

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**TESIS**

**DESARROLLO DE UN CHORIZO ELABORADO DE CHAMPIÑÓN.**

**POR:**

**ABIGAIL LAZO HINOJOSA**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México; diciembre**

**2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE**  
**ALIMENTOS**

POR:

**ABIGAIL LAZO HINOJOSA**

**TESIS**

**DESARROLLO DE UN CHORIZO ELABORADO DE CHAMPIÑÓN.**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**JURADO EXAMINADOR**



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Asesor Principal



---

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Coasesor



Dr. Antonio Aguilera Carbó

Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México; diciembre 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a **Dios** por darme la vida y toda esa fuerza que necesitaba para continuar, aunque tuve momentos muy difíciles, siempre encomendándome a él todo lo pude, aquí estuvo y seguirá cerca de mí, sin rendirme.

Gracias Dios por darme la mejor familia que sin cansancio alguno estuvieron aquí a mi lado.

A mi padre querido tan amoroso **Refugio Lazo Núñez** que aún lejos de mí, siempre me dio ese apoyo que necesitaba y el cariño que ningún otro padre le pudiera dar a su hijo. Este trabajo demuestra que todo ha valido la pena. Mil gracias le doy a Dios por ser tú mi padre. Te amo.

Mi madre **Lucinda Hinojosa Hernández** “Lucy” que tanto aprecio y amo, primero por traerme a este mundo y enseñarme el valor de la responsabilidad, y por todas esos minutos, horas, días y años que estuviste aquí apoyándome con el fin de ver esta parte de mi vida concluida. Gracias te doy con todo mi corazón que sin ti, no sería nadie.

Mi pequeño motor de mi vida, **Adali Franco Lazo**, sacrificando muchas horas de tu compañía para permitirme concluir este trabajo, sé que algún día aprenderás a leer estas palabras que escribo con todo mi amor y agradeciéndote por haber llegado a mi vida, eres mi vida y mi todo, siempre queriendo que te sientas orgullosa de tu Mamá como lo estoy yo de ti.

A mi esposo **Juan Carlos Franco Jiménez** que estuvo cerca de mi apoyándome, aun en las buenas y en las malas nunca me dejaste sola siempre estuviste aquí dándome una palabra de apoyo, para ser mejor cada día. Este logro también es tuyo, y gracias te doy por haber llegado a mi vida y quererme como te quiero yo. Te amo.

A mí querida hermana **Yesi** que sacrifico una parte de su tiempo y de su vida por estar aquí apoyándome, estoy eternamente agradecida por todo lo que has hecho por mí, y orgullosa estoy de ti.

A mí querida hermana **Elena** que aún lejos, me apoyaste y sé que puedo confiar en ti, eres parte de mi vida y de este logro.

A mi tía **Eva** por siempre querer lo mejor para mi vida, y el incansable apoyo que me das sin pedir algo a cambio, teniendo que alejarnos para cumplir con este objetivo.

Mi tío **Álvaro** por todo tu apoyo cuando más lo necesite. Gracias

A mi apreciable suegra y su familia que es ahora mi familia que son testigos y parte de todo un esfuerzo, y parte de este eslabón de mi vida.

A mis profesores que aprecio y me han transmitido gran parte de su conocimiento a lo largo de toda mi carrera, que sin duda me han hecho sufrir un poco, y ponerme de nervios, pero sin duda para mí los mejores profesores: mi tutora **M.C Xóchitl Ruelas Chacón** gracias por su tiempo empleado y toda la confianza depositada en mí la aprecio bastante, **M.C Mildred Inna Marcela Flores Verastegui** por todos sus consejos gracias, se le admira y aprecia de todo corazón. **Dra. Charles, M.C Gerardo, M.C Sarahi Rangel Ortega, Dr. Armando, Dra. Gabriela, María Hernández.**

**Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** gracias por todo este tiempo empleado en este trabajo, gracias por darme esa oportunidad de trabajar con usted, y sin duda es una profesora que aprecio y admiro, ya que gracias a usted sentí un gran interés por todo lo referente a análisis en alimentos que es una parte de mi preparación profesional que me gusta y hago con mucho entusiasmo.

**T.L.Q. Carlos Arévalo San Miguel** por su apoyo incondicional en la parte experimental de laboratorio, y sus consejos que se quedan en mí.

**Dr. Antonio Aguilera Carbó** por su colaboración para este trabajo y todo ese tiempo empleado para poner en orden mi currícula, no fue fácil pero ahora puedo concluir con éxito. Gracias

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza** muchas gracias por la contribución a este trabajo.

A mis compañeros, amigos cómplices de muchos alegrías y locuras que fueron pocos pero, de gran aprecio para mí: **Diana, Carmen Edith, Pablo, Rodihel** gracias por su gran amistad, estoy segura que perdurara por mucho tiempo más, **Brenda Camacho** gracias por tu gran amistad, sé que contigo, siempre puedo contar, **Betsabe, Brenda Mosqueda** gracias por su amistad, **Martha Alicia Cena** tan inteligente gracias por tu gran apoyo.

Y por último pero no menos importante mi **ALMA TERRA MATER** mi segunda casa por cinco años, guardas miles de recuerdos, en cada salón en cada extremo donde yo estuve. Estoy orgullosa de pertenecer a esta mi Universidad y ser un Buitre. ¡Gracias!

## DEDICATORIAS

A ti **Dios** porque “**Dios es mi luz y mi salvación la fortaleza de mi vida, yo en ti confié**”; gracias a ti, estoy donde estoy y me encomiendo a ti, para que tu dirijas mi vida.

A mis padres **Refugio Lazo Núñez** y **Lucinda Hinojosa** Hernández porque me han permitido llegar hasta aquí donde estoy, son mi orgullo y mi gran ejemplo a seguir.

Mis hermanas **Elena Lazo Hinojosa** y **Yesenia Lazo Hinojosa** porque toda una vida junto a ustedes no pudo ser mejor.

A mi esposo **Juan Carlos Franco Jiménez** y mi hija **Adali Franco Lazo**, son y serán mis fuerzas para seguir adelante, y siempre estar unidos.

A **Eva Hinojosa Hernández** porque para mí tu apoyo y cariño es y será tan especial para mi vida.

