 16. Molienda del grano de frijol blanco
Gonzabay, 2020



Figura 17. Obtención de harina de frijol blanco
Gonzabay, 2020



Figura 18. Limpieza de la harina de frijol blanco
Gonzabay, 2020



Figura 19. Tamizado de la harina de frijol blanco
Gonzabay, 2020



Figura 20. Limpieza del área de trabajo para la elaboración del embutido
Gonzabay, 2020



Figura 21. Pesado de los ingredientes
Gonzabay, 2020



Figura 22. Pesado de los ingredientes (carne)
Gonzabay, 2020



Figura 23. Materiales de trabajo
Gonzabay, 2020



Figura 24. Molienda de la carne
Gonzabay, 2020



Figura 25. Pesado de la carne molida
Gonzabay, 2020



Figura 26. Manejo del cutter
Gonzabay, 2020



Figura 27. Mezclado de los ingredientes
Gonzabay, 2020



Figura 28. Proceso de embutido
Gonzabay, 2020



Figura 29. Cocción de los embutidos
Gonzabay, 2020



Figura 30. Tratamientos elaborados
Gonzabay, 2020



Figura 31. Evaluación sensorial de los tratamientos elaborados
Gonzabay, 2020