



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**“Evaluación de algunos parámetros físicos y
análisis de costo – beneficio de embutidos tipo
chorizo formulados con soya texturizada”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A:

HERRERA RODRÍGUEZ ELIHU

ASESORA: DRA. ADRIANA LLORENTE BOUSQUETS

COASESOR: M. EN C. JONATHAN CORIA HERNÁNDEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AFFRMA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Evaluación de algunos parámetros físicos y análisis de costo – beneficio de embutidos tipo chorizo formulados con soya texturizada.

Que presenta el pasante: Elihu Herrera Rodríguez

Con número de cuenta: 413002899 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de Mayo de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Adriana Llorente Bousquets	
VOCAL	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
SECRETARIO	I.A. María Guadalupe López Franco	
1er. SUPLENTE	Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz	
2do. SUPLENTE	Dr. Enrique Fuentes Prado	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga*

**Esta tesis forma parte de los proyectos del Taller
Multidisciplinario de Ingeniería en Alimentos: Procesos
Tecnológicos de Productos Cárnicos
Laboratorio 7 de Bioconservación en la Unidad de Investigación
Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán.**

**Se agradece al Proyecto DGAPA-PAPIIT IT202312
"ESTRATEGIAS DE BIOCONSERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE
LA CARNE Y SUS PRODUCTOS" por el apoyo recibido para
este proyecto de tesis.**

**Y al Proyecto PIAPI 1635 "PROCESOS TECNOLÓGICOS
DE PRODUCTOS CÁRNICOS"**

“Somos lo que hacemos día a día, de modo que la excelencia no es un acto sino un hábito”

Aristóteles

Agradecimientos

Primero que nada quiero agradecer a esos dos grandes maestros, que día a día me impulsaron a ser alguien en mi vida y a perseguir mis sueños por mas locos que parecieran, que me levantaron todas aquellas veces que caí y que estuvieron ahí cuando parecía que no tenía sentido continuar, que me llevaron a cristalizar este gran sueño, esos dos ángeles que Dios puso en mi camino y que no solo han cuidado de mi toda la vida, sino que también me dieron la vida, a ti MAMÁ y a ti PAPÁ este logro es suyo también, porque ustedes han sido el cimiento para lograr construir este gran sueño.

A mi hermana Indra por ser el motor para continuar, por enseñarme que cuando quieres lograr algo basta con tener la valentía para luchar por ello y conseguirlo, por no abandonarme y ser mi más fiel compañera durante este trayecto de mi vida, GRACIAS

A mi tía Anel y mi abuelita por creer en mí inclusive antes de que yo mismo lo hiciera, por ser las guía y el impulso para lograr una meta más en mi vida, y por permitirme creer en mí para poder crecer, GRACIAS.

A Elda, Diana y Alejandra mis más grandes amigas a lo largo de esta aventura, por permitirme formar parte de su vida, por estar a mi lado aun en los momentos más difíciles de mi vida, por impulsarme a seguir y por no permitirme caer, GRACIAS.

A la Doctora Adriana, por ser la guía para lograr llegar al final de esta etapa de mi vida, por su humildad y apertura para compartir sus conocimientos y sobre todo por todos sus consejos que me brindó, GRACIAS.

A Jonathan, por estar tras de mí para no dejar esto en el olvido, por su apoyo incondicional, por permitirme aprender de él y permitirme conocer la parte humana de ese aparente malévolo ser, GRACIAS.

A mis sinodales, por tomarse el tiempo de leer mis trabajos y poner su granito de arena para llevarlo al mejor termino posible, por compartir sus conocimientos con humildad, GRACIAS

Y a todos los que en algún momento de mi vida han sido partícipes de mi crecimiento personal les doy las gracias.

Hoy me doy cuenta que las palabras nunca serán suficientes para agradecerle a todos y cada uno de ustedes lo que significan para mí, pero en estas breves líneas eh tratado de plasmar lo que ustedes son para mí, mis *“MAESTROS DE VIDA”*.

“La raíz de todo bien reposa en la tierra de la gratitud.”

Dalai Lama

Dedicatorias

Este trabajo quiero dedicarlo a todas y cada una de las personas que formaron parte de él, en especial a aquellos que estuvieron en los momentos en los que no quería continuar, pero muy especial a mis padres y a mi hermana Indra en reconocimiento por su apoyo incondicional.

De igual manera a la Doctora Adriana Llorente y a Jonathan Coria como recompensa a todas sus enseñanzas y apoyo para poder culminar con este proyecto.

Con cariño

Elihu

Contenido

Índice de figuras	x
Índice de cuadros	xi
Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Marco Teórico	4
1.1. Soya (<i>Glycine max</i>)	5
1.1.1. Propiedades nutrimentales	7
1.1.2. Importancia en los alimentos	9
1.1.3. Producción nacional	10
1.2. Derivados de la Soya	11
1.2.1. Harinas	13
1.2.2. Concentrados	13
1.2.3. Aislados	14
1.3. Propiedades funcionales de la soya	15
1.3.1. Hidratación	15
1.3.2. Absorción de agua	16
1.3.3. Emulsificación	17
1.4. Producto cárnico procesado	20
1.4.1. Producto cárnico crudo	20
1.4.2. Chorizo	21
1.4.3. Embutido tipo Chorizo	22
1.5. Constituyentes del Embutido tipo Chorizo	22
1.5.1. Soya texturizada	23
1.5.2. Proteína vegetal hidrolizada (PVH)	23
1.5.3. Lípidos	23
1.5.4. Mezcla de nitritos y nitratos	24
1.5.5. Condimentos y Especies	25
1.5.6. Retenedores de humedad	26
1.5.7. Vinagre	26
1.5.8. Tripas Naturales	27

1.6. Cambios físicos y fisicoquímicos que ocurren durante el reposo del chorizo	27
Justificación	29
Capítulo 2. Metodología Experimental.....	30
2.1. Problema.....	31
2.2. Objetivo General	31
2.3. Objetivos Particulares	31
2.4. Hipótesis	32
2.5. Metodología Experimental.....	33
2.6. Evaluación de las condiciones de hidratación de la soya texturizada	34
2.7. Elaboración del embutido de soya tipo chorizo	35
2.7.1. Formulaciones	36
2.7.2. Diagrama de Proceso	37
2.7.3. Descripción del diagrama de proceso.....	38
2.8. Determinación del rendimiento posterior al reposo	40
2.9. Determinación de la Dureza	41
2.10. Evaluación de costo – beneficio.....	42
Capítulo 3. Análisis y discusión de	43
resultados.....	43
3.1. Rendimientos obtenidos después del reposo con distintos tamaños de partícula y proporciones de grasa – proteína.....	44
3.2. Dureza obtenida con distintos tamaños de partícula y proporciones de grasa – proteína.....	46
3.3. Costo – beneficio obtenido de la relación del tamaño de partícula y proporciones de grasa – proteína	48
Conclusiones.....	50
Recomendaciones.....	51
Referencias	52

Índice de figuras

Figura 1. Morfología del grano de la soya	6
Figura 2. Cortes del cerdo	24
Figura 3. Metodología Experimental.....	33
Figura 4. Centrifuga refrigerada con muestras para la determinación de CRA	34
Figura 5. Diagrama de proceso de embutido de soya tipo chorizo.....	37
Figura 6. Hidratación de la soya.....	38
Figura 7. Mezcla de soya con grasa y fibra de soya	38
Figura 8. Mezcla previa al embutido.....	39
Figura 9. Chorizo terminado previo al reposo.....	39
Figura 10. Reposo en cámara climática	40
Figura 11. Gráfico de rendimientos después del reposo	45
Figura 12. Gráfica de cajas para rendimiento después del reposo	46
Figura 13. Gráfico de Dureza	47
Figura 14. Gráfica de cajas para dureza	47
Figura 15. Gráfico de costos	49
Figura 16 Gráfica de cajas para costos.....	49

Índice de cuadros

Cuadro 1. Composición química de la soya y sus partes (Base seca en porcentajes)	6
<i>Cuadro 2. Patrón de aminoácidos de algunos alimentos</i>	8
<i>Cuadro 3. Principales entidades productoras de soya en México</i>	11
Cuadro 4. Composición de los derivados de la soya	12
Cuadro 5. Formulación de embutido tipo chorizo	36

Resumen

Uno de los principales objetivos de la industria alimentaria es elaborar productos mejorando algunas características de los mismos, como es aumentar el rendimiento, disminuir los costos y obtener las mejores características del producto y estabilidad de los mismos. Uno de los principales objetivos de este proyecto es evaluar el efecto del tamaño de partícula de la soya texturizada y la relación grasa- proteína en las propiedades físicas y el costo beneficio de un producto embutido tipo chorizo, buscando las condiciones a las cuales se favoreciera el aumento en los rendimientos, la disminución de la dureza, así mismo la reducción en el costo de elaboración.

Tomando en cuenta las investigaciones previas entorno a la aplicación de la soya en la elaboración de productos cárnicos, se realizaron actividades experimentales en torno al manejo y rehidratación con agua de la soya texturizada a diferentes tiempos y temperaturas, posteriormente se emplearon las mejores condiciones para desarrollar 6 lotes de embutidos tipo chorizo: los lotes 1,2 y 3 adicionados de soya texturizada solamente rehidratada y conservando su tamaño de partícula con relaciones de grasa-proteína de 20% en el lote 1, con 30% en el lote 2 y con 40% en el lote 3, los lotes 4, 5 y 6 posteriormente a la hidratación de la soya texturizada fueron sometidos a molienda con cedazo de 6 mm y formulados con una relación de grasa – proteína de 20% en el lote 4, 30 % en el 5 y 40% en el 6; una vez que fueron preparadas las masas cárnicas fueron embutidas en tripa de cerdo natural calibre 38-40 y se ataron en segmentos de aproximadamente 10 cm, se colocaron en cámara climática a 25 °C y 70% de humedad relativa durante 24 horas de reposo, tras las cuales se obtuvieron los rendimientos mediante diferencia de pesos, dureza mediante penetrometría y costo del producto mediante análisis de costos de materias primas, todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados fueron analizados mediante ANNOVA de una via con el software Minitab 16.0 y se obtuvieron las gráficas correspondientes. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la formulación del lote 4 (relación de grasa-proteína 40%) y un tamaño de partícula de 6 mm se obtiene el mayor rendimiento, no obstante que no se presentaron diferencias significativas entre los lotes ($P>0.05$). En el caso de la dureza se obtuvieron los valores más bajos con el lote 5 (30% de relación grasa – proteína) y un tamaño de partícula de 6 mm, aunque tampoco evidenciaron diferencias significativas entre los lotes ($P>0.05$), así mismo el análisis de costo - beneficio evidencia que el lote 4 llevó a la mejor relación costo – beneficio con resultados significativos respecto a los demás lotes. En cumplimiento con los objetivos planteados el lote 4 (20% relación grasa- proteína) (20% relación grasa- proteína) y 6 mm presentó los mejores resultados.

Introducción

En los últimos años la alta demanda de productos cárnicos de origen animal ha llevado a generar diversas tecnologías para la sustitución de las proteínas de origen animal por algunas otras de origen vegetal principalmente de las leguminosas, como es el caso de la soya (*Glycine max*) que confiere mejores propiedades funcionales en los sistemas cárnicos y ofrecer mejores costos al consumidor (Ridner, 2006).