Porque este trabajo es del esfuerzo de todos, con todo mi cariño les dedico este trabajo, porque mi familia es mi gran orgullo y aun a las adversidades y las distancias siempre estamos aquí.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	iv
ÍNDICE .....	v
RESUMEN .....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2 . Justificación.....	4
1.3 . Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Definición de embutido.....	6
2.2. Clasificación de los embutidos.....	6
2.3. Definición de chorizo .....	9
2.4. Valor nutricional del chorizo de cerdo .....	9
2.5. Los hogos comestibles: características generales .....	9
2.5.1. Nutrición y beneficios para la salud .....	11
2.6. Producción de hongos comestibles en México .....	12
2.7. Características del hongo cremini ( <i>Agaricus bisporus var brunnescens</i> ) .	14
2.7.1. Valor nutrimental del hongo cremini ( <i>Agaricus bisporus var brunnescens</i> ).....	16
2.8. Las especias y hierbas aromáticas .....	17
2.9. Vinagre.....	18

2.10.	Chiles secos.....	18
2.11.	Sal.....	19
2.12.	Tripas.....	19
2.13.	Soya texturizada .....	20
2.14.	Escaldado .....	21
2.14.1.	Escaldado con agua.....	22
2.15.	Caracterización Química.....	22
2.16.	Humedad .....	23
2.17.	Cenizas totales .....	24
2.18.	Proteínas.....	24
2.19.	Extracto Etéreo o Grasa Total.....	24
2.20.	Fibra Cruda.....	25
2.21.	Carbohidratos .....	25
2.22.	Minerales .....	25
2.23.	Determinación del color en alimentos .....	26
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1.	Localización .....	27
3.2.	Materia Prima para la elaboración del chorizo a base de soya.....	27
3.3.	Materia Prima para la elaboración del chorizo a base de champiñón .....	28
3.4.	Materia Prima para la elaboración de la mezcla de chorizos .....	28
3.5.	Material y Equipo para la elaboración de los chorizos .....	28
3.6.	Material y Equipo para realizar la Caracterización Química.....	29
3.7.	Reactivos .....	30
3.8.	ETAPA 1 Formulación y Desarrollo del chorizo .....	31
3.8.1.	Elaboración del chorizo a base de soya .....	31



3.8.2.	Elaboración del chorizo a base de champiñón .....	32
3.8.3.	Elaboración de la mezcla de chorizos .....	33
3.9.	ETAPA 2 Caracterización Química del los chorizos.....	33
3.9.1.	Preparación de las muestras de chorizos para su análisis .....	33
3.9.2.	Determinación de Humedad .....	34
3.9.3.	Determinación de Cenizas Totales .....	35
3.9.4.	Determinación de Proteínas Método Macrokjeldhal .....	37
3.9.5.	Determinación de Extracto Etéreo o Grasa Total .....	39
3.9.6.	Determinación de Fibra Cruda.....	40
3.9.7.	Determinación de Carbohidratos .....	42
3.9.8.	Determinación de Minerales (K, Fe, Ca).....	42
3.9.9.	Determinación de color .....	43
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
4.1.	ETAPA 1 Formulación y Desarrollo de los chorizos .....	45
4.1.1.	Formulación y Desarrollo del chorizo de soya .....	45
4.1.2.	Formulación y Desarrollo del chorizo de champiñón .....	46
4.1.3.	Formulación y Desarrollo de la mezcla de chorizos.....	47
4.2.	ETAPA 2 Caracterización Química del los chorizos.....	47
4.2.1.	Humedad .....	48
4.2.2.	Cenizas Totales .....	50
4.2.3.	Proteína .....	52
4.2.4.	Extracto etéreo .....	55
4.2.5.	Fibra Cruda.....	56
4.2.6.	Carbohidratos Totales .....	58
4.2.7.	Contenido de K.....	61

4.2.8. Contenido de Fe .....	62
4.2.9. Contenido de Ca.....	64
4.2.10. Determinación de color.....	66
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>70</b>
<b>6. REFERENCIAS</b> .....	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variedad de Hongos Comestibles.....	10
Figura 2 Visión general de los valores nutricionales de varios alimentos comparados con los hongos.....	12
Figura 3 Hongo cremini ( <i>Agaricus bisporus var brunnescens</i> ).....	15
Figura 4 Proceso de obtención de la soya texturizada.....	21
Figura 5 Estufas de secado empleadas para determinar Humedad.....	35
Figura 6 Mufla empleada para determinar cenizas totales.....	36
Figura 7 Aparato Macrokjeldhal.....	38
Figura 8 Instrumentos para titulación y determinación de proteína.....	39
Figura 9 Equipo Soxhlet .....	40
Figura 10 Equipo empleado para determinar Fibra Cruda .....	42
Figura 11 Espectrofotómetro de absorción atómica .....	43
Figura 12 Colorímetro. ....	44
Figura 13 Chorizo de soya y champiñón .....	47
Figura 14 Diagrama de color $a^*$ y $b^*$ .....	68
Figura 15 Diagrama de color $L^*$ $a^*$ y $b^*$ .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción anual estimada de hongos comestibles cultivados comercialmente en México, incluyendo volúmenes y proporciones de producción para el 2005. ....	13
Tabla 2 Importancia comparativa de los hongos comestibles cultivados en México, en relación con los volúmenes de producción (toneladas) de algunos productos agrícolas, convencionales y orgánicos, durante el periodo 1995-2004, de acuerdo con las estadísticas de SIACON (2005), SAGARPA. ....	14
Tabla 3 Valor nutrimental del hongo cremini ( <i>Agaricus bisporus var Brunnescens</i> ) por cada 100 g de hongo. ....	16
Tabla 4 Formulación de chorizo a base de soya .....	45
Tabla 5 Formulación de chorizo a base de champiñón .....	46
Tabla 6 Medias de porcentaje de humedad .....	48
Tabla 7 Medias de porcentaje de cenizas .....	50
Tabla 8 Medias de porcentaje de proteína .....	52
Tabla 9 Medias de porcentaje de Extracto etéreo .....	55
Tabla 10 Medias de porcentaje de Fibra cruda .....	56
Tabla 11 Medias de porcentaje de Carbohidratos.....	58
Tabla 12 Medias de porcentaje de Potasio (K).....	61
Tabla 13 Medias ppm de Hierro (Fe).....	62
Tabla 14 Medias de porcentaje de Calcio (Ca) .....	64
Tabla 15 Lecturas de valores L*, a* y b* para chorizo de soya, champiñón y mezcla de chorizos.....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comparación de medias de porcentaje de humedad.....	48
Gráfico 2 Comparación de medias de porcentaje de cenizas. ....	51
Gráfico 3 Comparación de medias de porcentaje de proteína. ....	53
Gráfico 4 Comparación de medias de porcentaje de Extracto etéreo. ....	55
Gráfico 5 Comparación de medias de porcentaje de Fibra cruda. ....	57
Gráfico 6 Comparación de medias de porcentaje de Carbohidratos .....	59
Gráfico 7 Comparación de medias de porcentaje de Potasio (K).....	61
Gráfico 8 Comparación de medias de ppm de Hierro (Fe) .....	63
Gráfico 9 Comparación de medias de porcentaje de Calcio (Ca).....	65

## RESUMEN

En la población mexicana encontramos diversos problemas de alimentación entre los más sobresalientes se encuentra la desnutrición y la obesidad; problemas que siguen en aumento debido a que cierta población no puede adquirir un alimento sano por falta de recursos así como el aislamiento geográfico. Por otro lado encontramos a la obesidad que se ha desarrollado en gran escala a partir de niños y adultos, desencadenando problemas de salud graves.

Esta obesidad principalmente es debida al consumo no consiente de alimentos muy altos en grasas, azúcares, calorías etc., esto sumando la ausencia de ejercicio físico, además de consumo de alimentos ya preparados con demasiados aditivos que permiten su conservación.

