



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

## **INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTO DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE ESCALDADO  
SOBRE LA TEXTURA DEL EMBUTIDO VEGETAL FUNCIONAL DE  
FRIJOLES ROJOS (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**AUTORA:**

**ING. MARÍA FERNANDA LOOR ESPAÑA**

**TUTOR:**

**ING. ÉDISON FABIÁN MACÍAS ANDRADE Mg.**

**CALCETA, AGOSTO 2019**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**LOOR ESPAÑA MARÍA FERNANDA**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**LOOR ESPAÑA MARÍA FERNANDA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. ÉDISON FABIAN MACÍAS, Mg. A,** certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTO DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE ESCALDADO SOBRE LA TEXTURA DEL EMBUTIDO VEGETAL FUNCIONAL DE FRIJOLES ROJOS (*Phaseolus vulgaris* L.),** que ha sido desarrollado por **LOOR ESPAÑA MARÍA FERNANDA,** previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. EDISON FABIAN MACÍAS ANDRADE, Mg.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran, que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTO DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE ESCALDADO SOBRE LA TEXTURA DEL EMBUTIDO VEGETAL FUNCIONAL DE FRIJOLES ROJOS (*Phaseolus vulgaris* L.)**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **LOOR ESPAÑA MARÍA FERNANDA**, previa la obtención del título de magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING BENITO E. VALAREZO VALDEZ, Ph.D  
**MIEMBRO**

ING.SOFIA D. VELASQUEZ CEDEÑO, M.Sc.  
**MIEMBRO**

ING. ELY F. SACÓN VERA, Ph.D  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis amados padres por darme su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi desarrollo como persona y como profesional.

A David y su esposa Jessica Morales, Isabel, Carolina, Alejandra y su esposo Ronald Zambrano, mis hermanos queridos por el amor brindado en todo momento y su apoyo constante; así como a mi tutor el Ing. Edison Macías, por brindarme su apoyo en cada etapa de este proceso.

## DEDICATORIA

El amor hacia uno mismo es un arma poderosa, con la cual puedes mover masas si así te lo propones. Cada meta que me he propuesto la he conseguido, demostrándome de esa manera que siempre puedo dar lo mejor. Un día decidí que mi vida tenía que ser diferente y que tenía que trabajar para conseguirlo, cada día contaba como un avance y siempre me repetí: el tiempo es el recurso máspreciado del universo, no lo desperdicias en cosas que no lo valen.

La perseverancia y el amor por lo que hago me mueven cada día. Dedico este trabajo principalmente a mí, porque hasta ahora todo lo que me he propuesto profesionalmente lo he logrado.

Así mismo dedico esta tesis a mi amado esposo, él es quien me ha brindado lag fortaleza y su sabiduría para llegar hasta el final en este proceso de aprendizaje. Más que mi esposo es mi amigo, mi cómplice, mi compañero de vida. El amor que me brinda es tan grande que me hace amarlo y respetarlo cada día.

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
PALABRAS CLAVE .....	x
ABSTRACT .....	xi
KEY WORDS .....	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo general .....	5
1.3.1. Objetivos específicos .....	6
1.4 hipótesis:.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Embutidos .....	7
2.1.1. Embutidos vegetales .....	8
2.1.2. Tipos de embutidos vegetales .....	9
2.2. Reología de los alimentos .....	11
2.3. Características sensoriales y nutricionales de embutidos vegetales.....	13
2.4. Propiedades funcionales del frijol rojo ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	18
3.1. Ubicación de la investigación .....	18
3.2. Duración de la investigación.....	18
3.3. Factores en estudio.....	18
3.3.1. Niveles de los factores .....	18
3.3.2. Tratamientos .....	19

3.4. Diseño experimental .....	19
3.5. Unidad experimental .....	20
3.6. Variables .....	20
3.6.1. Variables independientes .....	20
3.6.2. Variables dependientes .....	20
3.7. Manejo del experimento .....	21
3.8. Análisis estadísticos .....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
4.1 resultados de perfil de textura .....	25
4.1.1. Firmeza, masticabilidad y elasticidad (día 1) .....	25
4.1.2. Firmeza, masticabilidad y elasticidad (día 15) .....	26
4.1.3. Firmeza, masticabilidad y elasticidad (día 30) .....	28
4.2. Análisis bromatológico .....	29
4.3. Análisis microbiológicos .....	30
4.4. Análisis sensorial .....	31
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5.1. Conclusiones: .....	33
5.2. Recomendaciones: .....	33
BIBLIOGRAFÍA .....	34
ANEXOS .....	41

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

### Tablas:

3.1. Tratamientos de la investigación.....	17
3.2. Esquema ANOVA D.C.A.....	17
3.3. Cantidad de materia prima e insumos utilizados en la unidad experimental..	18
3.4. Variables y método de evaluación.....	20
4.1. Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado (medias*).....	26
4.2. Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado (medias*).....	28
4.3. Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado (medias*).....	29
4.4. Porcentaje de proteína.....	30
4.5. Análisis microbiológicos (Aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras).....	31



**Figuras:**

3.1. Elaboración de embutido vegetal a base de frijoles rojos.....	21
4.1. Prueba no paramétrica de Friedman.....	31
4.2. Perfil evaluación sensorial del embutido vegetal.....	31

**ANEXOS**

1-A. Experimento de penetración de tratamientos.....	40
1-B. Experimento de compresión de tratamientos .....	42
1-C. Ficha de evaluación sensorial de aceptación .....	43
1-D. Experimento de penetración.....	44

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de las temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal funcional de frijoles rojos. Los tratamientos consistieron en tres temperaturas de escaldado (60, 70 y 80°C) durante 10 y 20 minutos. El ensayo se condujo con un DCA y tres réplicas, la unidad experimental consistió en 2,5 kg de embutido; a este producto se evaluaron las propiedades texturales que se midieron a través del texturómetro Shimadzu, a una temperatura de 25°C, con una celda de 500 N de fuerza, mediante ensayos de penetración y compresión. Las variables firmeza, masticabilidad y elasticidad, resultaron altamente significativas tanto en efecto simple de los factores como en la interacción, a excepción de la interacción al día 1, 15 y 30 para la variable masticabilidad; en todas las variables los mejores valores estadísticos se obtuvieron en los tratamientos que recibieron 80°C durante 20 minutos; sin embargo, el tratamiento que presentó una textura similar a los embutidos comunes fue el que recibió 70°C durante 20 minutos. En los resultados microbiológicos, los tratamientos que recibieron la mayor temperatura y tiempo de escaldado no tuvieron presencia de microorganismos a partir del día 15. El análisis de proteína mediante el método de Kjeldahl dió como mejor resultado el tratamiento a3b2 con 4,59%. En cuanto al análisis sensorial no se observó diferencias significativas entre los tratamientos. Se concluye que como mejor tratamiento es al que se le aplicó una temperatura de escaldado de 70°C durante 20 minutos.

## PALABRAS CLAVE

Textura, embutido vegetal, frijol rojo, funcional

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of the temperatures and scalding times on the texture of the functional vegetable sausage of red beans. The treatments consisted of three scalding temperatures (60, 70 and 80 ° C) for 10 and 20 minutes. The trial was conducted with a DCA and three replicates, the experimental unit consisted of 2.5 kg of sausage; To this product the textural properties that were measured through the Shimadzu texturometer were evaluated, at a temperature of 25 ° C, with a 500 N force cell, through penetration and compression tests. The firmness, chewiness and elasticity variables were highly significant both in simple effect of the factors and in the interaction, except for the interaction at day 1, 15 and 30 for the chewable variable; in all the variables the best statistical values were obtained in the treatments that received 80 ° C for 20 minutes; however, the treatment that presented a texture similar to common sausages was the one that received 70 ° C for 20 minutes. In the microbiological results, the treatments that received the highest temperature and scalding time had no presence of microorganisms as of day 15. Protein analysis using the Kjeldahl method resulted in a3b2 treatment with 4.59%. Regarding the sensory analysis, no significant differences were observed between the treatments. It is concluded that the best treatment is that a scalding temperature of 70 ° C was applied for 20 minutes.

## KEY WORDS

Texture, vegetable sausage, red bean, functional

## **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Desde 2012 en Ecuador el consumo de embutidos se ha incrementado (Freire, Ramírez, Belmont & Mendieta, 2014), llegando hasta un aumento del 14% en la actualidad. Este tipo de productos se amparan en la facilidad y la comodidad, pese a las alertas de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2015), que indican que su consumo puede traer problemas de salud muy graves.

Cabe recalcar que, a pesar de que la carne tiene un elevado porcentaje de proteínas y que su grado de consumo es alto (Albarracín, Acosta & Sánchez, 2010), los productos procesados a partir de esta, contienen agentes conservantes; como nitritos y nitratos, que son considerados perjudiciales para la salud (Vargas, López & Flores, 2014). Pese a que su aplicación sigue siendo controversial, no se los ha podido inutilizar, puesto que en muchos países es legal y son fáciles de adquirir (Tofiño, Ortega, Herrera, Castilla & Pedraza, 2017).

Los estudios publicados por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIF) y la OMS, confirman que una dieta en donde el consumo de embutidos es frecuente, aumenta el riesgo de tener cáncer o problemas cardiovasculares en un 72 y 11% respectivamente (Sánchez, 2018).

Según el Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC, 2017), En Ecuador seis de cada 10 adultos tienen sobrepeso u obesidad, un estudio revela que el mayor porcentaje se presenta en las mujeres con 27,6%, 11% más que los hombres. Del mismo modo Coello, (2017) expone que en Ecuador el 30% de personas entre 40 y 69 años padecen de enfermedades cardiovasculares, siendo estas las primeras causas de muerte en el país junto con la diabetes.

Por otro lado los productos vegetales gracias a sus beneficios forman parte indispensable en la dieta de los seres humanos. Siendo los antioxidantes la parte primordial de ellos, puesto que actúan como defensa ante la presencia de diversas enfermedades.

Las propiedades funcionales del frijol rojo son reconocidas por su papel en el control de la obesidad, en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y el control de la diabetes (Reddy, Suriya & Haripriya, 2013). Así como en la prevención del cáncer de colon reduciendo la concentración de ácidos biliares secundarios y amoníaco (Birkett, Muir, Phillips, Jones, y O'Dea, K, 1996).

De este modo la industria alimentaria a la vanguardia de la innovación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos, ha propuesto métodos y técnicas eco amigables, usando estas materias primas poco convencionales (Tofiño et al., 2017). Esta tendencia de alimentación es requerida por el “nuevo consumidor” que se concentra en obtener alimentos nutritivos (Pensel, 2014), concibiendo una nueva área de desarrollo en la industria de alimentos, la cual se basa en alimentos funcionales (Sandoval, 2012). Apoyándose en la disminución o eliminación de algunos componentes como; la presencia de sodio, el potencial lipídico, nitritos y carne (Ruilova, Hernández, Díaz, Ruíz, 2016).

Gutiérrez (2016), expone que la consistencia o textura de los embutidos vegetales son de gran importancia y que tienen que ser similares a los embutidos comunes, puesto que de eso depende su mayor aceptabilidad. Así mismo (Vihavainen, Murros, y Bjökroth, 2008). Indican que para evitar tener problemas textura y de deterioro, las temperaturas de escaldado son la mejor opción para el desarrollo de análogos de carne, basados en las temperaturas de acción de los almidones propios de la materia prima o los que se adicionan en el proceso de elaboración.