La soya es una leguminosa con alto contenido de grasas y proteínas, su uso en alimentos ha llevado a la diversificación en sus subproductos, de este modo se tienen principalmente harinas, concentrados, aislados y texturizados de proteína de soya, por este motivo la soya puede ser empleado de diversas formas y en variadas presentaciones, con lo que es un ingrediente de gran importancia en la industria cárnica, considerado un importante sustituto de algunas proteínas de origen animal. Las proteínas de la soya están compuestas por globulinas (60-75% del total) y albúminas (Badui D., 2006) que le confieren gran diversidad en las propiedades físicas y químicas que fundamentan su funcionalidad, entre las que se incluyen el tamaño, la forma, la composición y secuencia de aminoácidos, la carga neta y distribución, el cociente hidrofobia/hidrofilia, el ordenamiento estructural, el grado de flexibilidad-rigidez y la capacidad de interaccionar con otros componentes de los alimentos (Fennema, 1996).

Adicional al efecto de potenciar las características de los sistemas cárnicos, al aplicar soya se busca incrementar los rendimientos, aumentando con esto el beneficio económico, ya que al aplicar proteínas de soya los costos son menores en comparación con formulaciones cárnicas estrictamente de carne, lo que promueve el hecho de crear productos que sean accesibles a cualquier sector de la población, brindando así un aporte proteico alto a un bajo costo.

En México el desarrollo industrial del área cárnica apunta hacia la elaboración de productos cárnicos procesados muy diversos (NOM-213-SSA1-2002), como el chorizo, que es un producto embutido crudo. Se elabora a partir de carne picada de

cerdo mezclada con sal, especias y mezclas de nitritos y nitratos. El producto es embutido en tripa de cerdo y atado en porciones de 10 a 25 centímetros (FAO , 2012).

Por todo lo mencionado anteriormente en el presente proyecto se desarrolló un embutido crudo de soya tipo chorizo, el cual fue formulado con proteína texturizada de soya con diferentes tamaños de partícula de la soya y diversas relaciones grasa–proteína, con el fin de establecer la relación que guardan sobre los rendimientos del producto y la disminución de los costos, así mismo verificar la estabilidad del producto durante el reposo, mediante la determinación de la dureza.

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1. Soya (*Glycine max*)

La soya (*Glycine max*) es el representante más importante de las leguminosas debido a su alta concentración de proteínas y composición balanceada de aminoácidos, mostrando un gran potencial en la sustitución de proteínas en alimentos.

La producción de soya representa una alternativa para la gran deficiencia que existe de las proteínas convencionales, como las de la leche, la carne y el huevo. Por problemas de disponibilidad de alimentos de origen animal y por razones de salud, en los últimos años han surgido diversas tecnologías que permite la incorporación de proteínas (como aditivos que proporcionan una propiedad funcional al alimento). Esta leguminosa además de nutritiva, es un alimento muy versátil y con ella se pueden preparar yogures, salchichas, hamburguesas, patés, galletas y muchos otros preparados, sobre todo en países de desabasto de proteína de origen animal (Ridner, 2006).

La soya o frijol de soya (*Glycine max*) también presenta un elevado contenido de aceite por lo que se incluye también, junto con la canola, el algodón, el girasol, la aceituna y el cacahuate, en las oleaginosas. En forma general, la soya está anatómicamente constituida por tres fracciones principales: la cascarilla, el hipocotíleo y el cotiledón. Su composición química varía dependiendo del tipo de cultivo, de suelo, temperatura, etc., en el Cuadro 1 se muestra la composición promedio de la soya en base seca, en cada una de sus partes ((Figura 1) (Badui D., 2006).

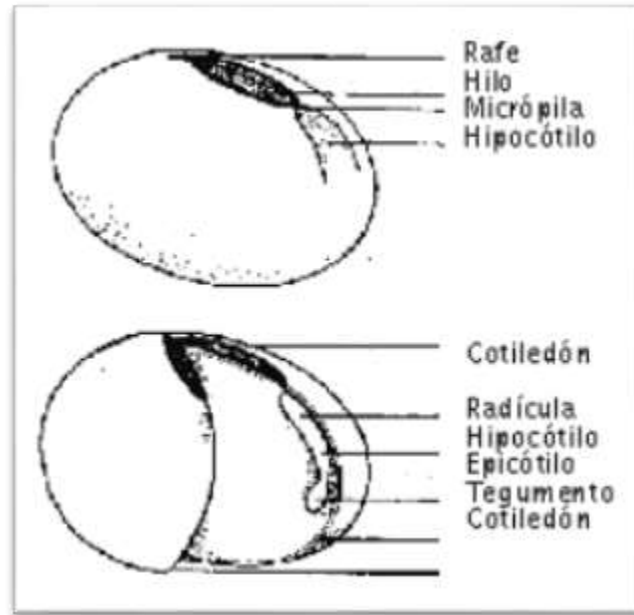


Figura 1. Morfología del grano de la soja

Fuente: (Casini, 2017)

Cuadro 1. Composición química de la soja y sus partes (Base seca en porcentajes)

	Constituyente de la semilla	Proteína	Carbohidratos Totales	Grasas	Cenizas
Soya Total	100	40	21	34	4.9
Cotiledón	90	43	23	29	5
Cascarilla	8	9	1	86	4.4
Hipocotíleo	2	41	11	43	4.3

(Badui D., 2006)

Las proteínas de la soja están compuestas por globulinas (60-75% del total) y albúminas, las cuáles son solubles en soluciones salinas y agua, tienen pesos

moleculares muy variados y presentan su punto isoeléctrico a un pH alrededor de 4.2 a 4.8. (Badui D., 2006).

En un principio, la soya era utilizada básicamente para la elaboración de dietas balanceadas para animales como aves, cerdos y ganado, sin embargo, desde 1950 se introdujo su uso al área de la alimentación humana, haciéndose su uso más extenso en la producción de sus derivados (concentrados y aislados), mismos que se utilizan en la elaboración de alimentos para el hombre (Cheftel & Lorient, 1989).

1.1.1. Propiedades nutrimentales

Actualmente, el cultivo de la soya representa el cultivo del cual el hombre obtiene la mayor cantidad de productos derivados, con múltiples aplicaciones para su vida y el medio donde se desenvuelve. Tanto las proteínas como el aceite que se obtienen de la soya, tienen gran demanda debido a sus diversos usos, ya sea a nivel industrial como en la alimentación animal y del hombre. . La concentración proteica de la soya es la mayor de todas las leguminosas. Pero no sólo es importante por la cantidad, sino que también lo es por su calidad proteica (Ridner, 2006).

Por lo general, las proteínas provenientes de los alimentos de origen vegetal tienen un bajo contenido de aminoácidos sulfurados (metionina y cisteína). La soya, en cambio, contiene estos aminoácidos en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos del adulto normal (Cuadro 2). La buena digestibilidad de la proteína de la soya, siempre que esté correctamente procesada, en una dieta que incorpora un 60% del total de proteínas, permite en adultos la misma regeneración muscular –luego de un ejercicio físico intenso– que la que aportaría idéntica cantidad de carne (Badui D., 2006: Cheftel & Lorient, 1989)

Cuadro 2. Patrón de aminoácidos de algunos alimentos

	mg de aminoácidos por gramo de proteína IAA								
Producto	ILE	LEU	LIS	CIS	TIR	TREQ	TRIP	VAL	CALIF.
FAO/OMS	40	70	55	35	60	40	10	50	100
Huevo	54	86	70	57	93	47	17	66	100
Caseína	64	101	79	34	112	44	14	72	97
Harina de soya	53	77	63	31	82	40	14	52	91
Concentrados de soya	47	80	65	27	91	43	14	50	77
Aislado de soya	48	81	65	27	92	38	14	48	77

(Jiménez, 2007)

Además los alimentos a base de soya, que conservan su contenido de grasa son valiosas fuentes de ácidos grasos esenciales: el Ω -6 (ácido graso linoleico), y el Ω -3 (ácido graso α -linolénico). El ácido linoleico reduce los niveles sanguíneos de colesterol, y el α -linolénico puede tener beneficios coronarios independientes (Brower, Katan & Zock, 2004; Hayes, 2000).

Los excelentes atributos nutricionales de los alimentos de soya, sin embargo, no son el principal responsable del reciente aumento del consumo que ha ocurrido en muchos países. Más bien, este incremento se debe a que la soya se asocia con beneficios de la salud en una variedad de áreas que incluyen la enfermedad de osteoporosis y el cáncer.

La proteína de soya tiene importantes beneficios para la salud como:

- Incrementa la población de bifidobacterias en el colon, lo cual contribuye a suprimir el efecto de las bacterias con actividad putrefacta.
- Disminuye los metabolitos tóxicos y enzimas perjudiciales para el organismo.
- Previene la diarrea patogénica y autógena por el mecanismo antagonista de bifidobacterias en el colon.
- Previene la constipación, dada su producción de altos niveles de ácidos grasos de cadena corta.
- Tiene una función de protección hepática al reducir los metabolitos tóxicos.
- Reduce la presión sanguínea.
- Tiene efectos anticancerígenos.
- Beneficiosa en diabéticos ya que disminuyen la carga renal.
- La proteína de soya disminuye el colesterol.

(Ridner, 2006)

1.1.2. Importancia en los alimentos

La proteína de soya es excepcional con respecto a otras de origen vegetal principalmente porque su calidad es la mejor entre las proteínas de origen vegetal lo cual ha sido de suma importancia tanto para los países desarrollados y en vías de desarrollo; para estos últimos, los alimentos de soya representan una fuente económica de proteína sin el aporte de grasa saturada ni colesterol, presentes en las fuentes tradicionales de origen animal, además de las amplias aplicaciones y presentaciones en las cuales se puede encontrar (Rand, Pellet, & Young, 2003).

1.1.3. Producción nacional

México es considerado el décimo noveno productor de soya a nivel mundial con una producción 341,088 toneladas, lo que representa el 0.1% de la producción mundial, por su parte Estados Unidos es el primer productor a nivel mundial con 91,389,350 toneladas. Las importaciones de México equivalen al 1.4% de la soya que se comercializa a nivel mundial y en el 2016, se estima que México importó 3.89 millones de toneladas lo que representa el 91.9% del consumo nacional del cual, es destinando 98% al sector pecuario, debido a que la producción es menor a su consumo (SAGARPA, 2016)

El cultivo de soya en México tiene posibilidades de crecimiento en regiones con limitantes de agua para riego, a través de variedades tolerantes a la sequía mediante la integración de productores con industriales, asociaciones de porcicultores y avicultores (SAGARPA, 2010).

La superficie destinada para la producción de soya para el año agrícola 2014 - 2015 fue de 253,846 hectáreas distribuidas principalmente en 13 entidades de la República Mexicana (Cuadro 3), con una disminución del 11.9% de territorio destinado a la siembra de soya con respecto al ciclo 2013-2015, siendo en los meses de noviembre, diciembre y enero el periodo donde se obtienen las mayores cosechas con un rendimiento promedio de 1.4 toneladas por hectárea.

Cuadro 3. Principales entidades productoras de soya en México

Ranking	Entidad Federativa	Producción (toneladas)
1	Tamaulipas	99,178
2	Sonora	64,179
3	San Luis Potosí	62,257
4	Campeche	55,123
5	Chiapas	23,461
6	Veracruz	18,074
7	Yucatán	9,769
8	Quintana Roo	5,238
9	Nuevo León	2,042
10	Chihuahua	1,505
Resto del país	Resto	261

(SAGARPA, 2016)

1.2. Derivados de la Soya

A partir de esta leguminosa se han elaborado diversos productos comerciales clasificados de acuerdo a su contenido de proteínas; las que contienen menos son las harinas enteras, luego las desgrasadas parcial o totalmente, le siguen los concentrados y, por último, los aislados (Badui D., 2006).