Uno de los productos alimenticios más consumidos en México es la carne, ya sea fresca o que ha sufrido un procesamiento como los embutidos. Debido a estos problemas de salud, y el alto consumo de carne, algunas empresas y la misma población se ha dedicado a elaborar productos alimenticios sustituyendo alguna materia prima de origen animal por otra de origen vegetal.

En este trabajo se elaboraron tres tipos de chorizos no de carne de cerdo sino sustituyendo esta materia prima por, soya texturizada, hongos comestibles de la variedad cremini y una mezcla de ambas materias primas. Este estudio consistió en dos etapas; la primera Formulación y Desarrollo del chorizo y la segunda Caracterización Química de los chorizos. Para cada muestra se emplearon tres repeticiones. Se realizó una comparación en base a su composición nutricional entre los chorizos elaborados y otra comparación de cada muestra en base a la literatura sobre el chorizo de carne de cerdo. Los resultados correspondientes a la Caracterización Química se analizaron por medio de un Análisis de Varianza (ANVA) y pruebas de medias se compararon con la prueba de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ). Entre los tres tipos de chorizos se encontraron diferencias significativas en cuanto a Humedad, Cenizas Totales, Proteína, Extracto Etéreo y Fibra Cruda y para Carbohidratos solo entre la muestra de chorizo de soya y mezcla de chorizos.

Por lo contrario no se encontraron diferencias significativas para los carbohidratos en el chorizo de soya con respecto a las de otras muestras, y de igual manera, en los tres minerales analizados (K, Fe y Ca) no se encontró diferencia significativa.

Se considera como mejor chorizo al elaborado a base de champiñón, ya que en el chorizo a base de soya; su materia prima que es la soya texturizada se obtiene de una manera ya procesada y no se puede considerar como un producto natural como es en el caso de los hongos. Y en comparación con el chorizo de cerdo los estudios consultados indican que este producto es rico en grasa saturada y deficiente en fibra cruda, y minerales además de adición de nitritos y nitratos en su elaboración.

Palabras clave: Chorizo, Valor Nutricional, Hongo Comestible, Comparativo.

Correo electronico; Abigail Lazo Hinojosa, [ada-1811@hotmail.com](mailto:ada-1811@hotmail.com)



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

En la prehistoria la humanidad tuvo que buscar métodos de conservación para sus alimentos cárnicos. Al comienzo se conservaba la carne cortándola en tiras finas y dejándolas secar al sol, con el descubrimiento del fuego se utilizó el humo y la cocción como técnicas adicionales de conservación. Adicionalmente, se señala al salado y la fermentación como formas de conservación de la edad antigua (Bacus, 1984; Pearson y Tauber, 1984; Smith, 1987; Roca e Incze, 1990; Zeuthen, 1995).

Con el paso del tiempo probablemente fue un hecho casual cuando se observó que la carne troceada, mezclada con sal, especias y embutida en tripas representaba una buena práctica para su conservación dando origen al chorizo el cual tiene sus orígenes en la Península Ibérica (Rocha McGuire, 2010). Los colonizadores procedentes de la Península Ibérica llegaron a Latinoamérica, y trajeron consigo tanto el ganado porcino, así como su elaboración de productos cárnicos. Con su llegada, las técnicas y elaboración de productos cárnicos se diseminaron por los territorios latinoamericanos, asimilándose por las culturas allí presentes. Sin embargo, esas técnicas ibéricas experimentaron modificaciones a lo largo del tiempo para adaptarse a las nuevas circunstancias (clima, recursos disponibles, influencias culturales, etc.), con el fin de adecuar y optimizar procesos y productos (Monín, 1991). Por otro lado, también hubo algunos cambios en el proceso tradicional de elaboración de productos en la Península Ibérica por la influencia latinoamericana. El cambio tal vez más evidente fue el uso de los frutos desecados de las plantas del pimiento *Capsicum annuum*, en la manufactura de embutidos (Zapata *et al*, 1992).

Hoy en día en México el chorizo es uno de los productos de cerdo más populares probablemente por su bajo precio y sus apreciadas propiedades sensoriales. El proceso de elaboración de los chorizos es de forma artesanal y regularmente no



contempla una fermentación-maduración controlada, sin embargo esta puede darse espontáneamente durante el oreo, almacenamiento y la comercialización de los chorizos, que suelen llevarse a cabo a temperatura ambiente (Escartin y col., 1999).

En México existe una gran variedad de chorizos, algunos son muy similares a los chorizos españoles (Austria, 2007), pero hay otros que se han mestizado, los ingredientes del chorizo mexicano incluyen carne de cerdo picada con abundante grasa corporal, sal, chiles secos, paprika vinagre y una mezcla de varias especias y otra materia vegetal agregada según la región de origen (Kuri, Madden, Collins, 1995). También se puede utilizar carne de otras especies, siendo común por ejemplo utilizar carne de muslo de pavo (Rocha McGuire, 2010).

En la actualidad se llevan a cabo diferentes innovaciones en la elaboración de embutidos mediante el sustituto parcial o total de la carne de cerdo o cualquier otra especie animal, por alimentos de origen vegetal, estas medidas se han tomado debido; a que en la actualidad los problemas de salud han ido aumentando de forma creciente ya que se sabe a ciencia cierta que determinadas alteraciones y enfermedades se relacionan con desequilibrios en la alimentación, ya sea por exceso (obesidad, problemas de tensión, colesterol elevado, etc.), o por defecto (falta de vitaminas y/o minerales, etc.). Por tanto, alimentarse no sólo consiste en comer para vivir o para saciar el hambre, es algo mucho más complejo e influyen numerosos factores; ambientales (costumbres y cultura del lugar en que vivimos, modas y medios de información, entorno familia etc.), y otros personales como el sexo, la edad, las preferencias, la religión, el grado de actividad (sedentaria, ligera, moderada), el estado de ánimo y de salud (enfermedades o problemas de salud). Por todo ello, se considera que una alimentación es adecuada si en verdad es capaz de cubrir las necesidades del organismo; de acuerdo a las características personales, con el fin de alcanzar o mantener un buen estado nutricional y de salud (Schneiderman.s.f)

Ahora bien; el desarrollo de nuevos productos embutidos con adición parcial o total de productos vegetales como puede ser soya, hongos comestibles etc., dan una opción más natural y saludable a la población que consume este tipo de productos

El cultivo de los hongos comestibles se remonta en los países asiáticos en el año 1000 con el cultivo, desarrollo, experimentación, trueque y comercialización de hongos, setas y sus variedades, en Estados Unidos se tienen registros de 1880 y en Canadá en 1912 y en México en 1933 en un rancho cercano a Texcoco, Estado de México (Martínez-Carrera *et al*, 1991) a México le siguieron posteriormente varios países de Latinoamérica como Colombia, Brasil y Chile.

Se estima que en México los volúmenes de producción ascienden a más o menos 47,468 toneladas anuales de hongos frescos. Nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica, ya que genera alrededor del 58.9% de la producción total de esa región y lo ubica como el 16o. productor a nivel mundial. Los hongos comestibles que se cultivan comercialmente en México (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Grifola*), incluyendo sus volúmenes y proporciones de producción anual. La mayor proporción de 95.35% corresponde a los champiñones (champiñón blanco, champiñón café, seguido por las setas (blanca, gris, café, y el *shiitake* (Martínez-Carrera *et al*. 2002).