Osen, Toelstede, Wild, Eisner y Schweiggert-Weisz, (2014) expresan que la utilización temperaturas de cocción y escaldado menores a los 100°C en carne a base de soya no afectan a las proteínas ni a las propiedades funcionales, del mismo modo indican que en el desarrollo de estos análogos las temperaturas de cocción y escaldado tienen efectos significativos en la texturización.

Debido a su alto contenido de proteínas y humedad, los embutidos vegetales son altamente susceptibles al deterioro y al no existir datos científicos sobre la microflora de estos productos se hace necesario el análisis microbiano e identificar los microorganismos potencialmente peligrosos. Para el desarrollo de estos análogos es recomendable el uso de materia prima deshidratadas o semi-procesada para evitar al máximo los problemas señalados (Vihavainen, et al., 2008).

En función de lo antes mencionado se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué manera influirá la aplicación de diferentes temperaturas y tiempos de escaldado en las propiedades de textura y porcentaje de proteína de un embutido vegetal funcional a partir del frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación está enfocado en la elaboración de un producto de origen vegetal substituyendo a los embutidos comunes. Debido a que las tendencias de consumo están evolucionando en miras a productos saludables, puesto que una dieta apropiada para que sea considerada como tal, debe gozar de nutrientes necesarios para que los consumidores mantengan un buen estado de salud. De este modo adquirir costumbres alimenticias sanas contribuye a la protección del medio ambiente, considerando que los hábitos actuales de consumo generan gases de efecto invernadero en proporciones muy altas.

El acelerado incremento de la población mundial ha generado que la seguridad alimentaria sea el desafío primordial para la agroindustria. Y el uso eficaz de las proteínas vegetales se volverá indispensable cuando la provisión de proteínas de origen animal no sea suficiente para alimentar a la población mundial.

De este modo proporcionar una alternativa de alimento, que contenga vitaminas como tiamina, riboflavina y niacina; minerales como el fósforo, hierro y zinc, que son beneficiosos para la salud, aumentará el interés para producir y consumir alimentos que ayuden en la prevención de enfermedades como las cardiovasculares.

A más de aspectos como la nutrición, los sustitutos o análogos de la carne son de interés económico gracias a que sus precios son mucho más bajos que los de la carne de origen animal. De este modo ofertar productos nuevos al mercado, no solo beneficiará a personas con regímenes alimenticios especiales, sino también a la creciente demanda de vegetarianos y veganos en el Ecuador, así como a los agricultores de la provincias en donde se cultiva las materias primas. De esta manera se estaría cumpliendo el objetivo 10 del Plan Toda una Vida que impulsa la transformación de la matriz productiva.

Debido al poco interés por parte de la población en comparación a los embutidos tradicionales, se hace necesario desarrollar análogos de la carne mucho más atractivos sensorialmente. El inconveniente relevante para la producción de estos alimentos es la textura, puesto que para la producción de los mismos, si se usan distintas materias primas, tendrán comportamientos diferentes en base a las propiedades de cada una de ellas. Por este motivo se deben generar técnicas adecuadas de procesamiento para lograr crear análogos que sean aceptados por los consumidores.

Por esta razón se pretende utilizar almidón en la formulación del producto puesto que el contenido de amilopectina actuará como agente aglutinante para

poder lograr un producto con una textura idónea, brindando de esta manera una nueva opción para el desarrollo de productos de origen vegetal.

El desconocimiento de estos productos hace aún más difícil la tarea de producción y se debe a la poca experimentación por parte de la industria alimentaria. Los estudios realizados en cuanto a textura indican que uno de los factores principales, es la aglutinación de la pasta base del embutido, que básicamente se obtiene gracias al uso de almidones, los propios del grano y otros como el de papa, maíz y yuca; la temperatura de escaldado, que se basa principalmente en las temperaturas de acción de los almidones, así como las temperaturas adecuadas para que las proteínas del producto no se vean afectadas; los tiempos de escaldado, apoyados en el comportamiento físico del producto, además en la optimización del proceso y por último pero no menos importante la correcta formulación del mismo.

Por ende el presente trabajo pretende medir diferentes tiempos y temperaturas de escaldado y determinar el efecto que causan en la textura y contenido proteico de un embutido vegetal funcional de frijoles rojos (*Phaseolus vulgaris* L.).

Con lo mencionado, se plantea desarrollar un producto con consistencia, y contenido proteico adecuado, con alta calidad a costos muy bajos, para aportar no solo al cambio de costumbres alimenticias sino también el ofertar productos sensorialmente atractivos, fáciles de adquirir y con beneficios a la salud de los consumidores.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal funcional de frijoles rojos (*Phaseolus vulgaris* L.)



### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la temperatura de escaldado que proporcione mejor textura y contenido proteico del embutido vegetal.
- Establecer el tiempo de escaldado que proporcione mejor textura y contenido proteico del embutido vegetal.
- Determinar la vida útil del embutido mediante análisis microbiológicos.
- Establecer la aceptabilidad del producto mediante análisis sensoriales.

### **1.4. HIPÓTESIS:**

Los tiempos y temperaturas de escaldado influyen en las propiedades de textura y contenido proteico de un embutido vegetal a partir del frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. EMBUTIDOS**

Los embutidos cárnicos fueron usados originalmente por los griegos gracias a que presentaban una alta durabilidad. En la edad media crece esta técnica de elaboración con la llegada de los viajes en barco y su auge aumenta con el asentamiento de las ciudades. La aparición del primer libro sobre la fabricación y sus normas data del año 1581. Y el perfeccionamiento de su preparación comienza a partir del siglo XIX (Vidal, 1997).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2011) indica que los productos cárnicos procesados, "son elaborados a base de carne grasa, vísceras y otros subproductos de origen animal comestibles, con adición o no de sustancias permitidas, especias o ambas, sometido a procesos tecnológicos adecuados".

La Organización mundial de la salud (OMS 2015), considera carne procesada (embutido) "cualquier tipo de carne que ha sido transformada con salazón, curado, fermentación, ahumado u otros procesos para mejorar el sabor y preservar el alimento".

Pese a su gran popularidad a lo largo de los años, los productos cárnicos son fuente de grasas saturadas y colesterol; considerándolos como un factor de alto riesgo para enfermedades cardiovasculares (Keklik, Bozkurt y Tekin, 2018). Marco, Navarro y Flores (2006) exponen que en base a lo antes mencionado, algunos países consideran que para mitigar este riesgo biológico se deben reducir las cantidades permitidas de estos agentes.

Para la producción de embutidos ya sean crudos, escaldados o madurados, la utilización de agentes conservantes se hace indispensable para evitar la

proliferación de bacterias como el *Clostridium botulinum*; así mismo para dar el color característico de los mismos, (Marco et al., 2006). Pese a esto la ingesta de aditivos como nitritos y nitratos traen consecuencias para la salud humana debido a la formación de nitrosaminas (De Mey et al., 2014).

A pesar de la gran variedad de embutidos cárnicos, las tendencias de consumo hacen que la industria evolucione a cada momento. De este modo Kumar et al. (2015) indica que dentro de esta amplia variedad de nuevos productos los denominados embutidos vegetales se hacen populares para los consumidores con regímenes alimenticios especiales para los vegetarianos y veganos.

### **2.1.1. EMBUTIDOS VEGETALES**

Los llamados análogos de carne que básicamente están constituidos de proteínas vegetales, se han convertido en temas de investigación de gran importancia en los últimos años (Stephan, Ahlborn, Zajul y Zorn, 2017). Estos productos son característicamente convenientes para ser introducidos en la dieta humana, gracias a la utilización de una amplia variedad de proteínas de origen vegetal (Kumar, et al., 2015).

En la actualidad las proteínas de varios tipos de vegetales se usan como sustitutos de la carne animal (Nijdam, Rood, y Westhoek, 2012), las técnicas más usadas son las emulsiones cocidas, proteínas vegetales texturizadas, extruidas, preparadas básicamente a partir de la soja, leguminosas, gluten de trigo y hongos (Asgar, Fazilah, Huda, Bhat, y Karim, 2010).

Una parte fundamental de estos productos es su aspecto, principalmente su textura (O'Riordan y Stoll-Kleemann, 2015), que tiene mucho que ver con la sensación que le da al consumidor así como también por la apariencia (Aiking & de Boer, 2006). Su comercialización surge como una opción económica para los consumidores (Asgar, et al., 2010), considerando que no muy lejos del

aspecto, el consumo de los mismos se debe en gran medida a la parte nutricional, a la protección animal y al cuidado del medio ambiente (Haverstock & Kirby, 2012).

Con el acelerado desarrollo de productos basados en proteínas de origen vegetal, se ha buscado que los mismos, bajo la combinación correcta, garanticen los aminoácidos esenciales que cumplan con los requisitos de salud para los consumidores (Day, 2013). Y considerando la seguridad alimentaria así como la sostenibilidad, surge la necesidad de aumentar el uso de proteínas vegetales (Asgar, et al., 2010).

### **2.1.2. TIPOS DE EMBUTIDOS VEGETALES**

#### **EMBUTIDOS A BASE DE SOYA**

La soya es una de las principales materias primas usadas en la producción de análogos de carne (Osen, Toelstede, Wild, Eisner, y Schweiggert-Weisz, 2014). Esto debido a su alto contenido proteico de entre 35 y 40% (Jones, 2016). Pese a que los países de Asia lo consumen desde hace muchos años por sus excelentes propiedades, en los países occidentales se lo considera sólo como un alimento económico (Day, 2013).

Dentro del desarrollo de productos y el mejoramiento del mismo, la proteína de soya ha sido usada en la mayoría de productos cárnicos, gracias a la aglutinación de grasa y agua, así como el efecto sobre la textura, firmeza y apariencia de los productos (Alibhaia, Mondor, Moresoli, Ippersiel, y Lamarche, 2006).

Esta proteína texturizada es producida por extrusión, con el objetivo de que tenga un gran parecido a la textura de la carne, de este modo su primordial función es reemplazar totalmente o de manera parcial a la carne animal (Day, 2013). Contra poniendo a lo antes mencionado, Motta (2014) expone que a

pesar de ser un producto de alto valor nutritivo su uso es controversial por la aplicación biotecnológica dentro de los cultivos, básicamente en la obtención de granos de soya genéticamente modificados, puesto que no existen evaluaciones científicas de los riesgos que generan.

### **EMBUTIDOS A BASE DE GLUTEN DE TRIGO**

El gluten de trigo, carne de trigo o seitan, es un subproducto proveniente del aislamiento del almidón de la harina de trigo (Kumar, et al., 2015). Este subproducto se encuentra incluido en la producción de los análogos de la carne gracias a propiedades funcionales como; su calidad nutricional (presencia de gluteninas y gliadinas), solubilidad, viscosidad, entre otros (Wang et al., 2014).

Pese a su funcionalidad, los productos elaborados a partir de gluten de trigo se presentan como un grave problema para las personas celíacas, puesto que ellos no toleran dicho alimento (Malav, Talukder, Gokulakrishnan, y Chand, 2013).