La manera en que el frijol de soya se procesa, determina tanto las características funcionales y nutricionales de los productos finales como su uso para diversas aplicaciones en otros alimentos (Calanche, 2009).

Para fabricarlos es preciso romper el arreglo interno ordenado de las células del cotiledón, para separar adecuadamente los diferentes constituyentes; cada uno de estos derivados tiene ciertas características y propiedades funcionales que pueden aprovecharse en la producción de otros alimentos más complejos y elaborados. En la obtención de aceite de soya; el “residuo” es la harina desengrasada que se utiliza para la elaboración de alimentos balanceados y de derivados proteínicos para consumo humano como las harinas, los concentrados y los aislados (Badui D., 2006), en el Cuadro 4 se muestra la composición de los diferentes derivados de la soya.

Cuadro 4. Composición de los derivados de la soya

Composición (%)	Harinas		Concentrados			Aislados Proteicos
	Sin grasa	Con grasa	Alcohol	Ácido	Calor Húmedo	
Proteínas	53	41.5	66	67	70	93
Grasa	1	21	0.3	0.4	1.2	0
Humedad	5	5	6.7	5.2	3.1	4.7
Fibra Cruda	2.9	2.1	3.5	3.4	3.8	3.8
Cenizas	5.2	6	5.6	4.8	3.8	3.8

(Badui D., 2006)

1.2.1. Harinas

Las harinas son la forma menos refinada de la soya; se pueden fabricar con toda su grasa, y parcial o totalmente desengrasadas, ya sea como hojuelas, gránulos o polvo; contienen un mínimo de 40 % de proteínas.

Durante su producción es preciso controlar los tratamientos térmicos, ya que la proteína es muy sensible y se puede desnaturalizar; para determinar la intensidad del calentamiento, se emplean los índices de solubilidad de nitrógeno (ISN) y el de dispersabilidad de proteína (IDP). Por definición el ISN es el porcentaje del nitrógeno total que es soluble en agua en determinadas condiciones de extracción, mientras que el IDP es el porcentaje de la proteína total, que es dispersable en agua; ambas técnicas son utilizadas para medir la desnaturalización de las proteínas, mediante estas pruebas se puede determinar el punto máximo de calentamiento al cual se puede llegar sin que las proteínas sufran daño estructural (Badui D., 2006) (Hettiarachy, 1994).

1.2.2. Concentrados

Estos productos son más refinados que las harinas y contienen un mínimo de 65% de proteínas; en su manufactura se eliminan menos de la mitad de los hidratos de carbono. Para su elaboración se pueden seguir tres diferentes procesos; el primero utiliza una solución de etanol al 80% para quitar ciertas fracciones solubles como lo son los oligosacáridos, parte de las cenizas y otras sustancias de peso molecular bajo; en estas condiciones las proteínas y los polisacáridos precipitan debido a que son insolubles en alcohol y se pueden recuperar para obtener un concentrado proteínico como residuo final (Badui D., 2006) (Hettiarachy, 1994).

El segundo proceso implica una extracción de las proteínas en su punto isoeléctrico en el que las globulinas y los polisacáridos se insolubilizan y precipitan, y posteriormente se neutralizan y se secan. El tercer método utiliza calor húmedo para desnaturalizar e insolubilizar los polipéptidos de la harina, seguido de un lavado con agua para eliminar los azúcares y otras moléculas pequeñas. En general tiene un sabor y un olor menos intenso que las harinas, ya que durante las etapas de manufactura se eliminan algunos de los compuestos responsables del sabor como por ejemplo, las lipoxigenasas. Debido a su contenido de polisacáridos, los concentrados retienen más agua y producen geles más firmes (Badui D., 2006) (Hettiarachy, 1994).

1.2.3. Aislados

Estos productos son la forma comercial más purificada de las proteínas de soya, ya que contienen 90% o más de ellas; al igual que sucede con los concentrados, los diferentes aislados comerciales tienen aproximadamente la misma composición química; sin embargo, sus propiedades físicas y funcionales pueden variar, e incluso se pueden diseñar con los métodos de modificación.

Los aislados de soya tienen características tales como alta solubilidad, poder emulsificante, absorción de agua y los lípidos, que son de gran utilidad en la industria de alimentos (Hettiarachy, 1994).

Desde la década de 1970 se desarrollaron técnicas para fabricar fibrilados a partir de los aislados; estos materiales con características fibrosas o de hilo, capaces de imitar la textura de los tejidos animales. Con estas proteínas fibriladas como base, y con la adecuada adición de grasas, colorante, nutrimentos, saborizantes, etc., se pueden desarrollar productos con formas y tamaños que semejen las estructuras de filetes de pescado, de pollo, de res, etc. (Badui D., 2006).

La incorporación en diversos productos cárnicos como jamones o embutidos, permite lograr una estructura más suave y adicionar mayores cantidades de agua y lípidos lo que brinda una mejor estabilidad y mayor rendimiento del producto. Si estas manipulaciones se hacen con el fin de mejorar la calidad del producto son lícitas y beneficiosas (Hettiarachy, 1994).

1.3. Propiedades funcionales de la soya

La funcionalidad de las proteínas alimentarias se define como aquellas propiedades físicas y químicas que derivan del comportamiento de las proteínas en los sistemas alimenticios durante el procesado, el almacenamiento, la preparación y el consumo (Kinsella, 1976).

Entre las propiedades físicas y químicas que gobiernan la funcionalidad de las proteínas se incluyen el tamaño, la forma, la composición y secuencia de aminoácidos, la carga neta y distribución de las cargas, el cociente hidrofobia/hidrofilia, las estructuras, secundaria, terciaria y cuaternaria, el grado de flexibilidad-rigidez y la capacidad de interactuar con, o repeler, otros componentes (Fennema, 1996).

1.3.1. Hidratación

El agua es un constituyente esencial de los alimentos. Las propiedades reológicas y texturales de los alimentos dependen de la interacción del agua con otros constituyentes de los alimentos, especialmente con macromoléculas, como las proteínas y los polisacáridos. Muchas propiedades funcionales de las proteínas, como la dispersabilidad, la humectabilidad, el hinchamiento, la solubilidad, la viscosidad, la

capacidad de retención de agua, la gelificación, la coagulación, la emulsión y la formación de espuma dependen de las interacciones agua-proteína (Fennema, 1996).

1.3.2. Absorción de agua

La capacidad de absorción de agua de las proteínas considera todos los tipos de agua de hidratación además de una fracción de agua remanente, aun asociada con la proteína después de la centrifugación.

El término agua ligada es usado ampliamente a pesar de no estar uniformemente definido. Podría denotar aquella agua que no se congela a una temperatura específica, agua que no está disponible como solvente, agua que muestra diferentes propiedades físicas o agua que se mueve con la macromolécula en una zona de sedimentación. El agua ligada es realmente aquella agua en la vecindad de una macromolécula cuyas propiedades difieren detectablemente de aquellas de la fase de agua libre en el mismo sistema (Kinsella, 1976).

Las proteínas fijan alrededor de 30 a 50 g de agua/100 g de proteínas, y las globulares y fibrosas parecen tener una hidratación similar a pesar de las diferencias en solubilidades.

Varios factores afectan la fijación de agua en las proteínas, a continuación se mencionan algunos:

a. Composición de aminoácidos

Las cadenas laterales (R) de la estructura de los aminoácidos pueden ser no polares, polares pero con cargas balanceadas de modo tal que el grupo lateral en conjunto es neutro, o cargados, negativa o positivamente.

Los grupos laterales no polares son insolubles en agua, mientras que los grupos laterales polares y cargados son solubles en agua (Belitz & Grosch, 1997).

b. Concentración iónica

El tipo y la concentración de iones en las soluciones de rehidratación, ejercen un considerable efecto sobre la absorción de agua, el hinchamiento y la solubilidad de las proteínas. Generalmente, se establece una competencia en la interacción entre el agua, la sal y las cadenas laterales de los aminoácidos. A bajas concentraciones de sal, la hidratación de las proteínas puede verse incrementada, en tanto que a concentraciones salinas elevadas, las interacciones agua-sal predominan sobre la proteína-agua y la proteína puede “deshidratarse” (Olivos, 2005).

c. Temperatura

La fijación del agua por las proteínas desciende generalmente a medida que se eleva la temperatura, debido a la disminución de puentes de hidrógeno. El calentamiento provoca la desnaturalización y la agregación, pudiendo esta última reducir el área superficial y el número de grupos amino, polares, disponibles para fijar agua. Por otro lado cuando se calientan proteínas con una estructura muy compacta, la disociación y el desplegamiento ocasionados puede exponer enlaces peptídicos y cadenas laterales polares previamente ocultas, lo que aumenta la fijación de agua (Fennema, 1996).

1.3.3. Emulsificación

La capacidad de las proteínas para actuar como surfactantes y emulsificantes depende de su habilidad para adsorberse en una interfase agua-aceite. Esta adsorción reduce la tensión superficial, ya que la proteína forma una película cohesiva entre las dos fases.

La adsorción de la proteína en la interfase agua-aceite ocurre por un proceso de difusión controlada; la velocidad de adsorción depende del tamaño y forma de la molécula, de la viscosidad del solvente y de la temperatura. Esta difusión se facilita por la homogenización (Damodaran, 1997).

Las emulsiones son dispersiones de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se encuentra bajo la forma de pequeñas gotitas dispersas en el otro líquido que constituye la fase continua dispersante (Cheftel & Lorient, 1989).

Las proteínas se adsorben en la interfase entre las gotitas de aceite disperso y la fase acuosa continua, y aportan propiedades físicas y reológicas (espesamiento, viscosidad, elasticidad-rigidez) que determinan la resistencia de las gotitas a la coalescencia. Así mismo, según el pH, se puede producir la ionización de las cadenas laterales de los aminoácidos y esto aporta fuerzas de repulsión electrostática que favorecen la estabilidad de la emulsión (Volkert & Klein, 1979).

Díaz & Maldonado, 2000; clasifican la función de las proteínas como agentes emulsificantes al medir los siguientes parámetros:

- a) Estabilidad de una Emulsión (ES), es el mantenimiento de una estructura y textura homogéneas del sistema. Esto se debe a la presencia de una capa interfacial estable, constituida por una película de proteínas adsorbidas, que se oponen físicamente a la coalescencia de las gotitas.
- b) Índice de Actividad Emulsificante (IAE), se expresa como el área de la interfase estabilizada por unidad de peso de proteína.
- c) Actividad de Emulsificación (AE), es el área superficial total de la emulsión.

d) Capacidad de Emulsificación (CE), es la máxima cantidad de lípido emulsificado en una dispersión proteínica.

(Díaz & Maldonado, 2000)

- **Factores que influyen en la emulsificación**

Las emulsiones son mezclas termodinámicamente inestables de sustancias inmiscibles. Cuando el agua y un lípido se mezclan hay una fuerte repulsión que limita su contacto y ocurre una separación de fases.

Las proteínas estabilizan emulsiones cuando los grupos hidrofóbicos se ponen en contacto mínimo con el agua para dar un estado energéticamente favorable, se origina una estructuración ordenada de moléculas de agua lo que resulta en la formación de pequeñas gotas (Puppo, et.al., 2005).

Se cree que la adsorción de proteínas en la interfase ocurre en tres fases:

- a) La proteína nativa se difunde a la región de contacto donde penetra a la interfase y resulta una desnaturalización de superficie.
- b) La proteína adsorbida se re arregla para formar el estado de menor energía insertando grupos hidrofóbicos en la fase oleosa.