Actualmente en la comida popular mexicana, se consumen principalmente dos hongos: *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*, conocidos como champiñones y setas respectivamente, seguidos por el *Ustilago maydis*, conocido comúnmente como cuitlacoche (o huitlacoche) (Naranjo, Colmenero, Rosas y Ortega.,s.f)

Los hongos como alimento tienen un alto valor nutricional cercano a los productos animales mejor calificados y su importancia radica en que los requerimientos nutricionales del hombre, requieren ingerir aminoácidos esenciales que solo están presentes totalmente en pocos alimentos, por lo que es necesaria la combinación

de estos para adquirir una dieta balanceada (Leal, 1985). Los estudios muestran que la ingesta de hongos en la dieta humana, proporciona proteínas que contienen aminoácidos esenciales; así los hongos son una fuente alimenticia de gran tradición entre la población rural de nuestro país (Guzmán *et al.* 1993).

## 1.2. Justificación

En México existen diversos tipos de embutidos entre ellos se encuentran los chorizos (chorizo norteño, chorizo verde, chorizo rojo etc.) estos son de fácil acceso a la población; y ha aumentado considerablemente su consumo ya que es una forma económica y accesible de consumir carne preparada solo que en la mayoría de estos chorizos la calidad de la carne deja mucho que desear, ya que su contenido proteico es escaso y de no muy buena calidad. Por lo contrario las grasas abundan y sobre todo la saturada que perjudican en gran medida nuestro organismo. Sin embargo también existen productos elaborados con mejor calidad de carne y con menor cantidad de grasas pero el costo incrementa.

Por lo general en el norte de México los consumidores adquieren este producto en los supermercados los cuales han sufrido un procesamiento mayor y adición de conservadores artificiales y de lo contrario los consumidores del centro del país mayor mente adquieren este chorizo en las carnicerías lo cual contribuye a un chorizo con un proceso artesanal pero con medidas de higiene que no son las adecuadas.

Por este motivo se lleva a cabo la elaboración de un chorizo de origen vegetal a base de hongos comestible de la especie “cremini” (*Agaricus bisposus var brunnescens*) para contribuir con una opción más nutritiva y saludable de consumir chorizo, que sin duda por su contenido de proteína “considerado uno de sus principales atributos nutricionales” permite mejorar la nutrición, al ser un sustituto de la carne de origen animal, sin sacrificar el sabor que caracteriza a este alimento tradicional Mexicano

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Elaborar un chorizo a base de champiñón.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización química del chorizo elaborado
- Comparar el chorizo elaborado con champiñón con un chorizo de soya y cerdo

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Definición de embutido**

Son todos aquellos productos elaborados a base de carne picada o molida, condimentada, que se introduce dentro de una tripa o intestino de animal o, en algunos casos, en una envoltura sustitutiva, como plástico (Cartay, 2005). El embutido también puede prepararse con otras carnes, como la de bovino, borrego, pollo y pavo las cuales deben ser mezcladas con grasa de cerdo lo más homogéneamente. Para incrementar sus olores y sabores se le agregan condimentos, especias y sazónadores. Estos se clasifican en embutidos crudos, escaldados y cocidos (Lesur, 1992).

### **2.2. Clasificación de los embutidos**

#### **Embutidos crudos**

Se conoce como embutido crudo a la mezcla de carne cruda, grasa de cerdo o tocino, con adición de sal común, sustancias curantes, condimentos y algunos aditivos y productos coadyuvantes para el curado, todo ello introducido a manera de relleno en una tripa natural o artificial (Coretti, 1971) para proporcionar forma, aumentar la consistencia y para poder someter el embutido a posteriores tratamientos.

Los embutidos crudos no pasan por un proceso de cocción en agua y pueden consumirse en estado fresco o cocinado posterior a una maduración. Según la capacidad de maduración, los embutidos 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
- Morcilla
- Queso de cerdo

#### Desecación de los embutidos crudos

Los embutidos crudos de corta duración tienen una pasta blanda y están listos para su venta después de pasar un tiempo determinado en el cuarto de secado.

Los de media a larga duración, tienen pasta dura y requieren una maduración prolongada antes de ser comercializados. Durante el secado, la tripa debe mantenerse elástica para así adaptarse a la superficie del embutido. Paralelo al desarrollo del secado se realiza la maduración.

#### Maduración

Existen dos tipos de maduración en los embutidos crudos:

- Maduración natural: se realiza el secado, maduración, ahumado y almacenamiento en condiciones ambientales.
- Maduración rápida: se realizan los procesos en condiciones especiales de temperatura, humedad y ventilación artificial. En este sistema, las características se desarrollan más rápidamente pero con un aroma no tan intenso.

Durante el secado, madurado y almacenamiento, los embutidos crudos pierden peso dependiendo de la temperatura y humedad de los cuartos, calidad de la materia prima utilizada, picado, tipo de tripa usada y dimensiones del embutido (Manuales para educación agropecuaria, 1986).

## Embutidos escaldados

Este tipo de embutido se prepara a partir de carne fresca, no completamente madurada y se someten a un proceso de escaldado antes de su comercialización, con el fin de disminuir la población microbiana.

El escaldado consiste en un tratamiento con agua caliente a 75°C, durante un tiempo que depende del tamaño del embutido. Este tratamiento térmico también puede realizarse ahumando el embutido a altas temperaturas.

La carne que se utiliza para la elaboración de este tipo de embutidos debe tener una elevada capacidad fijadora de agua. Se deben emplear carnes de animales jóvenes y magros, recién sacrificados y que no estén completamente maduras. Estas carnes permiten aumentar el poder aglutinante, ya que sus proteínas se desprenden con gran facilidad y sirven como ligantes.

Normalmente se adiciona entre un 2-3% de sal. Para prevenir la aparición de colores anormales, se recomienda la adición de ácido ascórbico y ácido benzoico. La calidad fina de estos embutidos depende de la utilización de envolturas adecuadas, las cuales deben ser aptas para el tamaño del embutido, escaldado, ahumado y enfriamiento.

## Tipos de embutidos escaldados

- Mortadela
- Salami cocido
- Salchicha tipo Frankfurt

## Embutidos cocidos

Esta clase de embutidos se fabrica a partir de carne y grasa de cerdo, vísceras, sangre, despojos. Estas materias primas son sometidas a un tratamiento de calor

antes de ser molidas, trituradas y embutidas. Los embutidos se cocinan de nuevo y se ahúman. Se clasifican en los siguientes:

- Embutidos de sangre como la morcilla
- Embutidos de hígado como el paté
- Embutidos en gelatina como el queso de cerdo

Los embutidos cocidos son de corta duración, debido a la composición de las materias primas y el proceso.

### 2.3. Definición de chorizo

El chorizo es un embutido de corta o mediana maduración, elaborado a base de carne de cerdo y res, tocino, adicionado de sal, especias y condimentos. Se somete a deshidratación parcial por ahumado o secado (Amerling, 2001).