### **EMBUTIDOS A BASE DE LEGUMINOSAS**

En varias regiones del mundo, las leguminosas son un suministro de gran importancia para suministrar proteínas a la dieta diaria. Esta familia representa el 27% de la producción de cultivos primarios en todo el mundo y su contenido proteico oscila entre el 20 y 30% del peso seco total (Riascos, Weissinger, Weissinger, y Burks, 2010).

Pese al contenido proteico, y a su funcionalidad, los productos a base de leguminosas son pocos y la industria experimenta en menor medida la producción de los mismos, por el desconocimiento de técnicas de elaboración en donde se eliminen agentes antinutritivos de las materias primas (Malav et al., 2013).

Pero cabe recalcar que para la producción de embutidos o análogos de leguminosas básicamente consta de dos etapas; la emulsión, en donde la formulación del producto es indispensable para tener resultados favorables; y la cocción que fija la pasta de manera irreversible, logrando que el producto conserve su forma (Omohimi, Sobukola, Sarafadeen, y Sanni, 2014).

## **EMBUTIDOS A BASE DE HONGOS**

Conocidos también como mycoproteínas, estos son de naturaleza fibrosa ricos en fibra dietética (Asgar, et al., 2010). Son consideradas como proteínas de alta calidad (Finnigan, Needham, y Abbott, 2017), por su contribución al disminuir las lipoproteínas de baja densidad LDL, mejorando las lipoproteínas de alta densidad HDL (Smetana, Mathys, Knoch, y Heinz, 2015).

Las investigaciones de este tipo de análogo de la carne se remontan a la década de 1960, y el tema surge por la preocupación sobre el crecimiento mundial y la posible escasez de proteína animal (Hoekstra y Mekonnen, 2012). Kumar et al. (2011) evidenciaron que 22,5% de setas reemplazaron a la soja texturizada, debido a que la proteína aumentó las propiedades sensoriales de nuggets a base de esta proteína, gracias al incremento de sabor y aceptabilidad general.

## **2.2. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

El termino reología se refiere a la parte de la mecánica que estudia la elasticidad, plasticidad y viscosidad de la materia (Ramírez, 2006). Ha sido ampliamente utilizada para entender y predecir en las propiedades del flujo bucal y descubrir sus relaciones (Chen y Stokes, 2012).

Para el estudio de la reología de los alimentos es necesario comprender el factor que influye en la aceptación de los productos alimenticios y es básicamente la textura; este parámetro observado desde el punto de vista

sensorial y mecánico es el más importante en cuanto a la aceptación por parte de los consumidores (Van Vliet, 2002).

Dickie, y kokini, (1983) expresan que dentro de las propiedades que pueden medirse de manera mecánica encontramos; firmeza (dureza con la que el alimento cruje); dureza (fuerza aplicada para comprimir un alimento); cohesividad (fuerza con que se unen las partículas); Adhesividad (trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie) y masticabilidad (trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser degluido).

Para contrarrestar las limitaciones dadas por los análisis sensoriales, puesto que son de naturaleza subjetiva, una medición objetiva es la medición mecánica de la textura en alimentos (Chen, y Opara, 2013). De este modo se cuantifican parámetros físicos, que, posterior a aquello se los interpreta de manera sensorial (Morris, y Morris, 2012).

En este caso la percepción de la textura se deriva o parte de la reacción del alimento a un estrés aplicado, que se cuantifica mediante propiedades mecánicas y que son percibidas en los sentidos quinestésicos en los músculos de la mano, dedo, lengua, mandíbula o labios (Fischer y Windhab, 2011).

Dentro de los instrumentos mecánicos de medición de textura se encuentran los siguientes:

- **PENETRONOMÍA**

Esta técnica es una de las más antiguas mediciones de textura de los alimentos, en donde una sonda es llevada a un material y la fuerza que se aplica para la penetración o la profundidad de penetración total es medida, fundamentalmente se usa en frutas y vegetales para la caracterización de textura (Steffe, 1996).

- **ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)**

Este procedimiento instrumental cuantifica parámetros de textura, de manera fundamental es una prueba que imita el proceso de masticado de los alimentos. El equipo usado para estas mediciones es el texturómetro y su función es la deformación dada a una muestra, para así medir la respuesta que ésta presenta a la energía que se le aplica (Chen, y Opara, 2013).

### **2.3. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES DE EMBUTIDOS VEGETALES**

A lo largo de los años el consumo de proteínas vegetales ha ido en aumento, debido a factores como; enfermedades animales, escasez de proteínas animales, una actual demanda de alimentos sanos y factores económicos (Asgar et al., 2010). La importancia creciente en la fabricación de diversos productos alimenticios funcionales se debe a su alto contenido de proteínas. Sin embargo, el mayor obstáculo para utilizar ciertas materias primas, como es el caso de las leguminosas, es la falta de técnicas de procesamiento para la obtención de texturas adecuadas y la presencia de antinutrientes en los granos; pero estos antinutrientes pueden eliminarse o inactivarse con éxito empleando métodos como el remojo y cocción (Wani, Sogi, Wani y Gill, 2013).

En contraste, el posible impacto negativo de los nutrientes se equilibra por el hecho de que las leguminosas proporcionan perfiles de aminoácidos. Las proteínas de soja, el gluten de trigo, las proteínas de semilla de algodón y otras proteínas vegetales se han utilizado para la texturización (Finnigan et al., 2017). Las proteínas vegetales texturizadas pueden extender los productos cárnicos a la vez que proporcionan un ingrediente alimenticio económico, funcional y alto en proteínas o pueden consumirse directamente como un



análogo de carne y su éxito se debe a su imagen saludable (sin colesterol), textura similar a la carne y bajo costo (Alibhaia et al., 2006).

Dentro del desarrollo de análogos de carne, las temperaturas de escaldado son de vital importancia para la obtención de texturas similares a los productos a base de carne animal, Osen et al. (2014) indican que por debajo de los 120°C la textura del análogo de carne a base de soja, presenta una estructura suave similar a la carne animal debido al desarrollo de macromoléculas, pero sobrepasando el rango de temperatura ya mencionado, el producto presenta multicapas.

Por otra parte García y Loor, (2017) desarrollaron un análogo de carne a base de lentejas, en donde la textura del mismo estuvo influenciada no solo por el uso de almidones de papa, maíz y yuca, sino también por la temperatura de escaldado (75°C por 20 minutos), obteniendo un producto de textura similar al de la carne animal.

Finnigan et al. (2017) expresan que para el desarrollo de un análogo de carne a base de hongos las temperaturas de escaldado a vapor deben ser de entre 60 y 85°C, pasado este rango de temperatura la estructura del análogo se vuelve dura, las proteínas y fibra del mismo se ven considerablemente afectadas.

Adicional a lo antes descrito Hermansson (1979) expresa que la estructura más importante en análogos de carne es el gel o red tridimensional, puesto que actúa como una matriz que mantiene no solo agua sino también lípidos, proteínas disueltas y carbohidratos. Estos geles son inducidos por el tratamiento térmico produciendo la textura en los productos ya mencionados.

Varias reacciones pueden estar involucradas en la formación de geles tales como hinchazón, solubilización, disociación, asociación y agregación, dependiendo de las condiciones y el tipo de proteína a utilizar, la importancia radica en que las reacciones pueden variar de acuerdo con las temperaturas utilizadas y por lo tanto dar lugar a diferentes tipos de estructuras de gel

(Vihavainen, et al., 2008). Dependiendo del tipo de almidón y la cantidad de amilosa presente en el mismo, así como las temperaturas de acción. En el caso del almidón de maíz las temperaturas idóneas son las que pasan de los 50°C (De Oliveira, Andrade, Colman, da Costa, y Schnitzler, 2013).

El análisis del ciclo de vida de los productos alimenticios, asigna un papel dominante a las preferencias del consumidor al diseñar y evaluar proteínas alternativas. Y, por último, pero no menos importante, despliega un enfoque multidisciplinario (político, social, económico, tecnológico y ambiental) para el desarrollo de alternativas de producción de proteínas (Alibhaia et al., 2006).

#### **2.4. PROPIEDADES FUNCIONALES DEL FRIJOL ROJO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dentro del extenso grupo de las leguminosas con semilla, el frijol común es uno de los más importantes (Guzmán, Acosta, Álvarez, García, Loarca, 2002). Consumido en mayor medida en Sudamérica, América Central, África, India entre otros, a causa de los nutrientes proteína, vitaminas y minerales que brinda (Reddy, Suriya y Haripriya, 2013).

El almidón representa su principal fracción de energía. Sus macronutrientes como los lípidos se encuentran en menor medida, constituidos en una mezcla de ácidos mono y poliinsaturados; y en cuanto a los aminoácidos este grano contiene fenilalanina, lisina, tirosina, entre otros (Puertas, Ríos, y Rojano, 2013). Por tanto son considerados como un alimento funcional puesto que ayudan a prevenir riesgos cardiacos, renales, glucemia baja, índice para personas con diabetes; mayor saciedad; y prevención del cáncer (Bennink, 2002).

Además, el frijol rojo contiene carbohidratos complejos, fibra y bajo contenido de lípidos. Aporta vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina y minerales como el fósforo, hierro y zinc (Figuerola, Guzmán & Herrera, 2015).

Hayat, Ahmad, Masud, Ahmed, y Bashir (2013) expresan que la actividad antioxidante de los compuestos flavonoides de los frijoles se ha reportado tanto en in vitro como in vivo, puesto que tienen la capacidad de restringir la producción de radicales libres. Cabe mencionar que el procesamiento térmico y la fermentación disminuyen la actividad antioxidante de los frijoles pero no la elimina.

En los últimos años las proteínas de esta leguminosa ha atraído la atención gracias a; la solubilidad de las mismas, sus propiedades emulsionantes y su capacidad de formación de gel mediante la aplicación de calor (Ma, Tang, Yang, y Yin, 2013).

Del mismo modo que los cereales, los frijoles rojos necesitan ser procesados antes de ser consumidos, así se eliminan los compuestos antinutritivos (ácido fítico, saponinas, fitoheamaglutininas, taninos y  $\alpha$ -galactósidos) mejorando la textura de los granos (Granito, Guinand, Pérez y Pérez, 2009). No obstante, al ser procesados de manera incorrecta también se alteran las propiedades funcionales, limitando su incorporación en el desarrollo de productos (Shimelis y Rakshit, 2007).

La eliminación de los componentes antinutritivos del frijol rojo se vuelve una tarea de vital importancia para la utilización del mismo, no solo desde la parte nutricional sino a la aceptabilidad (Wani et al., 2013). Del mismo modo (Shimelis y Rakshit, 2007) indican que los métodos de procesamiento utilizados para la eliminación de estos agentes es el proceso de cocción, hidratación o remojo y germinación del grano.

Estudios realizados por Reddy y Salinkhe, (1982) demostraron que durante la germinación del grano, la cantidad de la enzima que se encarga de la descomposición del ácido fítico (fitasa), se incrementa. Adicional a eso Rodríguez, Lucas, Cruz y Guerrero (2018) expresan que la mejor temperatura

de germinación para disminuir el ácido fítico es entre 21-25°C. También debe tomarse en cuenta que en los granos de frijol se disminuye su calidad de nutrición cuando las condiciones del mismo cambian, por ejemplo; el inadecuado almacenamiento y poscosecha (Wani et al., 2013).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de la presente investigación se efectuó en el laboratorio de investigación de la facultad de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en la ciudad de Manta, cantón Manta, provincia de Manabí. Los análisis sensoriales con 50 jueces no entrenados se realizaron en la empresa Productos Industriales y Eléctricos PRIEL S.A. ubicada en la ciudad Manta-Manabí. Calle 10 Avenida 10.