Se forma una capa de proteína alrededor de los glóbulos de grasa. La adsorción de proteínas en las interfases puede variar por factores como la flexibilidad conformacional, la hidrofobicidad y la viscoelasticidad de la capa interfacial (Yasumatsu, et.al., 2005).

Los cambios de pH y la fuerza iónica pueden afectar las propiedades de hidrofobicidad alterando la conformación proteínica.

- **Las proteínas como estabilizantes de emulsiones alimenticias**

Un grupo numeroso de productos alimenticios está constituido por emulsiones: leche, cremas, helados, mantequilla, queso fundido, mayonesas, embutidos, etc., donde los constituyentes proteínicos tienen frecuentemente un papel preponderante en la estabilización de estos sistemas coloidales. Por ejemplo la emulsión natural de la leche está estabilizada por la membrana de glóbulos grasos que está formada por capas sucesivas adsorbidas de triglicéridos, fosfolípidos, lipoproteínas insolubles y proteínas solubles (McWatters & Cherry, 1977).

1.4. Producto cárnico procesado

Se le denomina producto cárnico procesado a aquel que es elaborado a partir de carne, vísceras, estructuras anatómicas, sangre o sus mezclas, provenientes de mamíferos o aves, que pueden someterse a ahumado, cocción, curación, desecación, maduración, salado, entre otros (NOM-213-SSA1-2002).

1.4.1. Producto cárnico crudo

Se definen como aquellos que son elaborados con carne, vísceras o sus mezclas, que pueden ser o no curados o madurados, y que no son sometidos a algún tratamiento térmico (NOM-213-SSA1-2002).

Los productos cárnicos crudos no pasan por un proceso térmico y pueden consumirse en estado fresco o cocinado posteriormente a una maduración. Según la capacidad de

maduración, los productos cárnicos crudos se pueden clasificar en embutidos de larga, media y corta duración.

Algunos tipos de embutidos crudos son:

- Chorizo común
- Longaniza
- Salami tipo húngaro
- Salami tipo italiano

Estos productos sufren un proceso de maduración dirigida donde ocurren cambios físicos, químicos y biológicos. Esta maduración inicia con una rápida deshidratación produciendo una infinidad de transformaciones en los elementos componentes de la pasta carne-grasa, que dan al producto final un sabor, aroma, olor y textura característicos (Flores & Sánchez, 2010).

1.4.2. Chorizo

El chorizo es un embutido crudo, de origen español, que difiere muy poco de la longaniza en cuanto a su composición. Se elabora a partir de carne picada de cerdo mezclada con sal, especias y nitrato de potasio. El producto es embutido en tripa de cerdo y atado en porciones de 10 a 25 centímetros (FAO , 2012).

Existen diferentes clases y técnicas de elaboración dependiendo de los gustos de cada país, sin embargo, los condimentos comunes son la sal, el ajo, especias y chiles. En términos generales se les puede clasificar en cuatro categorías: de primera o especial hechos con lomo o jamón puros; de segunda o categoría industrial, que contienen 50% de lomo o jamón de cerdo y 50% de carne de ternera; la tercera, elaborada con un

75% de carne de vacuno y 25% de cerdo; de cuarta o tipo económico, que lleva carne de vacuno, otros tipos de carne o sustitutos de carne, adicionadas con grasa de cerdo (FAO , 2012).

Actualmente, en América latina es posible encontrar a menudo productos de carne con los mismos nombres que en algunas regiones de España, pero con diversos aspectos y/o sabores diferentes. Varios ejemplos, que en la mayoría de los casos se han adaptado a las particularidades de cada región, son los productos llamados: Chorizos, salchichas o longanizas. Aunque alrededor del mundo tienen diversos significados, la característica principal es que son productos elaborados con carne y grasa de cerdo. En México, son embutidos frescos madurados muy populares, que presentan diferencias regionales con respecto a la formulación y el proceso de elaboración (Kuri, Madden, & Collins, 1995).

1.4.3. Embutido tipo Chorizo

Se define como un producto sustituto de chorizo de origen animal, elaborado a base de soya texturizada, grasa de cerdo, especias y conservadores; con propiedades físicas, fisicoquímicas y texturales similares a las de un chorizo de cerdo comercial.

1.5. Constituyentes del Embutido tipo Chorizo

Los principales constituyentes del embutido tipo chorizo son la soya texturizada, grasa de cerdo, la proteína vegetal hidrolizada como resaltador de sabor, mezcla de nitritos y nitratos como conservadores, condimentos y especias que le brindan el sabor, vinagre como regulados de acidez y fibra de soya como retenedor de humedad.

1.5.1. Soya texturizada

Es el constituyente de mayor proporción, ya que la proteína de soya es excepcional con respecto a otras de origen vegetal porque su calidad es igual o equivalente a la de origen animal lo cual ha sido de suma importancia tanto para los países desarrollados como para aquellos en vías de serlo. Para estos últimos, los alimentos de soya representan una fuente económica de energía ya que proporcionan proteína sin el aporte de grasa saturada y colesterol, muy común cuando se consumen las fuentes tradicionales de origen animal (Rand, Pellet, & Young, 2003). Es conveniente mencionar aquí alguna de las características de la soya texturizada, así como de su comportamiento en la hidratación.

1.5.2. Proteína vegetal hidrolizada (PVH)

La proteína vegetal hidrolizada es un aditivo utilizado para potenciar el sabor de los alimentos. Se obtiene a partir de una hidrólisis al utilizar calor para descomponer proteínas de origen vegetal en los aminoácidos que los conforman.

La utilización de proteína vegetal hidrolizada permite a los fabricantes de alimentos conseguir un sabor más intenso con menor cantidad de ingredientes (Alimentaria Bekarem, 2016).

1.5.3. Lípidos

La grasa forma parte de la masa cárnica del embutido bien infiltrada en los magros musculares o bien añadidos en forma de lardo que se obtiene de la parte grasa que está entre el cuero y la carne de cerdo principalmente del tocino (Figura 2). Se trata de un componente esencial, ya que sirve para dar sabor y añade la consistencia deseada

al producto final, siempre y cuando se añada en las cantidades específicas, de lo contrario se podría tener un embutido grasoso y se verían afectadas las características sensoriales así como la conservación del producto final (Bello & Durán, 1992).

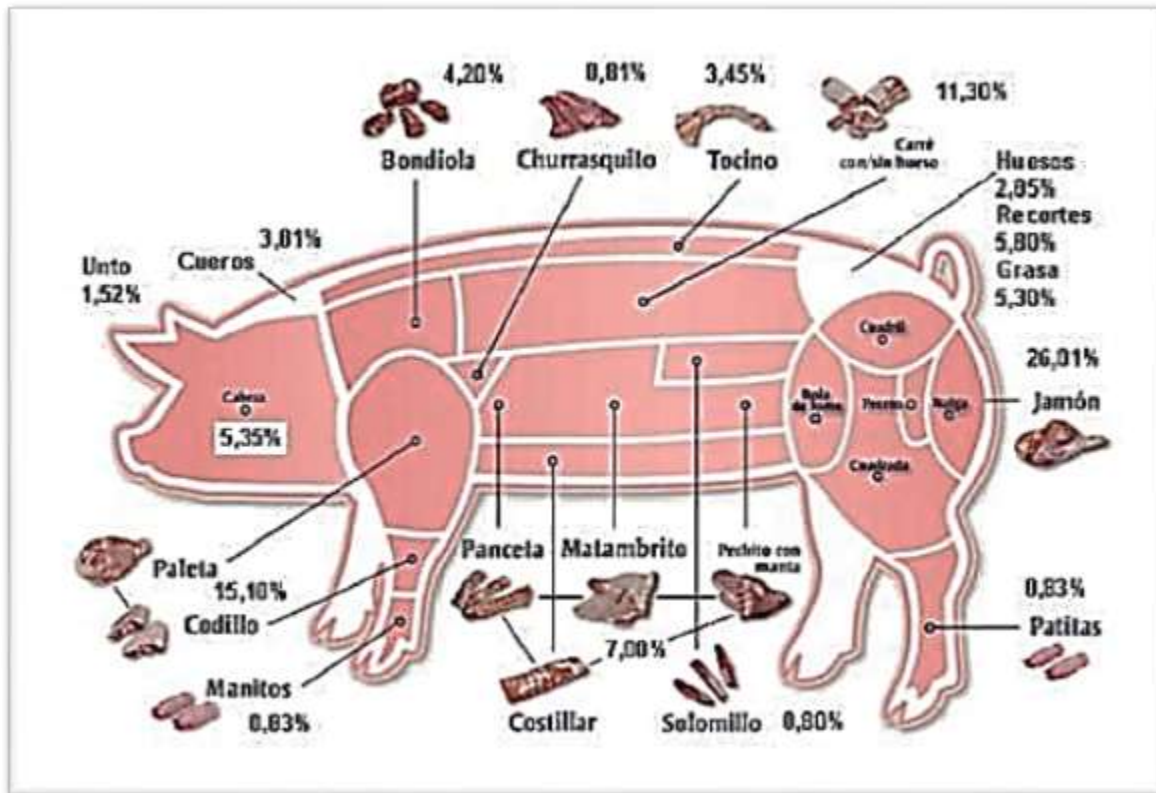


Figura 2. Cortes del cerdo

Fuente:

http://elganadoporcionoysuaportacionbenefica.blogspot.mx/2010/10/normal_9428.html

1.5.4. Mezcla de nitritos y nitratos

En la industria cárnica los más utilizados son el nitrito de sodio, el de potasio y la mezcla de nitratos y nitritos, la (NOM-213-SSA1-2002) establece como límites máximos permitidos de uso 156 mg/kg de producto final.

Estos desempeñan un papel importante en el desarrollo de características esenciales en los productos cárnicos estas sustancias se añaden a la carne con la finalidad de fijar el color rojo así como aumentar su poder de conservación, las reacciones que sufran los nitratos son muy complejas, al principio por acción de las bacterias se convierten nitritos los cuales no pueden reaccionar por si solos sino que necesitan reducirse a óxido nítrico para poder ser efectivo (Cubero, Monferrer, & Villalta, 2002). Una vez que se ha formado el óxido nítrico reacciona principalmente con la mioglobina y la hemoglobina para formar la nitrosomioglobina y nitrosohemoglobina, respectivamente. La nitrosomioglobina es, en última instancia, el pigmento responsable del color del producto final. La parte de óxido nítrico que no participa en el desarrollo del color se evapora o reacciona con otros componentes musculares y con la grasa.

Además de proporcionar el color para el curado, el nitrito tiene una importancia extrema por su efecto bacteriostático sobre el *Clostridium perfringens*, enterobacterias y *Staphylococcus aureus*, destacando en particular su capacidad para prevenir el desarrollo de *Clostridium botulinum*. Este microorganismo es muy resistente a las temperaturas de cocción y por ello, la presencia de nitritos proporciona el único medio para evitar su presencia (Hoogenkamp, 2005).

1.5.5. Condimentos y Especies

Son sustancias de origen vegetal que, añadidas a la carne, masa o pasta a embutir, aportan una acción sazonzadora y aromática, mejorando el gusto y textura del producto al que se agrega (NOM-213-SSA1-2002).

Existe una gran variedad de especias tales como: cebolla, ajo, almendra, canela, azafrán, cilantro, menta, alcaravea, orégano, comino, hinojo, jengibre, lavándula, clavo, hierbabuena, pimentón, pimienta (blanca y negra), nuez moscada, entre otras (Frey, 1995). Sus límites de uso se fundamentan en las *Buenas Prácticas de Fabricación* (BPF).