### 2.4. Valor nutricional del chorizo de cerdo

A pesar de la popularidad del chorizo en México, en general son pocos los estudios encontrados sobre su composición química (Pérez *et al.*, 1999 y Austria *et al.*, 2006). De acuerdo a estos autores, los chorizos analizados se caracterizaron por un valor de pH comprendido entre 4.2 y 5.1, de aw entre 0.94 y 0.98, de humedad 45.1-56.4%, y proteína, grasa y cenizas sobre extracto seco de 31.6-40.3%, 48.2-56.9% y 3.8-5.1%, respectivamente.

### 2.5. Los hongos comestibles: características generales

Los hongos son un grupo diferente de organismos más emparentados con los animales que con las plantas. Basándonos en un conocimiento preciso de su estructura bioquímica y genética, constituido especialmente en los últimos treinta años, los hongos se dividen actualmente en tres reinos separados y distintos. Es erróneo y podría ser mal interpretado referirse a los hongos como “plantas sin



clorofila” (FAO, 1998a). A pesar de las diferencias fundamentales, los hongos son clasificados generalmente como plantas.

“Etnomicología” es el termino correcto que indica que se está hablando de hongos. El termino equivalente para los hongos es “micota”. La terminología que se refiere a los hongos nos podría ayudar de forma clara, la información publicada sobre los hongos silvestres comestibles.

Los hongos comestibles son un grupo bien diferenciado de organismos que incluyen especies con carpoforos grandes y visibles, es decir macromicetos (macrohongos y hongos superiores).Pertencen principalmente a la clase de los Basidiomicetos, que comprende unas treinta mil especies, la mayor parte comestibles. Dentro de este grupo se encuentran los Agárlicos y los Boletus, que incluyen a una gran mayoría de los hongos comestibles. Los hongos tienen diversas formas, tamaños y colores. Los nombres científicos de los hongos sufren cambios constantes, ejemplo de lo mucho que queda por descubrir sobre la diversidad de especies. Los nombres locales de los hongos comestibles se basan en la forma, sabor y otras propiedades que son características o importantes para la población.



**Figura 1** Variedad de Hongos Comestibles

Los ejemplos más conocidos de macromicetos son las “setas”. Tienen sombrero y tallo y su hábitat natural son la campiña y los bosques. Los hongos comestibles más familiares son los cultivados, los cuales se venden en los supermercados, frescos o en conserva.

#### 2.5.1. Nutrición y beneficios para la salud

Los macromicetos útiles son los que también tienen propiedades comestibles y medicinales. Muchas de las especies comestibles comunes tienen propiedades terapéuticas; muchos hongos medicinales son también consumidos como alimento. Las especies comestibles tienen un bajo contenido de grasas, contienen aminoácidos esenciales, minerales útiles y, aunque no son alimentos que suministran energía, son una fuente de nutrición fundamentalmente mejor que la que cotidianamente es asumida o se supone que lo sea (Richards, 1939).

En la Figura 2 se compara el valor nutritivo de los hongos comestibles con el de otros productos alimenticios. Estos datos confirman que los hongos comestibles son nutritivos pueden ser una alternativa disponible a los demás productos comestibles conocidos. El aporte a la alimentación dependerá de las cantidades consumidas por la gente, de las especies involucradas y de la frecuencia del consumo.

**Figura 2** Visión general de los valores nutricionales de varios alimentos comparados con los hongos

ÍNDICE DE AMINOÁCIDO ESENCIALES	H	CÓMPUTO DE AMINOÁCIDOS	H	ÍNDICE NUTRICIONAL	H
100 Cerdo, bovino, pollo		100 Cerdo		59 Pollo	
99 Leche		98 Bovino, pollo		43 Bovino	
91 Patatas, frijoles		91 Leche		35 Cerdo	
88 Maiz		63 Repollo		31 Frijoles de soja	
86 Pepino		59 Patatas		26 Espinacas	
79 Cacahuetes		53 Cacahuetes		25 Leche	
76 Espinacas, frijoles de soja		50 Maiz		21 Frijoles	
72 Repollo		46 Frijoles		20 Cacahuetes	
69 Nabos		42 Pepinos		17 Repollo	
53 Zanahorias		33 Nabos		14 Pepinos	
44 Tomates		31 Zanahorias		11 Maiz	
		28 Espinacas		10 Nabos	
		23 Frijoles de soja		9 Patatas	
		18 Tomates		8 Tomates	
				6 Zanahorias	

H- las columnas sombreadas muestran el ámbito de valores para los hongos. Los índices y los resultados finales fueron calculados en comparación con los modelo de referencia publicados por la FAO; los valores biológicos siguen muy de cerca los índices de aminoácidos esenciales. Datos de Crisan y Sands (1978). Fuente: <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>

## 2.6. Producción de hongos comestibles en México

La producción comercial de hongos comestibles cultivados es una actividad relevante (Martínez-Carrera, 2002b). Se estima que los volúmenes de producción ascienden a más o menos 47,468 toneladas anuales de hongos frescos. Nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica, ya que genera alrededor del 58.9% de la producción total de esa región y lo ubica como el 16° productor a nivel mundial. El monto anual de las operaciones comerciales supera los 200 millones de dólares, generando alrededor de 25 mil empleos directos e indirectos. La importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 474,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales. Los hongos comestibles que se cultivan comercialmente en México (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Grifola*),

incluyendo sus volúmenes y proporciones de producción anual, se muestran en la

**Tabla 1.**

**Tabla 1** Producción anual estimada de hongos comestibles cultivados comercialmente en México, incluyendo volúmenes y proporciones de producción para el 2005.

Nombre científico	Nombre comercial	Producción nacional	
		Volumen (Toneladas)	Proporción (%)
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange) Pilát	Champiñones	45,260	95.35
	Champiñón blanco	44,931.5	99.27
	Champiñón café	328.5	0.73
<i>Pleurotus</i> spp.	Setas (blanca, gris, café)	2,190	4.62
<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	Shiitake	18.2	0.038
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	Reishi	PC	-
<i>Grifola frondosa</i> (Dicks.) Gray	Maitake	PC	-
<b>Total</b>		<b>47,468.2</b>	<b>100</b>

PC= nivel de pruebas a escala comercial.

Fuente: <http://hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/8.pdf>

La mayor proporción de 95.35% corresponde a los champiñones (champiñón blanco: 44,931.5 ton/año; champiñón café: 328.5 ton/año), seguido por las setas con 4.62% (blanca, gris, café: 2,190 ton/año), y el shiitake con 0.038% (18.2 ton/año). En el caso del reishi y el maitake todavía no se tiene producción consistente, sólo se tienen registradas pruebas a escala comercial en el 2005. Comparativamente, en 2004, el volumen de producción de hongos comestibles en el país es superior al de cacao (43,974 ton/año), equivalente al de ajo (47,917 ton/año), y un poco inferior al del chícharo (53,717 ton/año), del tomate cherry (54,592 ton/año), y de las hortalizas (62,487 ton/año), como puede apreciarse en la **Tabla 2**. (SIACON, 2005). También es relevante la comparación con los equivalentes orgánicos de estos productos, tales como el café cereza orgánico (31,571 ton/año), ya que la importancia de la producción orgánica de hongos comestibles cultivados es cada día mayor, se desarrolla a un nivel más acelerado, y representa una importante ventaja competitiva del producto en el corto plazo. Sin embargo, esto sólo puede lograrse a través de certificaciones internacionales y del

establecimiento de sistemas de control de calidad a nivel de producto, proceso, y sistema de producción.