### **3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La ejecución del trabajo de investigación fue de seis meses a partir de la aprobación del proyecto de titulación.

### **3.3. FACTORES EN ESTUDIO**

Los factores en estudio fueron:

**Factor a:** Temperaturas de escaldado

**Factor b:** Tiempos de escaldado

#### **3.3.1. NIVELES DE LOS FACTORES**

Correspondientes al Factor a

**a1:** 60°C

**a2:** 70°C

**a3:** 80°C

Correspondientes al Factor b

**b1:** 10 minutos

**b2:** 20 minutos

### 3.3.2. TRATAMIENTOS

De las combinaciones de los niveles de los factores en estudio se obtuvieron seis tratamientos como se detalla en el (Cuadro 3.1).

**Tabla 3.1.** Tratamientos en estudio

Tratamientos	Código	Descripción	
		Temperatura (°C)	Tiempo (min)
t1	a1b1	60	10
t2	a1b2	60	20
t3	a2b1	70	10
t4	a2b2	70	20
t5	a3b1	80	10
t6	a3b2	80	20

### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para evaluar efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal funcional de frijoles rojos, se usó el diseño completamente al Azar [DCA] con un arreglo bifactorial A\*B y se lo analizó mediante el programa InfoStat.

**Tabla 3.2.** Esquema ANOVA D.C.A bifactorial A\*B

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	17
TRATAMIENTOS	5
FACTOR A	2
FACTOR B	1
A*B	2
ERROR EXPERIMENTAL	12

### 3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental fue de 2,5 Kg; el cuadro 3.3 describe cada uno de los insumos utilizados en la elaboración del embutido vegetal a base de frijol rojo, posterior al proceso de elaboración se embutió el producto y se empacó en fundas al vacío con un gramaje de 800 g.

**Tabla 3.3.** Cantidad de materia prima e insumos utilizados para la elaboración del embutido vegetal.

INSUMOS	%	Kg	TOTAL Kg
Frijol rojo	71	1,78	10,65
Cebolla deshidratada	11	0,28	1,65
Ajo deshidratado	0,15	0,00	0,0225
Perejil deshidratado	1	0,03	0,15
Tomate deshidratado	3,88	0,10	0,582
Pimienta	0,20	0,010	0,03
Paprika	0,05	0,0013	0,0075
Nuez moscada	0,05	0,0013	0,0075
Sal	2	0,05	0,3
Comino	0,65	0,02	0,0975
Vino tinto	0,02	0,001	0,003
Almidón de maíz	10	0,25	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2,50</b>	<b>15</b>

### 3.6. VARIABLES

#### 3.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Temperatura de escaldado
- Tiempo de escaldado

#### 3.6.2. VARIBALES DEPENDIENTES

- Análisis de perfil de textura: (Texturómetro SHIMADZU, Japón).
- Determinación de proteína: Método Kjeldahl AOAC 2001.11.
- Determinación de aerobios mesófilos: norma INEN 1529-5.
- Determinación de mohos y levaduras: AOAC 997.02.
- Evaluación sensorial de aceptación

### 3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el manejo de las temperaturas y tiempos de escaldado del embutido vegetal de frijoles rojos, se los controló mediante un termómetro digital tipo punzón marca Mel y un cronómetro Casio HS-70 W.

Para la medición de textura se tomó en cuenta los parámetros de; firmeza y masticabilidad, utilizando el texturómetro SHIMADZU, con una celda de 500 N de fuerza. Para la firmeza se tomaron 150 g por tratamiento con sus respectivas réplicas, los resultados fueron analizados mediante el software Trapezium x. Las muestras se colocaron en una placa circular de 12 cm de diámetro y el ensayo de penetración se realizó con un punzón de 8 cm de longitud y 2 mm de diámetro a una velocidad de 20 mm/s, con una penetración en la muestra de 10 mm. Los resultados se expresaron como la fuerza máxima (N) necesaria para penetrar en el producto.

Para el análisis de masticación se tomaron 150 g por tratamiento con sus respectivas réplicas, a temperatura  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Se utilizó un texturómetro SHIMADZU, con una celda de 500 N de fuerza. Los resultados fueron analizados mediante el software Trapezium x. Las muestras se colocaron en una placa circular de 12 cm de diámetro y el ensayo de masticación se realizó con un punzón de compresión de 11 cm de longitud y 2 cm de diámetro a una velocidad de 10 mm/s, con un tiempo de masticación de 6 segundos. Los resultados se expresaron en (N) para dureza, y masticabilidad, y adimensionales para elasticidad.

Para la evaluación del porcentaje de proteína del embutido vegetal se utilizó el método Kjeldahl bajo el procedimiento AOAC 2001.11. En cuanto a la vida útil del embutido vegetal, se realizaron análisis de aerobios mesófilos, tomando una muestra por tratamiento, mediante la norma INEN 1529-5 y mohos y levaduras mediante el procedimiento AOAC 997.02

La calidad organoléptica del producto se midió con una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 puntos de sabor, color y olor, mediante una ficha de



evaluación sensorial de aceptación, a 20 jueces no entrenados. Las muestras fueron presentadas después de un proceso de fritura con aceite vegetal de girasol

**Tabla 3.4.** Variables a medir y método de evaluación

VARIABLES A MEDIR	MÉTODO DE EVALUACIÓN	FASE DE TOMA DE MUESTRAS	NÚMERO DE MUESTRAS
Textura	Texturómetro SHIMADZU, (Japón)	Día 1 - 15 - 30	54
Proteína	Método Kjeldahl AOAC 2001.11	Día 1	6
Análisis microbiológicos	norma INEN 1529-5 AOAC 997.02	Día 1- 15 - 30	54
Características Organolépticas	Evaluación sensorial de Aceptación	Día 3 - 17 - 32	50

- **DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO VEGETAL DE FRIJOLES ROJOS**

**Recepción de la materia prima.-** Se recibió la materia prima (frijoles rojos *Phaseolus vulgaris* L.), previo al procesamiento los granos estuvieron 24 horas de remojo a 25°C para eliminar elementos anti-nutritivos del grano. Adicional a eso, se receptaron los insumos necesarios para la elaboración del producto siguiendo la formulación ya establecida.

**Cocción.-** La cocción del grano se realizó con el objetivo de eliminar los compuestos anti-nutritivos que no se eliminaron en el remojo (saponinas y taninos), a 60°C durante 1 hora.

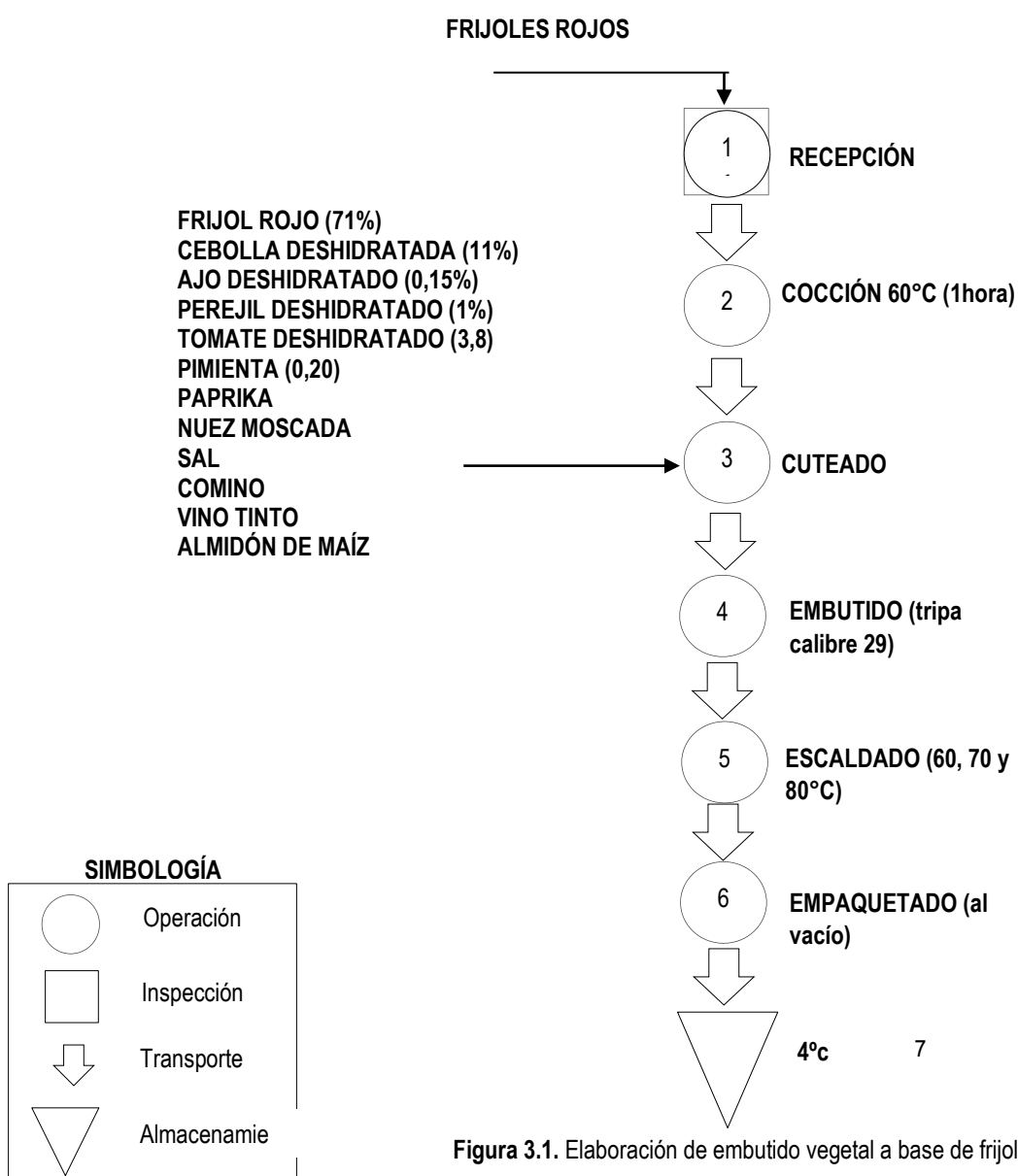
**Cutteado.-** Se llevaron los granos cocidos al cutter hasta obtener una pasta fina, a la que se le asignaron los insumos que le proporcionaron el sabor, color y textura al producto.

**Embutido.-** En este proceso la pasta base se la embutió en tripas de colágeno calibre 29.

**Escaldado.-** Se realizó el proceso de escaldado a 60°C durante 10 minutos; a 60°C durante 20 minutos; a 70°C durante 10 minutos; a 70°C durante 20 minutos; a 80°C durante 10 minutos a 80°C durante 20 minutos, para lograr la acción aglutinante del almidón.