1.5.6. Retenedores de humedad

Los retenedores de humedad tienen las propiedades de enlazar agua, absorberla en frío, mejorar la calidad y el rendimiento, al evitar y controlar la remoción de humedad, por lo que mantiene la estabilidad del sistema cárnico y mejora la vida útil de sus productos.

La fibra de soya, es una fibra natural derivado de la soya, de color crema a beige, sin olor ni sabor, proporciona un alto contenido en fibra y sirve como retenedor de agua, mejora textura, reduce costos, optimizar rendimientos, reducir el contenido calórico (Alimentaria Bekarem, 2016).

1.5.7. Vinagre

El vinagre es un ingrediente que se le utiliza en productos cárnicos crudos como la longaniza y los chorizos, para marinar, por su sabor y por su efecto bacteriostático (Frey, 1995); también favorece la desnaturalización de las proteínas, para formar sistemas más estables, mejorando la textura de estos productos, tras el reposo.

1.5.8. Tripas Naturales

Para la elaboración del chorizo se utilizan las tripas de origen animal o natural ya que son económicamente accesibles y resistentes. Las tripas naturales reducen la velocidad de secado del producto y reducen los riesgos de formación de una corteza en la superficie. Las tripas naturales deben ser adquiridas a través de proveedores confiables, regidos por normas higiénicas y de calidad vigentes y que realicen una adecuada calibración y clasificación; esta media asegura una uniformidad del tamaño y calibrado de los productos elaborados. Este tipo de tripas han sido los envases tradicionales para los embutidos; y es muy importante que antes de su uso, estén perfectamente limpias y secas ya que pueden ser vehículo de contaminación microbiana (Coretti, 1986).

1.6. Cambios físicos y fisicoquímicos que ocurren durante el reposo del chorizo

- Unión entre los ingredientes.
- Pérdida de peso. El embutido crudo debe de perder de 25-30% de su peso inicial y no deben de existir defectos en el proceso de maduración como color, aroma, sabor y apariencia, si las condiciones climáticas cambian temporalmente y de forma no intensa (Coretti, 1986).
- Descenso de la a_w de 0.95 a 0.84. las bacterias ácido lácticas se desarrollan a esta condición.
- Desarrollo de color característico a partir de la mioglobina de la carne por fijación de radicales NO (óxido nítrico).
- Acidificación especialmente láctica a partir de los carbohidratos propios de la carne y carbohidratos añadidos.

- La disminución del pH por la formación de ácido láctico conduce a la pérdida de agua; esta pérdida por evaporación resulta en la obtención de productos más firmes al corte. El pH en los embutidos es importante debido a que valores superiores a 6.0 pueden ocasionar el desarrollo de bacterias alterantes del producto durante su secado o conservación y pH bajos (<4.5) pueden ser responsables de sabores ácidos y desagradables al consumidor (González, Suárez, & Martínez, 2010).
- Producción de aromas y sabores específicos del embutido por acción microbiana sobre los componentes de la carne.
- Hidrólisis proteica, que produce cambios en los parámetros texturales tales como: dureza, elasticidad, cohesividad, fracturabilidad, adhesividad, gomosidad y masticabilidad (Fennema, 1996).

La estabilidad del chorizo se basa en la producción de ácidos y en consecuente descenso en los valores de pH por la fermentación microbiana de los carbohidratos, la disminución de la a_w a causa de los solutos añadidos a la pasta cárnica y de la deshidratación producida durante la maduración (Martínez, Bedia, Méndez, & Bañón, 2009).

Para llevarse a cabo el proceso de maduración se introducen los embutidos en las cámaras o dispositivos climatizados en los que se exponen a la influencia de temperatura, humedad relativa y ventilación, estas variables deben combinarse entre sí de manera que el embutido crudo vaya perdiendo paulatinamente la humedad desde el interior hasta el exterior, es conveniente realizar la maduración a una temperatura de 12-15°C con una humedad relativa de 70-80% (Coretti, 1986).

Justificación

El chorizo es un producto alimenticio elaborado a base de carne principalmente de cerdo de alto consumo en México, forma parte básica de la gastronomía mexicana, tiene un costo un tanto elevado y en ocasiones no accesible para algunos sectores de la población de bajos ingresos.

Una posible alternativa ante dicha problemática, es la sustitución en el embutido tipo chorizo, de proteína cárnica con soya texturizada, ya que al ser un producto vegetal tiene un precio menor que la carne, lo cual lo vuelve más accesible para la población en general.

Por lo que se evaluaron las condiciones de hidratación de la soya texturizada, el efecto que tiene el tamaño de partícula obtenido tras la molienda de la soya rehidratada y la relación grasa – proteína de las distintas formulaciones desarrolladas, en las propiedades físicas, rendimientos y el costo beneficio del chorizo, después del periodo de reposo de 24 horas, en una cámara climática a condiciones constantes de 25 °C y 70% de humedad relativa para establecer las condiciones a las cuales el embutido tenga el mayor rendimiento, la menor dureza y el menor costo.

Capítulo 2.

Metodología Experimental

2.1. Problema

Evaluación de algunos parámetros físicos y análisis del costo – beneficio de embutido tipo chorizo formulados con soya texturizada.

2.2. Objetivo General

Evaluar el efecto de la relación grasa – proteína y el tamaño de partícula de la soya texturizada en formulaciones de embutidos tipo chorizo, mediante algunos parámetros físicos y su impacto en el costo – beneficio de estos productos.

2.3. Objetivos Particulares

1. Evaluar el efecto del tamaño de partícula de la soya texturizada en un embutido tipo chorizo sobre la dureza, para determinar los cambios en los parámetros de textura después del reposo.
2. Evaluar el efecto de la relación grasa - proteína en un embutido de soya tipo chorizo sobre las pérdidas de peso después del reposo, para determinar el rendimiento del producto.
3. Relacionar el efecto del tamaño de partícula y la sustitución de soya texturizada en distintas proporciones de grasa – proteína en embutidos tipo chorizo para conocer el costo – beneficio del producto.

2.4. Hipótesis

A mayor tamaño de partícula y una relación grasa proteína media los parámetros de textura aumentaran y las pérdidas de después del reposo disminuirán, por lo que el costo-beneficio será mayor.

2.5. Metodología Experimental

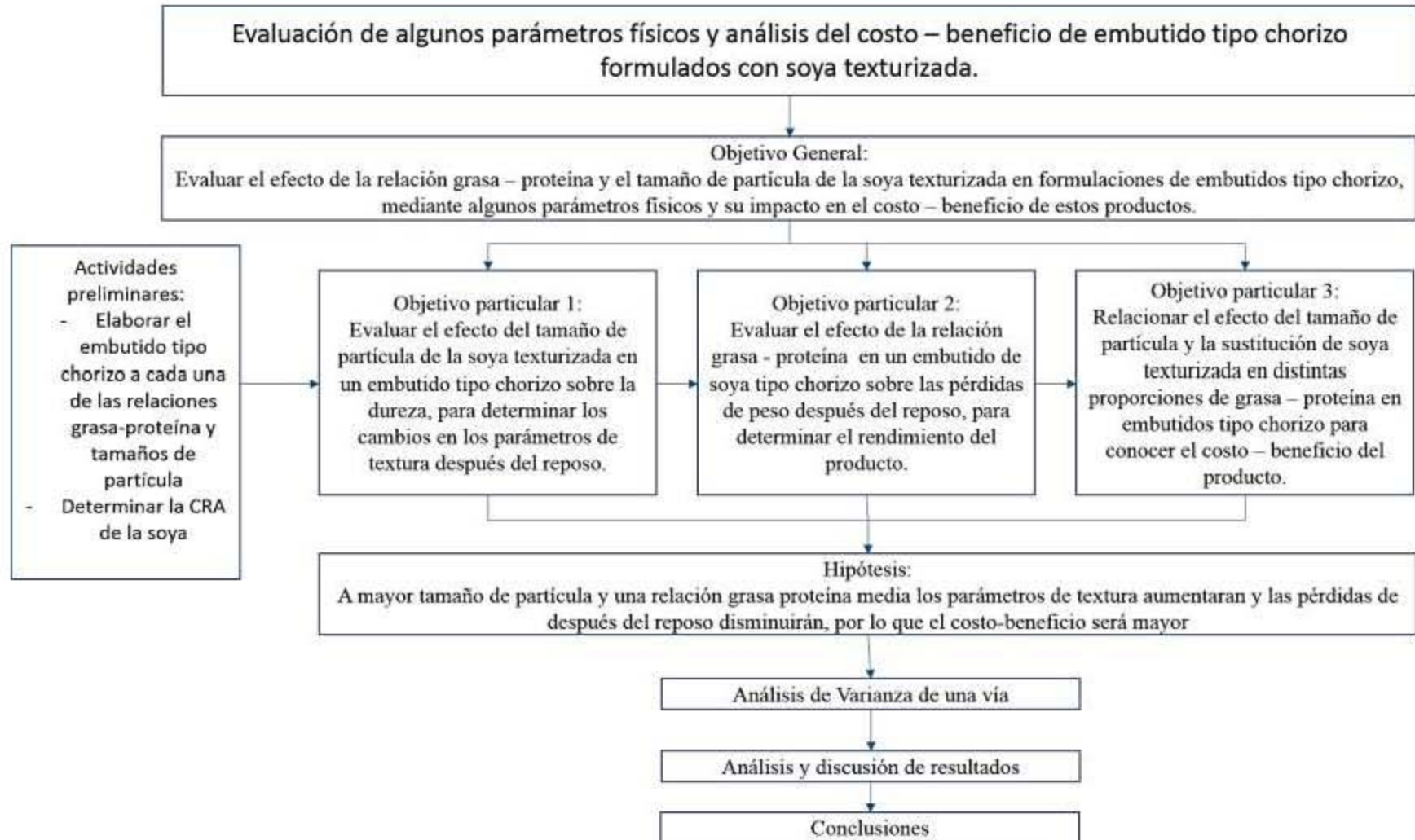


Figura 3. Metodología Experimental

2.6. Evaluación de las condiciones de hidratación de la soya texturizada

Se realizó la hidratación de la soya en proporciones 1:3, 1:4 y 1:5 con agua a temperatura ambiente y a 70 °C respectivamente, posteriormente se le determinó la capacidad de retención de agua, colocando aproximadamente 10 g de soya hidratada en tubos para centrifuga de 15 mL, posteriormente se sometieron a centrifugación controlada en una centrifuga Centurion Scientific modelo K2015R a 5000 rpm, 4 °C, durante 30 minutos (Figura 4) (Barton-Grade, y otros, 1994), seguido a esto se retiró el agua retenida en el tubo y se pesó el residuo en el tubo utilizando para su cálculo la ecuación 1.

$$CRA = \frac{M_i - M_f}{M_i} \dots\dots\dots Ec. 1$$



Figura 4. Centrifuga refrigerada con muestras para la determinación de CRA

2.7. Elaboración del embutido de soya tipo chorizo

Se elaboraron 6 lotes de embutido tipo chorizo de soya texturizada con 3 réplicas cada uno de aproximadamente 1 kg cada lote, en los cuales se varió el tamaño de partícula de la soya texturizada previamente hidratada (tamaño original y 6mm) y la relación grasa–proteína (20, 30 y 40% de grasa), la molienda de la soya hidratada se realizó en un molino de carne marca Torrey (México), seguido de un mezclado de la soya, grasa y el resto de los ingredientes y para embutir se utilizó tripa de cerdo natural calibre 40-42., posteriormente se sometieron los embutidos a un reposo de 24 h en una cámara climática Binder Modelo KBF 115 (Alemania), a 25 °C y 70% HR para finalmente ser evaluados.