**Tabla 2** Importancia comparativa de los hongos comestibles cultivados en México, en relación con los volúmenes de producción (toneladas) de algunos productos agrícolas, convencionales y orgánicos, durante el periodo 1995-2004, de acuerdo con las estadísticas de SIACON (2005), SAGARPA.

Producto	Año		
	1995	2001	2004
Hortalizas	59,183	83,527.11	62,487.34
Hortalizas (orgánico)	-	113.87	7.5
Tomate cherry	5,761	28,589.05	54,592.17
Tomate cherry (orgánico)	-	4,487.93	683.5
Tomate rojo (jitomate orgánico)	-	-	3,800
Chicharo	39,894	48,014.78	53,717.33
Chicharo (orgánico)	-	385.17	336.25
Ajo	43,761	55,558.80	47,917.57
Ajo (orgánico)	-	206.75	106.99
Hongos comestibles cultivados	27,825	38,708	47,468
Cacao	49,425	46,737.65	43,974.52
Café cereza	1,725,960	1,645,821.86	1,665,406.18
Café cereza (orgánico)	-	-	31,571.36

Fuente: <http://hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/8.pdf>

## 2.7. Características del hongo cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*)

Se le conoce también como hongo marrón italiano, Roman, hongo marrón etc. Pertenece a la especie *Agaricus bisporus*, el sombrero es de color café ligeramente dorado o café oscuro. Su textura es muy firme y su sabor más profundo y denso que el blanco.

Se aprecian cuatro variedades de este hongo en todo su ciclo de vida, cuando es joven se le conoce como cremini, en etapa adulta, portobello, mayor talla etc.



**Figura 3** Hongo cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*)

Clasificación Taxonomía del hongo cremini

**Género y especie:** *Agaricus bisporus var brunnescens*

**Familia:** *Agaricaceae*

**Subclase:** *Agaricomycetes*

**Orden:** *Agaricales*

**División:** *Basidiomycota*

Fuente: <http://www.fichasmicologicas.com/?micos=1&alf=A&art=5>

Macroscopia:

**Sombrero:** De 8-18 cm, de globoso-convexo a aplanado, más grande robusto que *A. bisporus*. **Cutícula:** Gruesa, de color grisáceo, amarronado, con la cutícula que se lacera en escamas sobre un fondo pálido. Margen blancuzco. **Laminas:** Libres, apretadas, con lamélulas, de color rosa vivo que se tornan color cacao y finamente negruzcas. Aristas más claras **Pie:** de 8-14 x 2-4 cm. Liso, blanquecino, macizo. **Anillo:** Ínfero, tipo brazalete de corte triangular, denso, blanco, simple y estriado. **Carne:** Blanca, gruesa con tendencia a enrojecer ligeramente al corte. **Olor:** Fúngico, agradable. **Sabor:** Agradable.

Microscopia:

**Esporas:** Ovoides, de 7-8 x 5-6  $\mu\text{m}$ , ocráceas, lisa. Esporada marrón purpura (Sánchez, 2012).

2.7.1. Valor nutrimental del hongo cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*)

Las setas contienen una cantidad elevada de agua (entre 82 y 92%) y un contenido muy reducido en hidratos de carbono y grasa. También constituyen un alimento bastante rico en minerales y vitaminas (Botanical-Online, 2015).

**Tabla 3** Valor nutrimental del hongo cremini (*Agaricus bisporus var Brunnescens*) por cada 100 g de hongo.

Componente	Por cada 100 g	Componente	Por cada 100 g
Agua	92.30 g	Hierro	0.40 mg
Calorías	22 Kcal	Zinc	1.10 mg
Grasa	0.10 g	Selenio	26 mg
Proteínas	2.5 g	Vitamina C	0
Hidratos de carbono	4.12 g	Vitamina B1(Tiamina)	0.095 mg
Fibra	0.6 g	Vitamina B12(Riboflavina)	0.490 mg
Potasio	448 mg	Niacina	3.800 mg

<b>Sodio</b>	6 mg	<b>Folacina</b>	14 mcg
<b>Fosforo</b>	120 mg	<b>Vitamina B6</b>	0.110 mg
<b>Calcio</b>	18 mg	<b>Vitamina A</b>	0
<b>Cobre</b>	0.500 mg	<b>Vitamina E</b>	0.113 mg
<b>Magnesio</b>	9 mg		
<b>Manganeso</b>	0.142 mg		

Fuente: <http://www.botanical-online.com/setas/medicinalsetas.htm>

## 2.8. Las especias y hierbas aromáticas

Las hierbas y las especias son de origen vegetal y tienen múltiples cualidades y propiedades. En todas las culturas de la tierra y desde tiempos remotos, las especias han sido un bien muypreciado y usado como conservante de los alimentos y como aromatizante en comidas y perfumes (Lincoln, 2010).

Se denomina especia a una parte vegetal con propiedades aromáticas o picantes.

El término se aplicó normalmente a aquellas semillas, frutos, ramas, rizomas, estigmas florales, hojas, brotes y otras partes de una planta que procedían de lugares tropicales, aunque en realidad, en un sentido más amplio, también se consideran especias a las llamadas hierbas aromáticas o culinarias.

El hombre ha comerciado y cultivado especias desde la antigüedad. El deseo de poseer plantas de este tipo ha respondido a dos motivos principales:

- La necesidad de tener algún tipo de condimento para dar sabor, que mejorase el sabor de los alimentos y, en su caso, enmascarase los posibles olores



desagradables que se producen normalmente en los alimentos cuando estos son almacenados, especialmente a los de origen animal.

- Por otra parte, las especias poseen esencias, que, además de tener capacidad aromatizante, son capaces de preservarlos frente al desarrollo de microorganismos (Botanical-Online, 2015).

## 2.9. Vinagre

El vinagre es un condimento y conservante, líquido agrio producto de la uva al igual que el vino, aunque el fruto de un distinto tratamiento. Necesita la presencia de un tipo de bacteria, la *acetobacter*, para aparecer en presencia de soluciones de alcohol y oxígeno. Es el resultado de una doble fermentación: en la primera el azúcar se convierte en alcohol por medio de una levadura, *mycoderma aceti*. El caldo resultante, con porcentaje alcohólico de un 6 a un 9%, vuelve a fermentar gracias a la bacteria *acetobacter*, dando lugar finalmente al ácido acético.

El vinagre fue uno de los elementos más usados en la antigüedad como conservante, lo que se debió a que su grado de acidez inhibía el crecimiento bacteriano, por lo que los alimentos que se introducían en vinagre puro o mezclado mantenían un excelente grado de conservación (Villegas, 2011)

## 2.10. Chiles secos

Los chiles conocidos en otros países como ajíes son frutos de sabor picante tradicionalmente en la comida mexicana. Suelen utilizarse como condimentos en forma de salsa, pero también puede comerse solo de a mordiscos.