**Empaquetado.-** Terminado el proceso de elaboración se empaquetó el producto al vacío.

**Almacenado.-** Se mantuvo el producto a 4°C.



**Figura 3.1.** Elaboración de embutido vegetal a base de frijoles rojos.

### 3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Análisis de varianza (ANOVA): Se realizó para determinar la existencia de diferencia significativa estadística entre tratamientos.
- b) Prueba de Tukey: Se analizó al 5% de probabilidad, de acuerdo a los grados de libertad (GL) del error.
- c) Prueba de Friedman (prueba no paramétrica)

Para la evaluación organoléptica se aplicó una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 puntos de sabor, color y olor a todos los tratamientos mediante una ficha de Evaluación sensorial de Aceptación (Anexo 1-C) a 50 jueces no entrenados. Las muestras fueron presentadas después de un proceso de fritura con aceite vegetal de girasol.

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey al 0,05. Para el tratamiento de los datos se utilizó el software estadístico Infostat versión 2017.

Para el análisis de la evaluación sensorial de aceptación se usó la prueba de Friedman (prueba no paramétrica).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS DE PERFIL DE TEXTURA

#### 4.1.1. FIRMEZA, MASTICABILIDAD Y ELASTICIDAD (DÍA 1)

En la evaluación estadística para la variable firmeza, masticabilidad y elasticidad bajo el experimento de penetración y compresión se obtuvieron los siguientes resultados en el día 1:

Como se puede apreciar en el cuadro 4.1, las variables firmeza, masticabilidad y elasticidad obtuvieron significancia dentro de los factores tiempo y temperatura así como en su interacción.

De este modo se evidencia que; tanto la temperatura y el tiempo de escaldado al que es expuesto el embutido vegetal influyen de manera significativa en las variables antes mencionadas.

**Tabla 4.1.** Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal (medias\*)

DÍA 1			
Tratamientos	Firmeza (N)	Masticabilidad (N)	Elasticidad (N)
Factor Temperatura (°C)			
80	50,63 a	0,26 a	0,58 b
70	28,01 b	0,13 b	0,56 c
60	7,90 c	0,06 c	0,78 a
p	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Factor Tiempo (min)			
20	35,76 a	0,19 a	0,63 b
10	21,93 b	0,12 b	0,66 a
p	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Interacción de Temperatura (°C) x Tiempo (min)			
80-20	56,15 a	0,30 a	0,58 c
80-10	45,11 b	0,22 b	0,58 c
70-20	37,48 c	0,15 c	0,57 d
70-10	18,55 d	0,11 d	0,55 e
60-20	13,67 e	0,11 d	0,72 a
60-10	2,12 f	0,01 e	0,82 b
p	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0013</b>	<b>&lt;0,0001</b>

(\*) Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativamente los valores medios con un 95% de confianza. Según Tukey

Con los resultados obtenidos, se toma en cuenta lo expresado por O’Riordan y Stoll-Kleemann (2015), los autores enuncian que el punto máximo de viscosidad y gelatinización de un almidón está influenciado por el tamaño de sus gránulos, gelatinizándose a temperaturas de entre 50 y 80°C. De acuerdo con eso indican; que la firmeza, la masticabilidad y la elasticidad de un producto en el que dentro de su formulación existen almidones; se verán influenciadas no solo por la cantidad del mismo, sino por las temperaturas a las que es sometido el alimento.

Por otra parte García y Loor (2017), indican que para que la textura de un embutido vegetal sea adecuada y aceptada por los consumidores el producto debe ser sometido a una temperatura de 60 y 75°C, concordando con lo indicado por Pineda (2010), en donde indica que la gelatinización de los almidones ocurre a partir de las temperaturas ya mencionadas.

De este modo, el mejor tratamiento para el día uno, enfocados en el resultado estadístico fue el a3b2 (80°C durante 20 minutos). Cabe mencionar que el tratamiento 6 presentó problemas al manipularlo, se partía con facilidad y no era atractivo sensorialmente (Anexo 1-E). Y puesto que se busca un producto muy parecido a los embutidos comunes y aceptado por los consumidores, se tomó como mejor tratamiento al a2b2 (70°C durante 20 minutos) ya que presentó similitud en cuanto a embutidos comunes, una mejor apariencia y no se presentaron inconvenientes en la manipulación del producto en los diferentes análisis en comparación al T6 (Anexo 1-E).

#### **4.1.2. FIRMEZA, MASTICABILIDAD Y ELASTICIDAD (DÍA 15)**

Al evaluar firmeza, masticabilidad y elasticidad con un experimento penetración y compresión se obtuvieron los siguientes resultados en el día 15:

Al observar en cuadro 4.2 se puede apreciar que las variables firmeza, masticabilidad y elasticidad obtuvieron significancia dentro de los factores tiempo y temperatura, así como en su interacción

**Tabla 4.2.** Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal (medias\*)

DÍA 15			
Tratamientos	Firmeza (N)	Masticabilidad (N)	Elasticidad (N)
Factor Temperatura (°C)			
80	53,35 a	0,25 a	0,57 b
70	29,11 b	0,13 b	0,55 c
60	7,18 c	0,06 c	0,77 a
P	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Factor Tiempo (min)			
20	34,44 a	0,18 a	0,62 b
10	25,32 b	0,11 b	0,64 a
p	<b>0,0004</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0001</b>
Interacción de Temperatura (°C) x Tiempo (min)			
80-20	53,98 a	0,30 a	0,58 c
80-10	52,73 a	0,21 b	0,57 c
70-20	37,35 b	0,15 c	0,57 c
70-10	20,88 c	0,11 d	0,54 d
60-20	12,00cd	0,10 d	0,72 b
60-10	2,37 d	0,01 e	0,82 a
p	<b>0,0214</b>	<b>0,0026</b>	<b>&lt;0,0001</b>

(\*) Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativamente los valores medios con un 95% de confianza. Según Tukey

Como se observa en el cuadro 4.2 y al igual que en el día 1, estadísticamente el mejor tratamiento es a3b2 (80°C durante 20 minutos). Pero como se mencionó anteriormente el tratamiento presentó dificultades técnicas y de aceptación por parte de los consumidores puesto que se presentó más firme y por ende menos elástico que el resto de tratamientos (Anexo 1-E). Por ese motivo se tomó como mejor tratamiento al a2b2 (70°C durante 20 minutos) puesto que presentó mejor apariencia y similitud a los embutidos de origen animal que el T6.

De acuerdo a los resultados obtenidos Brander, Raap y Rankowitz (1985) indican que para obtener una textura adecuada de embutidos vegetales se los debe someter a un proceso de escaldado de entre 60 y 70°C durante 20 minutos. Existiendo disconformidad con los expresado por Cavallini, Hargarten, y Joehnke (2006) que indican que para que un embutido vegetal se asemeje a uno de carne debe ser escaldado a una temperatura de entre 87 y 90°C.

#### 4.1.3. FIRMEZA, MASTICABILIDAD Y ELASTICIDAD (DÍA 30)

Dentro de los resultados obtenidos podemos observar en el cuadro 4.3 que, el efecto de temperaturas y tiempos de escaldado en la textura del embutido a base de frijoles, es significativo en las variables firmeza, masticabilidad y elasticidad; para los factores así como en su interacción.

**Tabla 4.3.** Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal (medias\*)

DÍA 30			
Tratamientos	Firmeza (N)	Masticabilidad (N)	Elasticidad (N)
Factor Temperatura (°C)			
<b>80</b>	48,18 a	0,24 a	0,49 c
<b>70</b>	26,93 b	0,12 b	0,52 b
<b>60</b>	6,28 c	0,06 c	0,75 a
p	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Factor Tiempo (min)			
<b>20</b>	32,54 a	0,17 a	0,57 b
<b>10</b>	21,72 b	0,11 b	0,61 a
p	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Interacción de Temperatura (°C) x Tiempo (min)			
<b>80-20</b>	50,31 a	0,27 a	0,49 d
<b>80-10</b>	46,06 a	0,21 b	0,50 d
<b>70-20</b>	36,31 b	0,14 c	0,50 d
<b>70-10</b>	17,54 c	0,10 d	0,54 c
<b>60-20</b>	11,00 c	0,10 cd	0,71 b
<b>60-10</b>	1,56 d	0,01 e	0,80 a
p	<b>0,0015</b>	<b>0,0145</b>	<b>&lt;0,0001</b>

(\*) Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativamente los valores medios con un 95% de confianza. Según Tukey.

Como se aprecia en el cuadro 4.3 estadísticamente el mejor tratamiento fue el a3b2 (80°C durante 20 minutos), pero como se menciona anteriormente, este tratamiento presentó una textura no adecuada, problemas en cuanto a la manipulación del producto así como en la aceptación del mismo (Anexo 1-E).

Sin embargo el tratamiento al a2b2; considerando los criterios de apariencia y textura que se esperan en el embutido vegetal, basados discernimientos en donde se busca que estos productos sean muy similares a los embutidos comunes, se lo considera como el mejor, puesto que fue el que mantuvo una apariencia similar a los embutidos comunes y no presentó problemas técnicos en la realización del ensayo de penetración y compresión.

Esto quiere decir que las temperaturas así como el tiempo de escaldado influyen en el mejoramiento de la textura de alimentos sustitutos de la carne como los embutidos vegetales, tomando en cuenta principalmente a la naturaleza de la materia prima, de la cantidad de almidones así como en las temperaturas utilizadas en el proceso de escaldado.

Los resultados obtenidos concuerdan con el rango establecido por Finnigan et al. (2017) en donde expresan que para el desarrollo de un análogo de carne a base de hongos las temperaturas de escaldado a vapor deben ser de entre 60 y 85°C, pasado este rango de temperatura la estructura del análogo se vuelve dura, las proteínas y fibra del mismo se ven considerablemente afectadas.

Cabe mencionar que el producto elaborado en la investigación dentro de los rangos establecidos por Brander et al. (1985) cumplió con las propiedades de textura que se deseaban conseguir en cuanto a temperatura de 70°C, pero al someter al producto a una temperatura de 60°C se presentó demasiado blando y no fue el más aceptado por los jueces no entrenados.

## **4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Al evaluar el contenido proteico en cada uno de los tratamientos, se puede observar en el cuadro 4.4, que independiente de las temperaturas utilizadas en el proceso de escaldado el porcentaje de proteína no varía de manera significativa.



**Tabla 4.4.** Porcentaje de proteína.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROTEÍNA %		
60°C durante 10 minutos	T1	4,05
60°C durante 20 minutos	T2	4,17
70°C durante 10 minutos	T3	4,44
70°C durante 20 minutos	T4	4,50
80°C durante 10 minutos	T5	4,51
80°C durante 20 minutos	T6	4,59

Malav et al. (2013) menciona que mientras mayor sea la humedad del producto en relación a la proteína del embutido vegetal, este será pastoso y muy elástico. De este modo en cuanto se aumenta el porcentaje de humedad el análogo tendrá una textura blanda y elástica, presentando problemas al masticarlo.

Por otra parte García y Loor (2017), evaluaron el contenido proteico de una carne vegetal a base de lenteja y los resultados obtenidos fueron de 14%. Por otra parte Jones (2016), indica que los análogos de carne que contienen mayor porcentaje de proteína son los elaborados a partir de soya con 35 y 40%.

De este modo el contenido proteico de los embutidos vegetales será distinto dependiendo de la materia prima a utilizar.

### **4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

En el análisis de datos, como se observa en el cuadro 4.5 dentro del día 1, para todos los tratamientos hubo presencia de aerobios mesófilos. En el día 15 y en el día 30 la presencia de mohos y levaduras sólo se presentó en los tres primeros tratamientos.