2.7.1. Formulaciones

En el Cuadro 5 se muestra las formulaciones utilizadas para elaborar los diferentes lotes del embutido de soya tipo chorizo.

Cuadro 5. Formulación de embutido tipo chorizo

Ingrediente	%		
	20- 80%	30-70%	40-60%
Relación Grasa - Proteína	20- 80%	30-70%	40-60%
Agua	49.86	43.63	37.40
Lardo	16.62	24.93	33.24
Soya	16.62	14.54	12.47
Vinagre	9.10		
Unidad para Chorizo	3.94		
Fibrek	2.00		
Emulsificante	0.48		
Sal Cura	0.39		
Condimento para Chorizo	0.29		
Ácido Cítrico	0.25		
PVH	0.14		
Orégano	0.12		
Ajo	0.10		
Colorante Amarillo-Naranja III	0.09		

2.7.2. Diagrama de Proceso

En la Figura 5 se muestra el diagrama de proceso para elaborar un embutido de soya tipo chorizo.

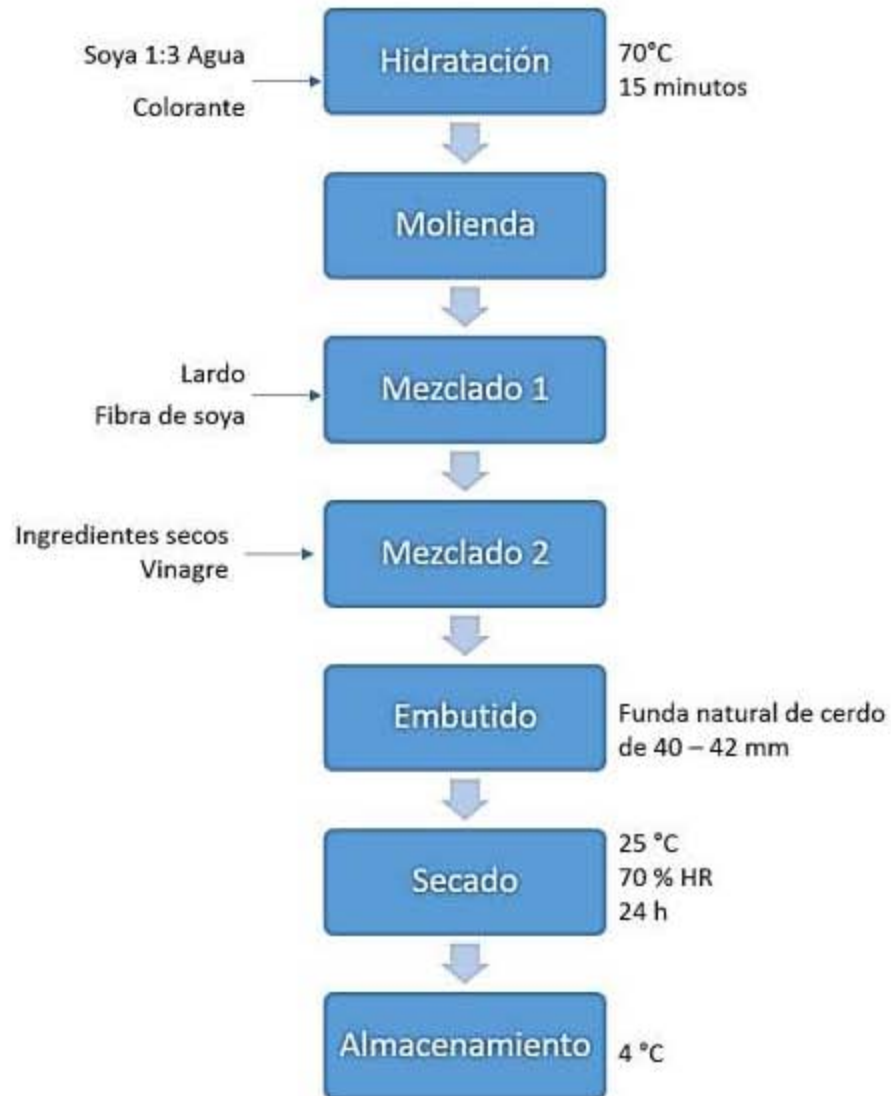


Figura 5. Diagrama de proceso de embutido de soya tipo chorizo

2.7.3. Descripción del diagrama de proceso

Hidratación: Se realizó la hidratación de la soya texturizada agregando 3 partes de agua a 70°C adicionada con colorante amarillo naranja del III (Bekarem, 0203-0035) sobre 1 parte de soya, en palanganas considerando la masa requerida para cada formulación, después se dejó reposar por lo menos por 15 minutos como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Hidratación de la soya

Mezclado 1: Se agregó a la soya previamente hidratada la proporción correspondiente de lardo (molido con cedazo de 6 mm) y el fibrek (Fibra de soya) y se mezcló manualmente hasta obtener una masa firme y homogénea como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Mezcla de soya con grasa y fibra de soya

Mezclado 2: Se agregó el resto de los ingredientes secos previamente hidratados con vinagre a la masa anterior y se mezcló manualmente hasta obtener una masa homogénea como se muestra en la figura 8



Figura 8. Mezcla previa al embutido

Embutido: Se embutió la masa en tripas de cerdo naturales calibre 40 - 42 previamente desaladas con abundante agua en el molino de carne, posteriormente se procedió a atar unidades con una longitud aproximada de 10 cm (Figura 9).



Figura 9. Chorizo terminado previo al reposo

Reposo: Se colocó el producto embutido tipo chorizo en la cámara climática Binder KB 240 a condiciones constantes de 25°C y 70% HR (Figura 10).



Figura 10. Reposo en cámara climática

2.8. Determinación del rendimiento posterior al reposo

Se determinó el rendimiento del producto una vez pasadas las 24 horas del reposo en la cámara climática Binder KBF 115 a 25 °C y 70% HR mediante la diferencia de pesos utilizando la ecuación 2 (Martínez, Bedia, Méndez, & Bañón, 2009)

$$Rendimiento = \frac{m_f}{m_i} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

Dónde:

m_i = masa inicial (g)

m_f = masa final (g)

2.9. Determinación de la Dureza

El penetrómetro que es la base de la técnica de la penetrometría, es un instrumento diseñado para medir una característica mecánica relacionada con la firmeza, dureza o rigidez de diferentes productos. Se basa en la medida de la resistencia que opone un alimento a que una pieza determinada penetre en él, es decir mide la distancia o fuerza de penetración de un vástago cilíndrico, aguja, cono o bola en el alimento, en un intervalo de tiempo (Lewis, 1993).

Para determinar la dureza del producto se utilizó el penetrómetro de modelo y marca desconocidos que se ubica en la Nave 2000 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 1, con la geometría del cilindro menor de 3/8 colocando una unidad de embutido tipo chorizo de forma transversal y realizando tres penetraciones por unidad, tomando la lectura de la distancia recorrida para posteriormente realizar el cálculo de dureza mediante la ecuación 3.

$$Dureza = \frac{m \cdot g}{A} \dots\dots\dots \text{Ec. 3}$$

Dónde

m = masa de la varilla + cilindro (0.02823 kg)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

A = área de contacto ecuación 4

$$\text{área de contacto} = 2\pi * r * (h + r) \dots\dots\dots \text{Ec. 4}$$

Dónde:

r = radio de la geometría (0.003 m)

h = distancia penetrada (m)

2.10. Evaluación de costo – beneficio

Se estimó el costo individual de cada lote mediante la ecuación 5.

$$\text{costo} = \frac{\sum X_i C_i}{\text{rendimiento}} \dots\dots\dots \text{Ec. 5}$$

Dónde:

X_i = Fracción de cada ingrediente

C_i = Costo individual por ingrediente

Capítulo 3.

Análisis y discusión de resultados

A continuación se presente el análisis estadístico y las discusiones de resultados obtenidos durante la experimentación para cada variable evaluada para el análisis estadístico de resultados se utilizó el programa MINITAB versión 16, en el cual se ingresaron los datos obtenidos durante la experimentación con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) en un ANOVA de dos factores para identificar diferencias entre los distintos tratamientos.

3.1. Rendimientos obtenidos después del reposo con distintos tamaños de partícula y proporciones de grasa – proteína

Como se observa en la figura 11 es notable que el mayor rendimiento se alcanza con el tamaño de partícula de 6 mm, esto se puede atribuir a que a menor tamaño de partícula las interacciones entre las proteínas y el agua añadida aumentan (Fennema, 1996), generando así mayor estabilidad en la emulsión, por lo que al someter el producto al reposo dentro de la cámara Binder a condiciones constantes, las pérdidas de peso posteriores al reposo difieren de una formulación a otra en cuanto al tamaño de partícula es variado, afectando en mayor proporción a aquellos lotes elaborados con la soya texturizada en su tamaño original el proceso de secado surge mayor efecto en los lotes con el tamaño de partícula original, generando así mayores pérdidas de agua, la cual al ser el componente mayoritario del producto provoca que estas condiciones se vean reflejadas directamente en el rendimiento del mismo.

Por otro lado se evidencia que a mayor proporción de grasa el rendimiento, se atribuye este comportamiento a que las pérdidas después del reposo son principalmente de humedad, la cual es extraída de la soya texturizada principalmente, por lo que a mayor cantidad de soya presente en el producto, mayor cantidad de agua, lo que contribuye a que durante el reposo las pérdidas de humedad aumenten.

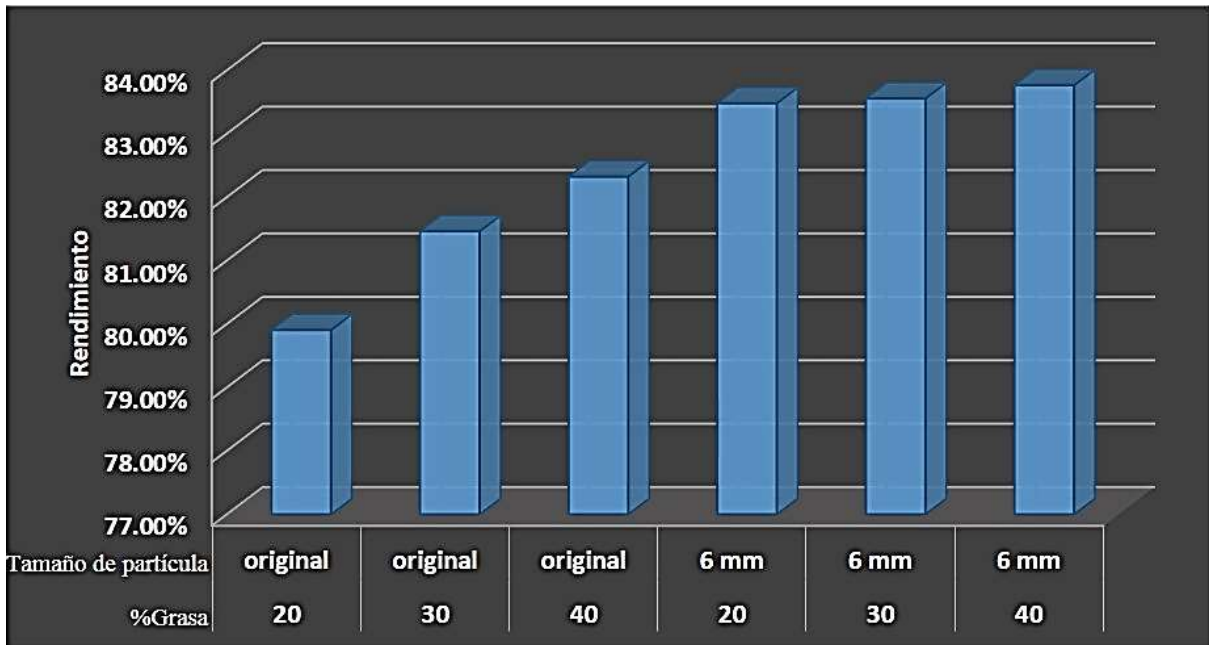


Figura 11. Gráfico de rendimientos después del reposo

El rendimiento es un parámetro importante en el reposo del producto ya que, de él dependerán parámetros de interés como es el caso del costo e indirectamente la dureza; (Coretti, 1986) reporta que un producto cárnico debe tener un rendimiento del 65 al 75%, mientras que (Salinas, 2016) refiere un rendimiento del 93% al paso de 24 horas con condiciones climáticas similares, difiriendo únicamente en la temperatura, en contra parte con el 84% de rendimiento máximo obtenido; la diferencia de rendimientos se atribuye principalmente al origen de la matriz alimentaria ya que esto contribuye a tener una proteína de diferentes cualidades y secuencia de aminoácidos que afectan directamente a la capacidad emulsificante de las mismas, sin embargo al obtener resultados similares se afirma que la soya y el lardo adicionado se encuentran formando una emulsión estable.