La cantidad de tipos de chile es muy grande, diferenciándose físicamente pero también a la hora de cocinar. Los chiles secos son los que se dejan madurar un tiempo más, adquiriendo una piel arrugada y un gusto distinto.

**Chile ancho:** Variante del chile fresco poblano. Luego de ponerse en remojo adquiere un color rojizo, lo que lo lleva a ser utilizado muchas veces como colorante. También su uso se orienta a los guisos o a las salsas (Tipos.co, 2015).

**Chile pasilla:** son chiles secos, largos, delgados y de color negro. Cuando son frescos se les conoce como “chilacas”, sin embargo son más conocidos secos. El pasilla tiene un sabor bastante moderado y ahumado y por lo general se usa en moles, particularmente en el centro de México (Rudolph, 2006).

#### 2.11. Sal

Se define como sal para alimentación el producto cristalino, blanco, de grano muy fino, soluble en agua y con sabor franco, constituido fundamentalmente por cloruro sódico en un porcentaje al 97 por 100 de la materia seca y en condiciones que lo hacen apto para usos alimentarios.

A los embutidos se añade sal común, que influye en el sabor y en los procesos físico-químicos y microbianos de la maduración, ya que al ceder agua desciende el contenido de proteínas solubles lo cual influye en la consistencia. Además al reducirse la tasa hídrica de diversos patógenos se ven afectados (Sánchez, 2003).

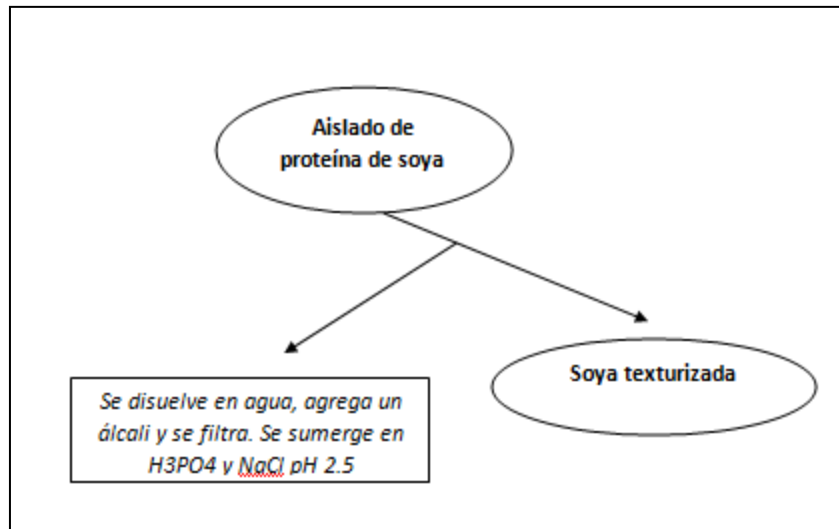
#### 2.12. Tripas

Las tripas a utilizar pueden ser naturales o artificiales. Cierta embutidos necesitan la utilización de tripa natural por razones tecnológicas para un buen secado; éstas requieren una cuidadosa preparación y almacenamiento, una escrupulosa limpieza y eliminación de la mucosa intestinal. Una vez las tripas bien limpias (si no se elimina bien la grasa ésta impide que se realice el secado correctamente) han de ser saladas y almacenadas refrigeradas para evitar la proliferación bacteriana. Antes de llenarlas hay que proceder al lavado para eliminar la sal, y se suelen dejar unos minutos en remojo para que recuperen su elasticidad.

En cuanto a las tripas artificiales, están fabricadas con diversos materiales (celulósicos, polietileno, termo-retráctil, etc.), ofrecen ventajas en su manipulación, uniformidad en el calibre y sobre todo de tipo higiénico al estar exentas de gérmenes intestinales. Al igual que las naturales, requieren también un remojo previo en agua para facilitar su elasticidad y permeabilidad (Sánchez, 2003).

### 2.13. Soya texturizada

Los texturizados se elaboran por extrusión termoplástica de la harina o concentrados en presencia de calor húmedo y presión elevada para impartir una textura fibrosa. Los texturizados varían en tamaños, formas, colores y sabores, dependiendo de los ingredientes adicionados y los parámetros de producción. A través de los avances en la producción y en la tecnología, se han logrado elaborar productos que pueden desempeñar varias funciones en los alimentos, mientras que también aportan una excelente calidad nutrimental. Como resultado, los productos de proteína de soya han encontrado gran aplicación en prácticamente todos los sistemas alimentarios, incluyendo la panificación, productos lácteos, industria cárnica, cereales, bebidas y formulas infantiles. En estos sistemas alimentarios, además de mejorar el contenido proteico para generar beneficios en la nutrición y la salud, también provee de propiedades funcionales, mejorando de manera notable la calidad de los productos (Luna, 2006).



**Figura 4** Proceso de obtención de la soya texturizada.

**Fuente:** <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%201/AQMextraccionADN.html>

#### 2.14. Escaldado

Para prevenir la alteración enzimática y microbiana los productos hortícolas reciben un tratamiento térmico que inactiva las enzimas y mata el tejido vegetal. Este proceso se denomina escaldado.

El escaldado tiene otras ventajas dependiendo del tratamiento a que son sometidas posteriormente las hortalizas. Los productos destinados a enlatar son escaldados principalmente para que se retraigan los vegetales y conseguir el peso correcto de llenado en la lata y eliminar los gases de los espacios intercelulares que en caso de persistir provocarían oxidación del producto, corrosión de las latas y un vacío imperfecto en la lata.

La inactivación de las enzimas es importante también cuando se conservan hortalizas mediante congelación y desecación. Evita la decoloración, el reblandecimiento y la aparición de malos olores y sabores durante el almacenamiento posterior. El escaldado ejerce también un efecto adicional de limpieza y reduce la carga microbiana de las células vegetativas del producto.

Debe procederse con sumo cuidado al aplicar los sistemas de escaldado para asegurar que no se acumulan bacterias termófilas cuando las condiciones de temperatura en aparatos para escaldado son apropiadas para su crecimiento. La peroxidasa y la catalasa son las enzimas más resistentes al calor y pueden servir como indicadores de que las hortalizas han experimentado un escaldado correcto (Arthey y Dennis, 1991).

#### 2.14.1. Escaldado con agua

Constituye la forma tradicional de escaldar que supone el mantenimiento del producto en agua caliente (85-100°C) hasta que son inactivadas las enzimas, y después se enfría el agua. (Arthey y Dennis, 1991).

#### 2.15. Caracterización Química

El análisis químico de los alimentos constituye una parte importante de un programas de garantías de la calidad en el procesado de los alimentos; empezando desde los ingredientes y los materiales brutos, a lo largo de todo el procesado, hasta los productos acabado (Stauffer, 1988 y Multon, Stadleman, Watkins, 1997). El análisis químico es igualmente importante en la formulación y el desarrollo de nuevos productos, y en la evaluación de nuevos procesos para la elaboración de productos alimentarios y en la identificación del origen de los problemas en el caso de los productos inaceptables. Con frecuencia, hay numerosos métodos disponibles para analizar las muestras de los alimentos en busca de una característica o un componente determinado.