Al no existir ninguna norma en referencia a productos embutidos de origen vegetal, se tomó en consideración el conteo de UFC/g para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, por la naturaleza del producto.

Al elaborar un producto con porcentajes de almidón no solo por la adición en la formulación, sino también por la cantidad de almidón que contiene la materia prima (frijol rojo), existe presencia de estos microorganismos volviéndose necesario el análisis de los mismos. De este modo el cuadro 4.5 evidencia que a partir del tratamiento 4 no sólo disminuye la cantidad de aerobios mesófilos sino que no existe presencia de mohos y levaduras a partir del día 15 bajo condiciones de refrigeración.

**Tabla 4.5.** Análisis microbiológicos (aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras) (UFC/g).

MUESTRAS		Aerobios mesófilos UFC/g			mohos y levaduras UFC/g		
		DÍA 1	DÍA 15	DÍA 30	DÍA 15	DÍA 30	
a1b1	T1	4,0x10 <sup>5</sup>	≤10	≤10			
a1b2	T2	4,0x10 <sup>4</sup>	≤10	≤10			
a2b1	T3	3,8x10 <sup>3</sup>	≤10	≤10			
a2b2	T4	3,6x10 <sup>3</sup>	SD	SD			
a3b1	T5	3,0x10 <sup>3</sup>	SD	SD			
a3b2	T6	2,0x10 <sup>3</sup>	SD	SD			

#### 4.4. ANÁLISIS SENSORIAL

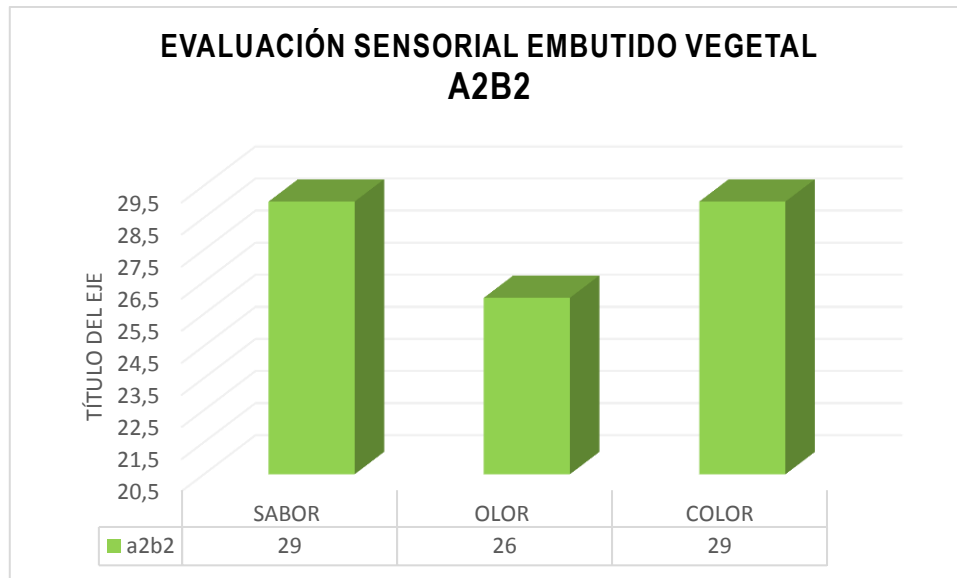
Se ejecutaron pruebas no paramétricas para la evaluación de los resultados conseguidos en los análisis sensoriales; evidenciando bajo la prueba de Friedman (figura 4.1.), que no hubo diferencia entre los tratamientos analizados, ya que el p valor fue de 0,752.

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Color, Oloro and Sabor son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman Orde varianza por rangos de muestras relacionadas	,752	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

**Figura 4. 1.** Prueba no paramétrica de Friedman.

Al no existir diferencias estadísticas entre los tratamientos se presenta el de mayor aceptabilidad, como se observa en la figura 4.1 que corresponde al mejor tratamiento a2b2, (muestra sometida a 70°C durante 20 minutos), para las variables sabor, olor y color.



**Figura 4.2.** Perfil evaluación sensorial del embutido vegetal.

O’Riordan y Stoll-Kleemann (2015), expresa que de manera fundamental estos productos tienen que tener características similares a los embutidos comunes para tener mayor aceptación. (Aiking & de Boer, 2006), concuerdan con lo mencionado anteriormente, exponen que la apariencia de los embutidos de origen vegetal es de vital importancia para su aceptación así como para su comercialización.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES:**

- La temperatura de 70°C en el proceso de escaldado influye de manera positiva en la textura de un embutido vegetal.
- El tiempo de escaldado influye de manera positiva en la textura de un embutido vegetal es de 20 minutos.
- Ni la temperatura ni el tiempo de escaldado influyen en la degradación de la proteína del embutido vegetal.
- Los embutidos a base de frijoles rojos presentan una estabilidad microbiológica de 30 días.
- El sabor el olor y el color del embutido vegetal fue calificado como agradable por los jueces no entrenados.

### **5.2. RECOMENDACIONES:**

- En futuras investigaciones aplicar aditivos (gomas) que mejoren la textura del producto si se utilizan temperaturas de escaldados mayores a los 70 °C.
- Considerar tiempos de escaldado mayores en la elaboración de un embutido vegetal.
- Evaluar el comportamiento reológico de la pasta base del embutido vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aiking, H. and de Boer, J. (2006). Sustainable protein production and consumption: pigs or peas?. *Environment & Policy*. doi: 10.1007/1-4020-4842-4.
- Albarracín, W., Acosta, L., Sánchez, I. (2010). Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus* spp.). *Revista. Vitae*. 17, 3. Recuperado de: <https://goo.gl/rhRr3p>.
- Alibhaia, Z., Mondor, M., Moresoli, C., Ippersiel, D., & Lamarche, F. (2006). Production of soy protein concentrates/isolates: traditional and membrane technologies. *Desalination*, 191, 351–358. doi:10.1016/j.desal.2005.05.026.
- Asgar, M., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., & Karim, A. (2010). Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 513–515. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x.
- Bennink, M. (2002). Consumption of Black Beans and Navy Beans (*Phaseolus vulgaris*) Reduced Azoxymethane-Induced Colon Cancer in Rats. *Nutrition and Cancer*, 44, 60–65. doi: 10.1207/s15327914nc441\_8.
- Birkett, A., Muir, J., Phillips, J., Jones, G., & O’Dea, K. (1996). Resistant starch lowers fecal concentrations of ammonia and phenols in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63, 770. doi:10.1093/ajcn/63.5.766.
- Brander, R., Raap, T y Rankowitz M. (1985). Wenna sausage meat analog. US 4,556,570.
- Cavallini. V., Hargarten. P y Joehnke. J. (2006). Vegetable protein meat analog. US 2006/0204644 A1.
- Chen, J., y Stokes, J. (2012). Rheology and tribology: Two distinctive regimes of food texture sensation. *Trends in Food Science & Technology*, 25, 4–12. doi:10.1016/j.tifs.2011.11.006.

- Chen, L., y Opara, U. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods — A review. *Food Research International*, 51, 823–835. doi:10.1016/j.foodres.2013.01.046.
- Coello, C. (29 de Septiembre de 2017). Ecuador recién se interesa por las enfermedades del corazón en la mujer. *Redacción Médica*. Recuperado el 20 de octubre de 2018 de: <https://goo.gl/PUWjke>.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32, 2–5. doi:10.1016/j.tifs.2013.05.005.
- De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M.-C., Paelinck, H. (2014). The occurrence of N-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation. *Meat Science*, 96 821–828. doi:10.1016/j.meatsci.2013.09.010.
- De Oliveira, C., Andrade, M., Colman, T., da Costa, F., y Schnitzler, E. (2013). Thermal, structural and rheological behaviour of native and modified waxy corn starch with hydrochloric acid at different temperatures. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 115, 13–18. doi: 10.1007/s10973-013-3307-9.
- Dickie, A., y kokini, J. (1983). An Improved Model for Food Thickness from non-Newtonian Fluid Mechanics in the Mouth. *Journal of Food Science*, 48, 57–61. doi:10.1111/j.1365-2621.1983.tb14787.x.
- Figuroa, J., Guzmán, S., y Herrera, M. (2015). Atributo nutricional y nutracéutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnia*, 17, 9-11
- Finnigan, T., Needham, L., y Abbott, C. (2017). Mycoprotein: A Healthy New Protein With a Low Environmental Impact. *Sustainable Protein Sources*, 19, 305–325. doi:10.1016/b978-0-12-802778-3.00019-6.
- Fischer, P., y Windhab, E. (2011). Rheology of food materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 16,36–40. doi:10.1016/j.cocis.2010.07.003.
- Freire, W., Ramírez, M., Belmont, P., Mendieta, M. (2014). *Encuesta Nacional de Salud. 06/30/2014*. (Informe Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

ENSANUT Tomo I). Recuperado el 21 de Junio de 2018 del sitio de internet de Ecuador en cifras: <https://goo.gl/KfqdAR>.

- García, S., y Loor, F. (2017). *Efecto de la incorporación de tres tipos de almidones en las propiedades texturales de una carne vegetal*. (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador.
- Granito, M., Guinand, J., Pérez, D y Pérez, S. (2009). Valor nutricional y propiedades funcionales de *phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *INCI*, 34, 220-222.
- Gutiérrez, P. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de carne vegetal y su comercialización en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe*. (Tesis de pregrado). Recuperado de dspace.unl: <https://goo.gl/njHKAd>.
- Guzmán, S., Acosta, J., Álvarez, M., García, S., y Loarca, G. (2002). Calidad alimentaria y potencial nutracéutico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica en México*, 28, 159-173. Recuperado de: <https://goo.gl/aaEBxv>.
- Haverstock, K., y Kirby, D. (2012). To eat or not to eat. A comparison of current and former animal product limiters. *Appetite*, 58, 1031. doi:10.1016/j.appet.2012.02.048.
- Hayat, I., Ahmad, A., Masud, T., Ahmed, A., y Bashir, S. (2013). Perspectivas nutricionales y de salud de los frijoles (*Phaseolus vulgaris*L.): Una visión general. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 580–592. doi: 10.1080 / 10408398.2011.596639.
- Hermansson, A.-M. (1979). Métodos de estudio de las características funcionales de las proteínas vegetales. *Revista de la American Oil Chemists 'Society*, 56, 272–279. doi: 10.1007 / bf02671471.
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 3232–3237. doi:10.1073/pnas.1109936109.
- INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2017). *Diabetes. Segunda causa de muerte después de las enfermedades isquémicas del corazón: periodo 2007-2016*. Quito, Ecuador.

- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Carne y productos Cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos: Segunda revisión*. Ecuador.
- Jones, O. (2016). Recent advances in the functionality of non-animal-sourced proteins contributing to their use in meat analogs. *Current Opinion in Food Science*, 7, 7–13. doi:10.1016/j.cofs.2015.08.002.
- Keklik, N., Bozkurt, H y Tekin, A. (2018). Effect of different cooking procedures on cholesterol and fat contents of selected meat products. *Food Science and Technology*, 22, 1-3. Recuperado de: <https://goo.gl/k8jVXG>.
- Kumar, P., Chatli, M., Mehta, N., Singh, P., Malav, O., Verma, A. (2015). Meat analogues: Health Promising Sustainable Meat Substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57, 900–915. doi: 10.1080/10408398.2014.939739.
- Ma, W., Tang, C., Yang, X., y Yin, S. (2013). Fabrication and characterization of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolate–chitosan composite films at acidic pH. *Food Hydrocolloids*, 31, 237–247. doi:10.1016/j.foodhyd.2012.10.007.
- Malav, P., Talukder, S., Gokulakrishnan, P., y Chand, S. (2013). Meat Analog: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1241–1245. doi:10.1080/10408398.2012.689381.
- Marco, A., Navarro, L., y Flores, M. (2006). The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73, 660–673. doi:10.1016/j.meatsci.2006.03.011.
- Morris, C., y Morris, G. (2012). The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management. *Food Chemistry*, 133, 237–248. doi:10.1016/j.foodchem.2012.01.027.
- Motta, R. (2014). Transnational Discursive Opportunities and Social Movement Risk Frames Opposing GMOs. *Social Movement Studies*, 14, 576–595. doi:10.1080/14742837.2014.947253.



- Nijdam, D., Rood, T., & Westhoek, H. (2012). The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy*, 37, 763. doi:10.1016/j.foodpol.2012.08.002.
- O’Riordan T., y Stoll-Kleemann, S. (2015). The challenges of changing dietary behavior toward more sustainable consumption. *Environment*, 57, 3–10. doi: 10.1080/00139157.2015.1069093.
- Omohimi, C., Sobukola, O., Sarafadeen, K., y Sanni, L. (2014). Effect of Thermo-extrusion Process Parameters on Selected Quality Attributes of Meat Analogue from Mucuna Bean Seed Flour. *Nigerian Food Journal*, 32, 21–30. doi: 10.1016/s0189-7241(15)30092-8.
- OMS. Organización mundial de la Salud. (2015). *Carcinogenicidad del consumo de carne roja y de la carne procesada: segundo semestre de 2015*. España.
- Osen, R., Toelstede, S., Wild, F., Eisner, P., & Schweiggert-Weisz, U. (2014). High moisture extrusion cooking of pea protein isolates: Raw material characteristics, extruder responses, and texture properties. *Journal of Food Engineering*, 127, 67–74. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.11.023.
- Pensel, N. (2014). *Estado del arte y tendencias de la ciencia y tecnología del procesamiento de alimentos. Proyecto mincyt-birf: estudios del sector agroindustria*. Recuperado de: <https://goo.gl/8fnmKm>.
- Pineda, P. (2010). Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. *Ingeniería y Ciencia*, 6(11), 129-141. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v6n11/v6n11a08.pdf>.
- Puertas, M., Ríos, Y., y Rojano, B. (2013). Determinación de antocianinas mediante extracción asistida por radiación de microondas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de alto consumo en Antioquia-Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(2), 288-297. Recuperado de: <https://goo.gl/oHyCLw>.
- Ramírez, J. (2006). Fundamentos de reología de alimentos. Recuperado de: <https://goo.gl/Ld7F3K>.
- Reddy, C., Suriya, M & Haripriya, S. (2013). Physico-chemical and functional properties of Resistant starch prepared from red kidney beans

(Phaseolus vulgaris.L) starch by enzymatic method. *Carbohydrate Polymers*, 95, 220. doi:10.1016/j.carbpol.2013.02.060.

Reddy, N., Sathe, S., y Salunkhe, D. (1982). Phytates in Legumes and Cereals. *Advances in Food Research*, 28, 1–92. doi:10.1016/s0065-2628(08)60110-x.

Riascos, J. J., Weissinger, A. K., Weissinger, S. M., y Burks, A. W. (2010). Hypoallergenic Legume Crops and Food Allergy: Factors Affecting Feasibility and Risk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 20–27. doi: 10.1021/jf902526.

Rodríguez, L., Lucas, B., Cruz, E., y Guerrero, M. 2018. Contenido de ácido fítico y fósforo inorgánico en *Vigna unguiculata* y *Phaseolus vulgaris* germinadas a diferentes temperaturas. *Información Tecnológica*, 29, 39-46. <https://goo.gl/vRqi1q>.

Ruilova, M., Hernández, A., Díaz, R., Ruíz, Z. (2016). Desarrollo de una formulación de salchicha saludable empleando al hongo *Plerotus ostreatus* como sustituto de la carne de cerdo. *Revista de investigación Talentos III*. (1). 37.

Sánchez, A. (2018). *Consumo de productos cárnicos y vegetales en mujeres con enfermedades crónico-degenerativas*. (Tesis de pregrado). Recuperado de Unicach.mx: <https://goo.gl/7UjTCZ>.

Sandoval, M. (2012). Aislamiento y caracterización de las proteínas de reserva de la chíá. *Salvia hispánica L.* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://goo.gl/Uak9rd>.

Shimelis, E. A., & Rakshit, S. K. (2007). Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris L.*) varieties grown in East Africa. *Food Chemistry*, 103, 161–172. doi:10.1016/j.foodchem.2006.08.005.

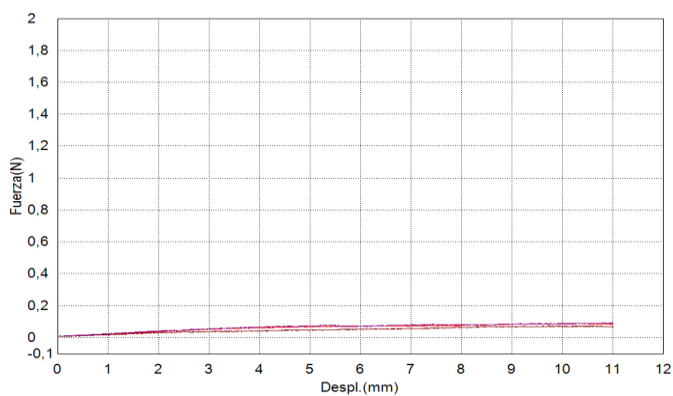
Smetana, S., Mathys, A., Knoch, A., & Heinz, V. (2015). Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1254–1267. doi: 10.1007/s11367-015-0931-6.

Steffe, J. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*. Recuperado de: <https://goo.gl/vMJNEV>.

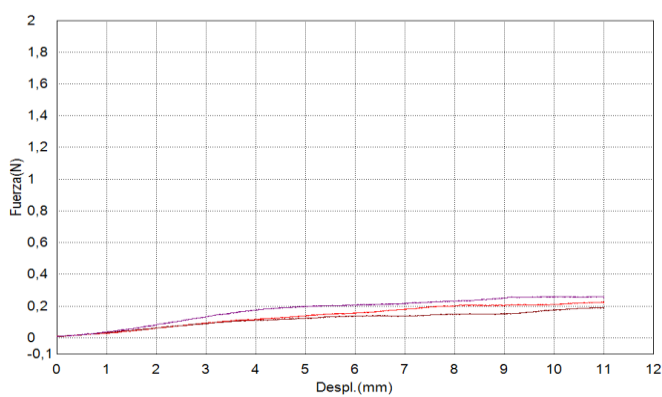
- Stephan, A., Ahlborn, J., Zajul, M., Zorn, M. (2017). Edible mushroom mycelia of *Pleurotus sapidus* as novel protein sources in a vegan boiled sausage analog system: functionality and sensory tests in comparison to commercial proteins and meat sausages. *European Food Research and Technology*, 244, 910–922. doi: 10.1007/s00217-017-3012-1.
- Tofiño, A; Ortega, M; Herrera, B; Castilla, P; Pedraza B. (2017). Microbiological conservation of carnic product with essential oils *Eugenia caryophyllata* and *Thymus vulgaris*. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2, 15. Recuperado de: <https://goo.gl/H7X7mj>.
- Van Vliet, T. (2002). On the relation between texture perception and fundamental mechanical parameters for liquids and time dependent solids. *Food Quality and Preference*, 13, 227–236. doi:10.1016/s0950-3293(01)00044-1.
- Vargas, C; López, A y Flores, A. (2014). Evaluación de la concentración de nitratos, nitritos y cloruro de sodio en embutidos expendidos en la ciudad de Tarija. *Revista. Ventana. Científica*. 1, 7. Recuperado de: <https://goo.gl/k77jeH>.
- Vidal, J. (1997). Tecnología de los embutidos curados. *CYTA - Journal of Food*, 1, 129. doi: 10.1080/11358129709487572.
- Vihavainen, E; Murros, A; y Bjökroth, J. (2008). Leuconostoc Spoilage of Vacuum-Packaged Vegetable Sausages. *Journal of Food Protection*. Recuperado de: <https://goo.gl/Lcz6vi>.
- Wang, P., Chen, H., Mohanad, B., Xu, L., Ning, Y., Xu, J., ...Xu, X. (2014). Effect of frozen storage on physico-chemistry of wheat gluten proteins: Studies on gluten-, glutenin- and gliadin-rich fractions. *Food Hydrocolloids*, 39, 187–194. doi:10.1016/j.foodhyd.2014.01.009.
- Wani, I., Sogi, D., Wani, A., y Gill, B. (2013). Physico-chemical and functional properties of flours from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *LWT Food Science and Technology*, 53,278–284. doi:10.1016/j.lwt.2013.02.006.

# **ANEXOS**

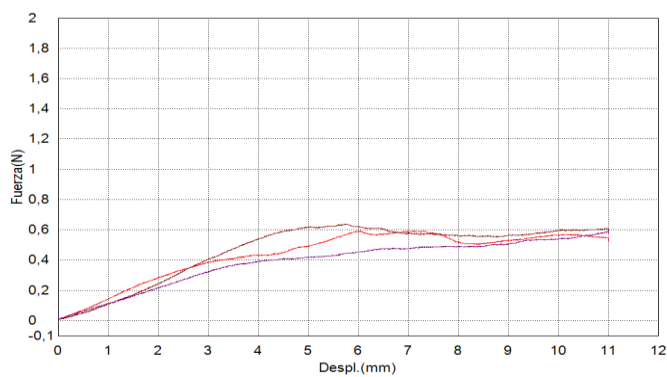
## ANEXO 1-A. EXPERIMENTO DE PENETRACIÓN DE TRATAMIENTOS



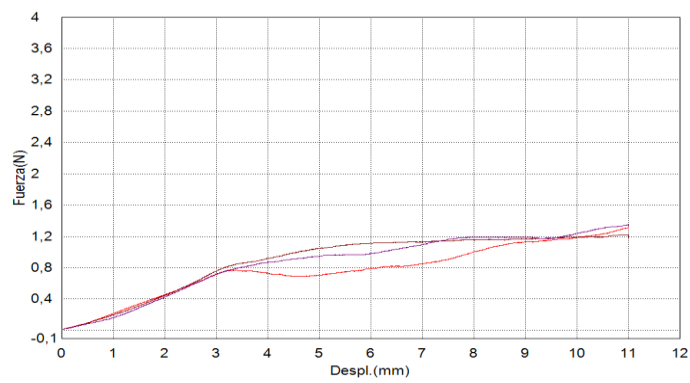
Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 1  
(10 minutos a 60°C).