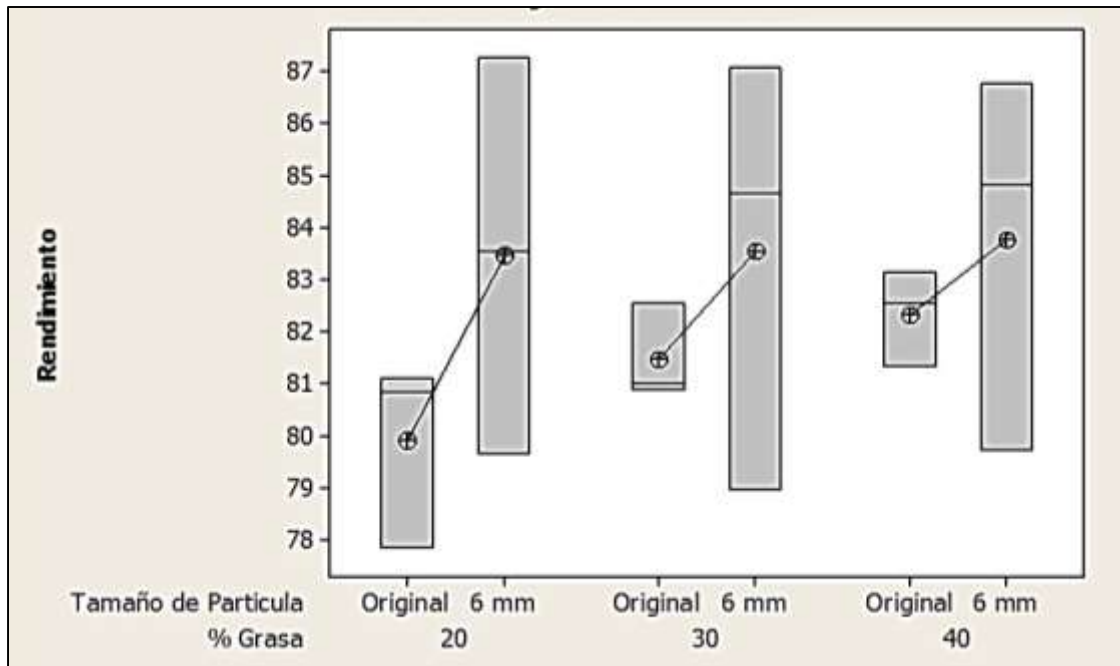


Figura 12. Gráfica de cajas para rendimiento después del reposo

El análisis estadístico de los resultados de rendimiento después del reposo, evidencia que no existen diferencias significativas en el rendimiento entre los diferentes lotes (Figura 12).

3.2. Dureza obtenida con distintos tamaños de partícula y proporciones de grasa – proteína

Una vez pasadas las 24 horas de reposo, se llevó a cabo la determinación de la dureza en la cual se obtuvo que la dureza disminuye al aumentar la cantidad de grasa al contenido de la mezcla (Figura 13), de la misma manera que sucede al disminuir el tamaño de partícula, con lo cual se demuestra que el sistema es estable al momento de formar la emulsión; este decremento se da porque al disminuir el tamaño de partícula la superficie de contacto entre las proteínas que llevan a cabo la función emulsificante y la tensión interfacial que se genera entre el agua y los

lípidos disminuye, logrando así una emulsión estable en términos del tamaño de partícula, de igual forma al incrementar el contenido lipídico la dureza es menor por las características propias de la grasa.

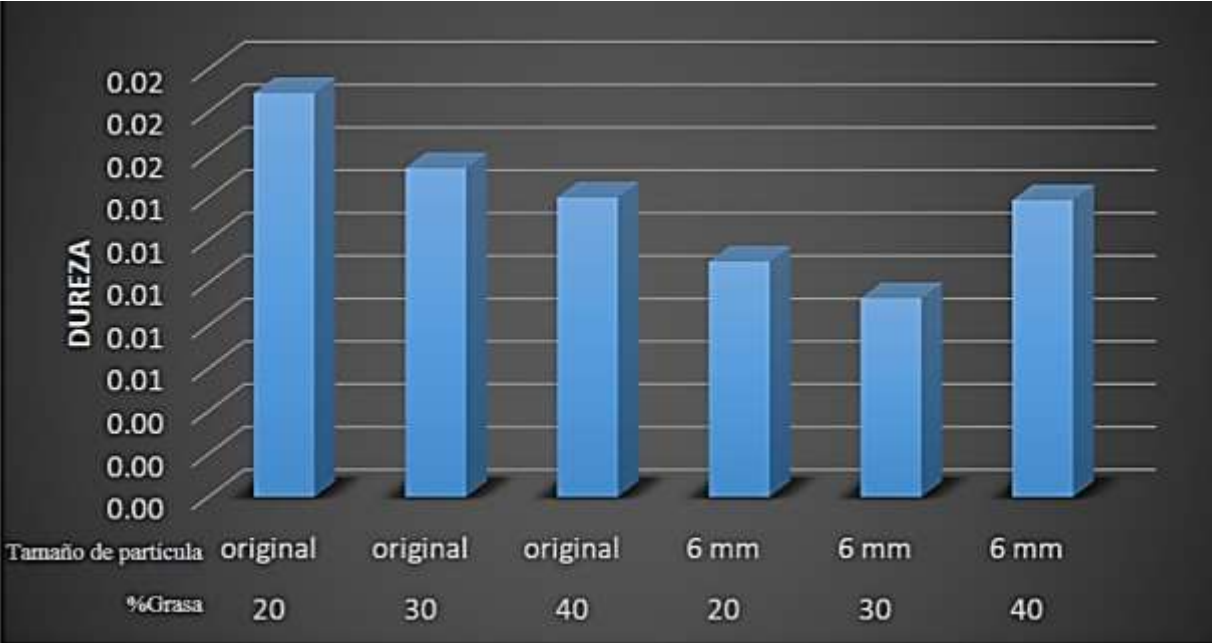


Figura 13. Gráfico de Dureza

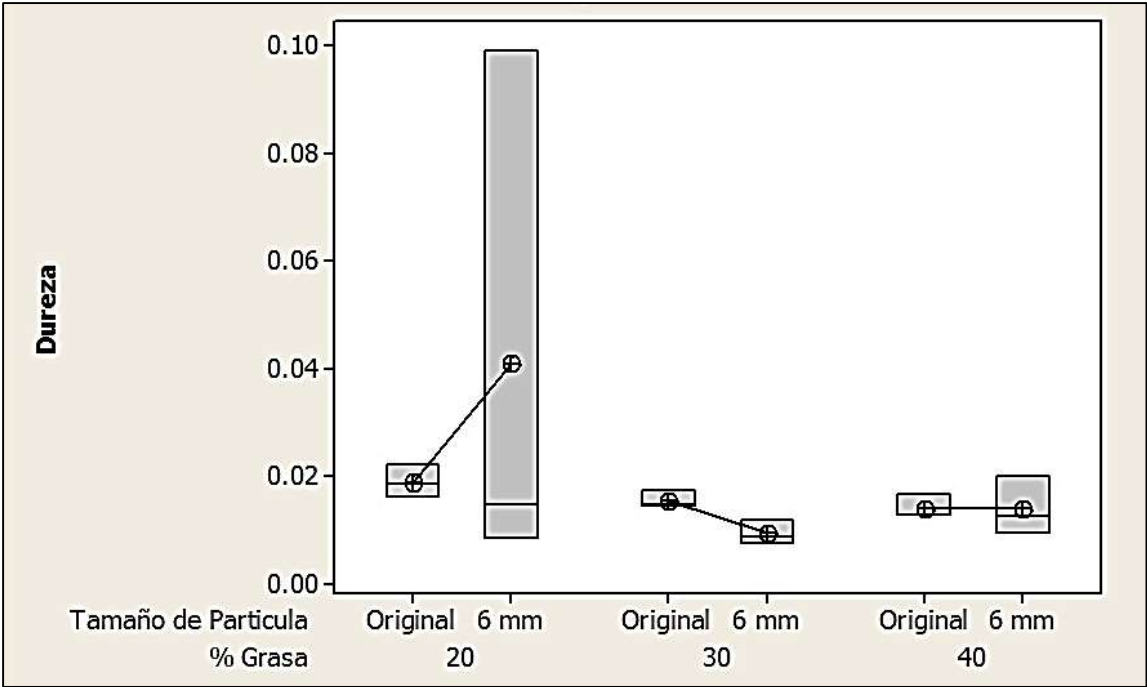


Figura 14. Gráfica de cajas para dureza

En la Figura 14 se observa que no existen diferencias significativas entre las diferentes variables, lo cual indica que es indistinta la formulación utilizada, la dureza del producto será estadísticamente semejante.

3.3. Costo – beneficio obtenido de la relación del tamaño de partícula y proporciones de grasa – proteína

El costo del producto se evaluó en términos de costos y proporciones de la materia prima utilizada por lo que en la figura 15 se observa que el costo del producto tiene incrementos al aumentar la cantidad de grasa, esto sucede porque al ser uno de los componentes mayoritarios (grasa y soya) y tener un mayor costo que la soya afecta directamente el hecho que la grasa aumente y la soya disminuya ya que el resto de los ingredientes permanece constante en todas las formulaciones parte de los costos dependerá de esta relación, siendo más alto en aquellos lotes que la cantidad de grasa es mayor.

Por otro lado la relación directa que tiene con el rendimiento del producto influye en el hecho que aquellos lotes con mayor rendimiento arrojan los valores más bajos de costos del producto, ya que la cantidad de producto final esperada aumenta y la cantidad de materia prima utilizada es la misma.

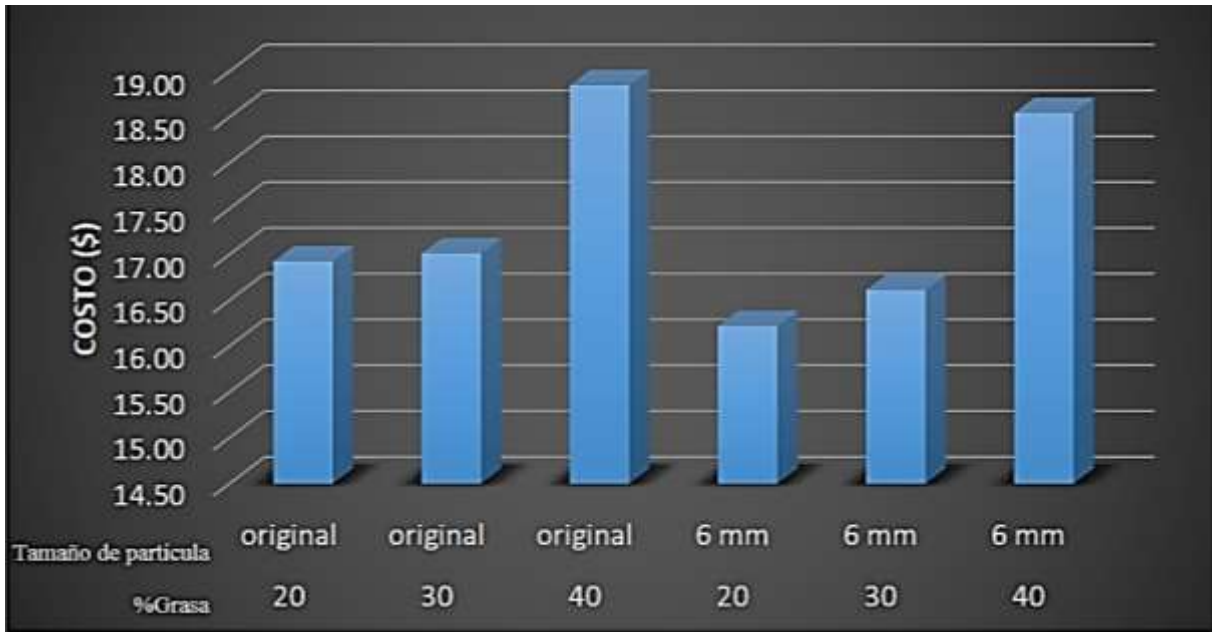


Figura 15. Gráfico de costos

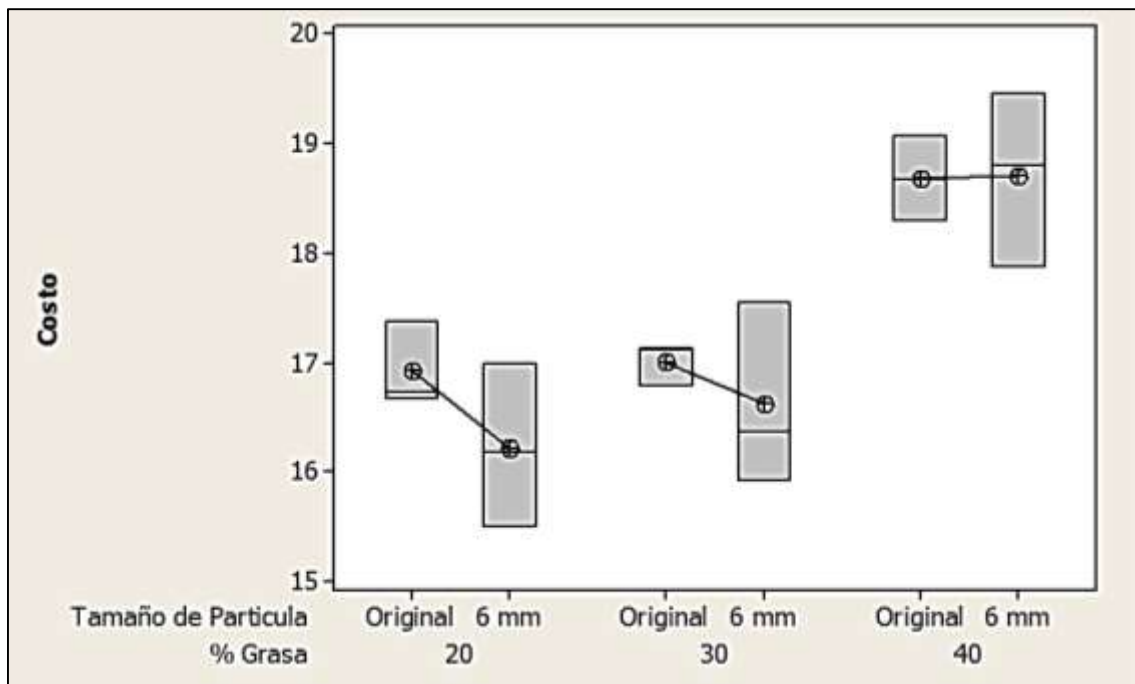


Figura 16 Gráfica de cajas para costos

En la figura 16 se observa que existen diferencias significativas entre los porcentajes de grasa añadidos, mientras que no existen diferencias significativas entre los tamaños de partícula.

Conclusiones

- El lote que obtuvo un mayor rendimiento fue el de 40% de grasa y tamaño de partícula de 6 mm con un valor de 83.46%, muy cercano a los valores de los lotes de 6 mm y ligeramente diferente a los de tamaño original, sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos.
- El lote con menor dureza fue el de 30% con 6 mm, al tener como objetivo la menor dureza posible, se califica como el mejor tratamiento, sin embargo estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos.
- El precio más bajo obtenido fue para los tratamientos de 6 mm y el menor contenido de grasa, presentando diferencias significativas entre los porcentajes de grasa y no existen diferencias significativas para los tamaños de partícula
- La hipótesis planteada se rechaza ya que se obtuvo que a menor tamaño de partícula y una relación grasa proteína media se obtienen los mejores valores de rendimientos, el menor precio y la menor dureza; por lo que se recomienda el uso de la soya con un tamaño de partícula de 6 mm y 30% de grasa.

Recomendaciones

Con base en la experiencia adquirida al llevar a cabo este proyecto para realizar chorizos de soya, se recomienda considerar las condiciones de hidratación de la soya texturizada como uno de los factores más importantes, ya que de esto dependerán las diferentes condiciones que se pueden obtener; también, se recomienda la utilización de algún equipo para llevar a cabo los mezclados, ya que al realizarlo de forma manual las mezclas no alcanzan la homogeneidad esperada, provocando con ello que los resultados puedan tener una variación de una repetición a otra diferente a lo esperado.

Referencias

- Alimentaria Bekarem. (2016). *Ficha Técnica 0107-0023*.
- Alimentaria Bekarem. (2016). *Ficha Técnica 0117-0016*.
- Alimentaria Bekarem. (2016). *Ficha Técnica EVE-0222-0173* .
- Badui D., S. (2006). *Química de Alimentos* (4° ed.). México: Alhambra.
- Barton-Grade, P. A., Demeyer, D., Honikel, K. O., Joseph, R. L., Poulanne, E., Severini, M., . . . Tornberg, E. (1994). Final version of reference methods for water holding capacity in meat and meat products.
- Belitz, H. D., & Grosch, W. (1997). *Química de los Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Bello, H., & Durán, B. (1992). *Aplicación de *Pediococcus acidolactici* en la elaboración de un embutido tipo salami*. Tesis de Licenciatura, UNAM, FESC.
- Brower, I., Katan, M., & Zock, P. L. (2004). Dietary alpha-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate risk a meta-analysis. *British Journal of nutrition*, 134.
- Calanche, M. J. (2009). Influencias culturales en el régimen alimentario venezolano. 22(1).
- Casini, C. (28 de Marzo de 2017). *Cosecha y postcosecha* . Obtenido de <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/AlmacenamientoSoja.asp>
- Cheftel, J., & Lorient, D. (1989). *Proteínas Alimentarias*. Zaragoza, España: Acribia.
- Coretti, K. (1986). *Embutidos: Elaboración y defectos* (1° ed.). España: Acribia.
- Cubero, N., Monferrer, A., & Villalta, J. (2002). *Aditivos Alimentarios*. España: Mundi Prensa.
- Damodaran, S. (1997). *Food Proteins: an overview*. In *Food proteins and their applications*. U.S.A: Marcel Dekker Inc.
- Díaz, G. K., & Maldonado, B. (2000). *Caracterización electroforética y funcional de las proteínas de salvado de arroz*. Tesis de licenciatura, UNAM, México, D.F.
- FAO . (2012). *Fichas Técnicas, Procesados de Carnes* .
- FAO. (2016). *Ingeniería de costos aplicada a la industria pesquera*. Recuperado el diciembre de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm>

- Fennema, O. (1996). *Química de los alimentos* (3° ed.). New York, U.S.A.: Marcel Dekker Inc.
- Flores, F., & Sánchez, M. (2010). *Desarrollo de un embutido cárnico tipo salami mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas*. Tesis de Licenciatura , UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán , Mexico, D.F.
- Frey, W. (1995). *Fabricación fiable de embutidos*. Zaragoza España: Acribia.
- González, H., Suárez, M. H., & Martínez, A. O. (2010). Influencia del proceso de cocción y temperatura de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de jamón de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23.
- Hayes, K. (2000). Dietary fatty acids, cholesterol, and the lipoprotein profile. *British Journal of Nutrition*, 84.
- Hettiarachy, N. S. (1994). *Protein Functionality in Food Systems*. U.S.A.: Marcel Dekker Inc.
- Hoogenkamp, H. W. (2005). *Proteína de soja y fórmulas para productos cárnicos*. España: Acribia.
- Jiménez, A. (2007). Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. *Investigación y ciencia*(37), 39.
- Kinsella, J. (1976). Functional properties of proteins in food: a survey CRC. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 7, 219-280.
- Kuri, V., Madden, R., & Collins, M. (1995). Hygienic quality of raw pork and chorizo on retail sale in Mexico City. *Journal of Food Protection*, 59.
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas procesados* . España: Acribia.
- Martínez, P., Bedia, M., Méndez, L., & Bañón, S. (2009). Contribución de la etapa de secado a la maduración de longaniza crudo-curada fermentada. *Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología*, 25.
- McWatters, K. H., & Cherry, J. P. (1977). Emulsification, foaming and protein solubility properties of defatted soybean, peanut, field pea and pecan flours. *Journal Food Science*, 42.
- Menter, P. (2000). *Acrylamide Polymerization. A Practical Approach*. U.S.A.: Bio-Rad Laboratories.
- Molins, R. A. (1991). *Phosphates in food*. CRC-Press.
- NOM-213-SSA1-2002. (s.f.). *Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias*.

- Olivos, L. (2005). *Estudio de las propiedades térmicas, funcional y nutritivas de la fracción proteica de la semilla de chia*. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, D.F.
- Puppo, M., Speroni, F., Chapleau, N., Añon, M. C., & Lamballerie, M. (2005). Effect of high - pressure treatment on emulsifying properties of soybean proteins. *Food Hydrocolloids*, 19.
- Rand, W., Pellet, & Young, V. (2003). Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77.
- Ridner, E. (2006). Soja, Propiedades Nutricionales y su importancia en la salud. *Sociedad Argentina de Nutrición*.
- Sadava, D., & Chrispel, M. (2003). Plants, Genes and crop. *Jones and*.
- SAGARPA. (2010). *La importancia del Frijol de soya en México*.
- SAGARPA. (2016). *Atlas Agroalimentario 2016*. México: SIAP.
- Salinas, R. M. (2016). *Efecto de la Adición de aislados protéicos de soya en las propiedades fisicoquímicas de chorizo*. Tesis de Licenciatura, UNAM.
- Volkert, M. A., & Klein, B. P. (1979). Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products. *Journal Food Science*, 44.
- Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Toda, J., & Ishii, K. (2005). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agriculture Biology Chemistry*, 36.