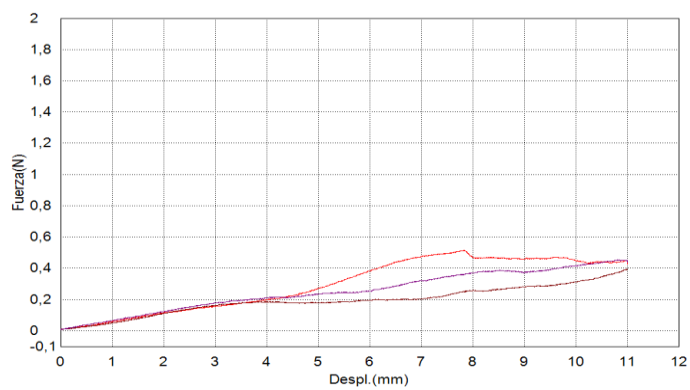
Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 2  
(20 minutos a 60°C).



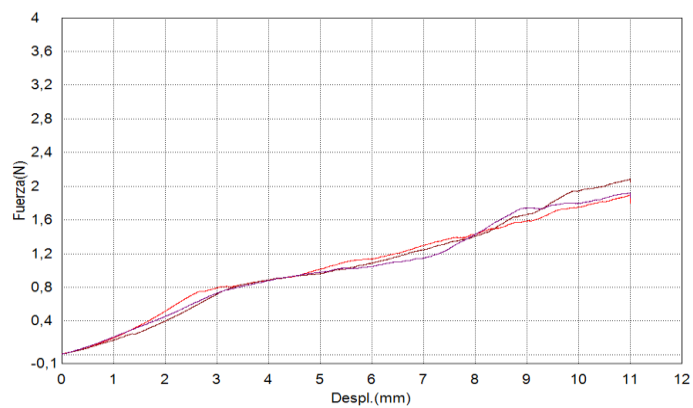
Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 3  
(10 minutos a 70°C).



Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 4  
(20 minutos a 70°C).

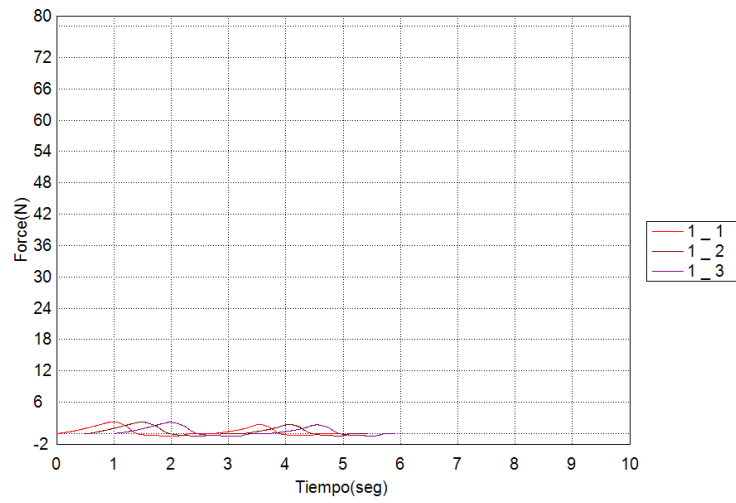


Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 5  
(10 minutos a 80°C).

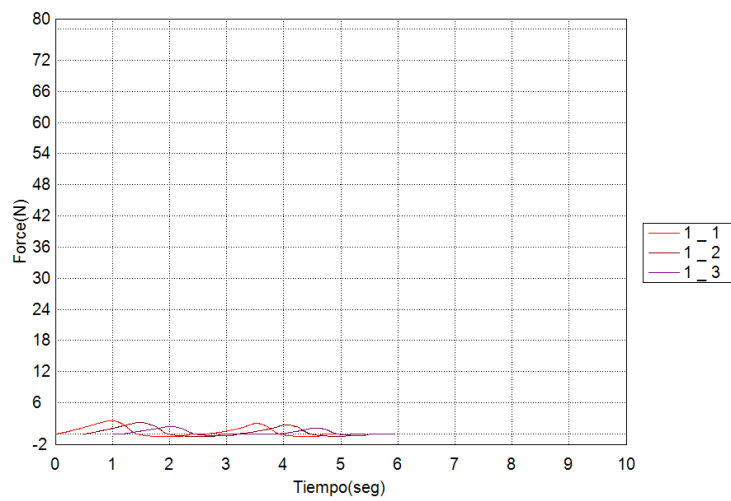


Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 6  
(20 minutos a 80°C).

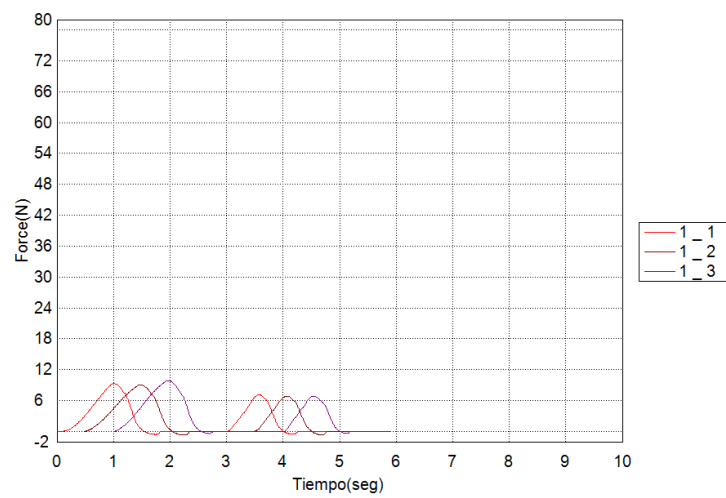
## ANEXO 1-B. EXPERIMENTO DE COMPRESIÓN DE TRATAMIENTOS



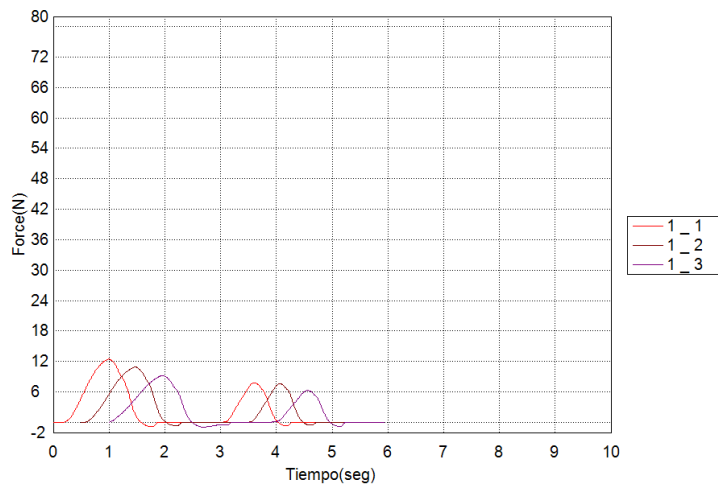
Curva del análisis de compresión del tratamiento 1



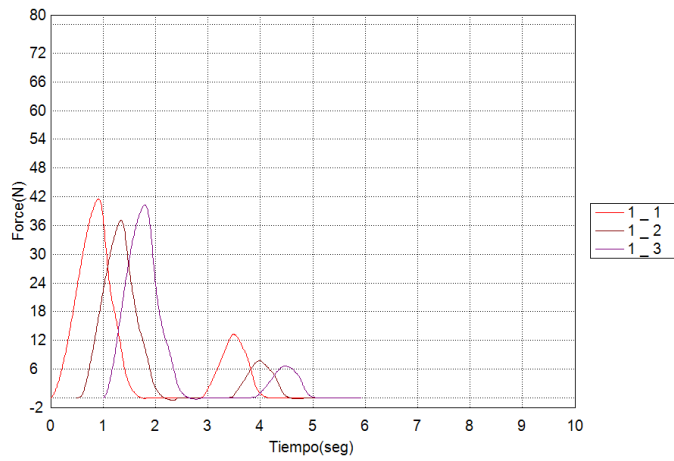
Curva del análisis de compresión del tratamiento 2



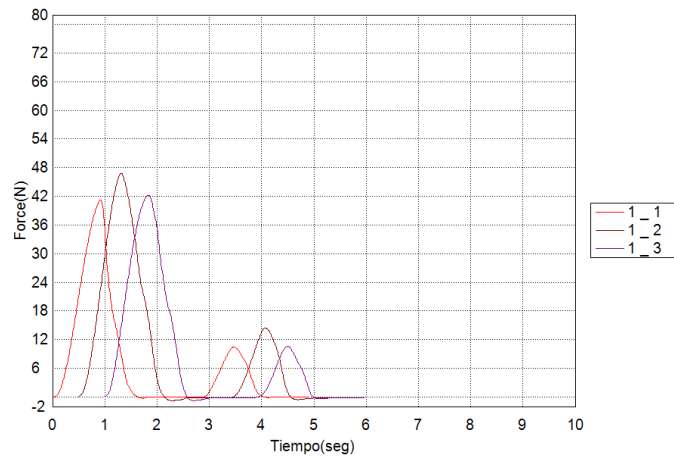
Curva del análisis de compresión del tratamiento 3



Curva del análisis de compresión del tratamiento 4



Curva del análisis de compresión del tratamiento 5



Curva del análisis de compresión del tratamiento 6



## ANEXO 1-C. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTACIÓN

**Fecha:**

**Producto:** Carne Vegetal de Lenteja

Deguste las muestras en el orden que la tabla le indica y marque con una X la opción que considere para cada muestra analizada, según su sabor, olor y color.

**Sabor**

Muestra	t1	t2	t3	t4	t5	t6
Desagradable						
Ligeramente agradable						
Ni agradable ni desagradable						
Ligeramente agradable						
Agradable						

**Olor**

Muestra	t1	t2	t3	t4	t5	t6
Desagradable						
Ligeramente agradable						
Ni agradable ni desagradable						
Ligeramente agradable						
Agradable						

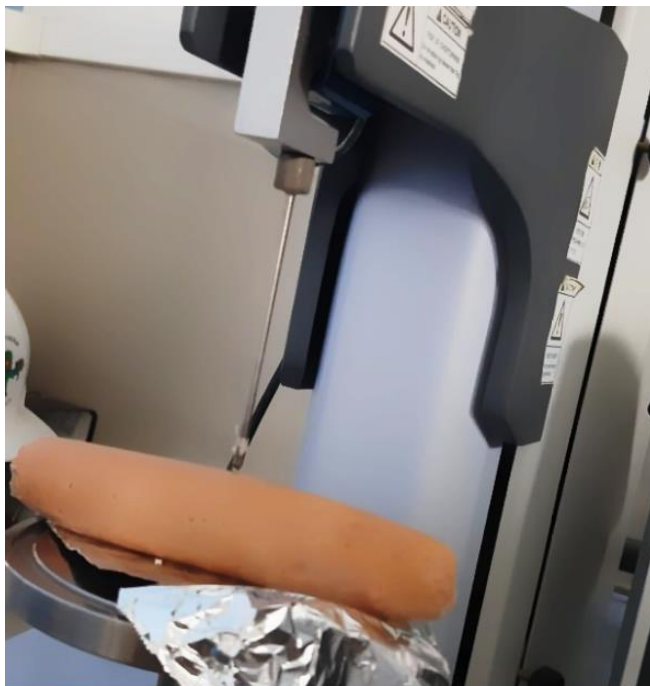
**Color**

Muestra	t1	t2	t3	t4	t5	t6
Desagradable						
Ligeramente agradable						
Ni agradable ni desagradable						
Ligeramente agradable						
Agradable						

## ANEXO 1-D. EXPERIMENTO DE PENETRACIÓN



Experimento de penetración tratamiento 6.



Experimento de penetración tratamiento 4.