A menudo, la elección del método para una característica o componente específicos de una muestra de alimento resulta más sencilla gracias a la disponibilidad de los métodos oficiales. Diversas organizaciones científicas sin ánimo de lucro han recopilado y publicado estos métodos de análisis para los productos alimentarios, los cuales han sido cuidadosamente desarrollados y normalizados. Estos tienen en cuenta la comparabilidad de los resultados entre

distintos laboratorios que siguen el mismo procedimiento y la evaluación de los resultados obtenidos utilizando procedimientos nuevos o más rápidos (Nielsen, 2009).

La AOAC internacional es una organización fundada en 1884 para satisfacer las necesidades de métodos analíticos de las agencias gubernamentales de reglamentación e investigación. El objetivo de la AOAC International es proporcionar métodos que sean adecuados al propósito deseado (es decir, que vayan a dar resultados con la exactitud y la precisión necesaria, bajo las condiciones habituales del laboratorio. Los métodos validados y adoptados por la AOAC International, y los datos que apoyan la validación del método, son publicados en la revista *Journal of AOAC International* (AOAC, 2000).

#### 2.16. Humedad

El contenido de humedad en una muestra de alimento, es la cantidad de agua que el alimento contiene.

El agua es un nutriente esencial, sin embargo el agua no constituye al valor nutritivo de un alimento, por el contrario de nutrientes sólidos y los hace más susceptibles de sufrir fenómenos de descomposición por enzimas, bacterias y hongos. Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido de agua varían entre 60-95% en los alimentos naturales.

Una forma de conocer el contenido de humedad es pesando la muestra en fresco, y después de haberla mantenido durante 24 horas en un horno a una temperatura de 55-60 °C para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen (A.O.A.C, 1990).

### 2.17. Cenizas totales

El término cenizas se refiere a lo que queda de la combustión total de un alimento. Las cenizas están formadas por diversas sustancias minerales. Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. La incineración destruye toda la materia orgánica.

Las cenizas pueden ser de color blanco, gris, verde o crema, la coloración dependerá de las muestras.

### 2.18. Proteínas

Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas de alrededor de 20 diferentes aminoácidos, unidos entre sí por medio de enlaces peptídicos y se encuentran como mezclas complejas en los tejidos orgánicos.

Las proteínas poseen propiedades y características que las diferencian unas de otras y por medio de ellas pueden ser separadas y aisladas de sus fuentes. Entre las propiedades más importantes se mencionan la solubilidad, el punto isoeléctrico, la desnaturalización, la solvatación o hidratación, la densidad y el comportamiento en presencia de sales (ReCiTeIA, 2001)

### 2.19. Extracto Etéreo o Grasa Total

El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.

El método Soxhlet es una técnica de extracción continua en la que normalmente se emplean diferentes solventes. Este método es eficaz, el equipo de extracción consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitente y, el recipiente colector, donde se recibe o deposita la grasa (ReCiTeIA, 2001)

## 2.20. Fibra Cruda

Se entiende por fibra cruda a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otro en medio alcalino. El principal componente de la fibra cruda es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina (Kritchevsky, 1988). Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra.

## 2.21. Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos orgánicos formados por carbono, oxígeno e hidrógeno. Existen muchas clasificaciones de los hidratos de carbono. La clasificación de la FAO divide los carbohidratos en función de su grado de polimerización, agrupándolos en azúcares (mono o disacáridos), oligosacáridos (3-9 moléculas) y polisacáridos con más de 10 moléculas (Vázquez *et al.* 2005)

En la industria alimentaria, es común el uso de monosacáridos y disacárido como agentes edulcorante, destacando en importancia la glucosa, fructosa y sacarosa. Con menor frecuencia es posible encontrar galactosa, lactosa y maltosa. El uso de polisacáridos, como los almidones, pectinas, derivado de la celulosa, en algunos productos alimenticios es, también, bastante frecuente. En este caso particular, las reacciones de hidrólisis enzimática permiten la obtención de los azúcares correspondientes (Herrera, Bolaños y Lutz, 2003).

## 2.22. Minerales

Además de los elementos más abundantes de los compuestos orgánicos, C, H, O, N y S, en el organismo humano se encuentran alrededor de otros 50 más del reino mineral que se presentan en mayor o menor concentración. Los elementos Ca, P, K, Cl, Na, Mg y Fe constituyen en conjunto el 99.5% de los elementos citados dentro del organismo y se denominan por ello macro elementos.



El 0.5% restante corresponde a los denominados elementos traza a lo que pertenecen, entre otros, Co, Ni, Al, Si, Zn, As, Mo, F, I, Mn, Cu, B, Se, Cr, V. Los minerales del organismo se encuentran, al contrario que los compuestos orgánicos, sometidos a un intercambio constante, de manera que deben aportarse en la dieta en cantidad suficiente. Funciones tales como la formación de sustancias de los tejidos esquelético y conjuntivo, regulación de reacciones enzimáticas, el control de la actividad nerviosa y el mantenimiento del equilibrio iónico y osmótico dependen de ellos. El Fe no se incluye dentro de los elementos traza ni en los animales ni en el hombre; el cuerpo de un hombre adulto contiene 5-8 g de hierro, en su mayoría ligado a la hemoglobina de los eritrocitos. En las células, no obstante, el hierro, en forma de enzimas activas, actúa como un elemento traza (Matissek, Schnepel y Steiner, 1992).

### 2.23. Determinación del color en alimentos

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Se trata de una apreciación, que depende de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y de cómo nuestro cerebro la procesa. Está afectado por el objeto, el observador, el iluminante, la geometría óptica, el área, fondo, superficie, brillo y temperatura. Se lo define entonces como una respuesta mental al estímulo que una radiación luminosa visible produce en la retina. En la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos, se evalúan materias primas, se hace control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros (Delmoro, Muñoz, Nadal, Clementz, Pranzetti, 2010).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización**

La elaboración de este chorizo y su correspondiente caracterización química se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “campus Saltillo” ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

#### **3.2. Materia Prima para la elaboración del chorizo a base de soya**

- Soya texturizada a granel adquirida de un establecimiento de materias primas.
- Agua potable

Las siguientes materias primas fueron adquiridas en un supermercado en Saltillo

- Ajo entero
- Comino molido
- Pimienta molida
- Orégano molido
- Mejorana molida
- Tomillo molido
- Clavo entero
- Vinagre blanco de caña
- Sal refinada
- Chile pasilla seco
- Chile ancho seco
- Agua procedente del remojo de los chiles

### 3.3. Materia Prima para la elaboración del chorizo a base de champiñón

- Agua potable

La siguiente materia prima fue adquirida en un supermercado de Saltillo.

- Hongo de la variedad cremini
- Ajo entero
- Comino molido
- Pimienta molida
- Orégano molido
- Mejorana molida
- Tomillo molido
- Clavo entero
- Vinagre blanco de caña
- Agua procedente del remojo de los chiles
- Chile pasilla seco
- Chile ancho seco
- Sal refinada

### 3.4. Materia Prima para la elaboración de la mezcla de chorizos

- Chorizo de soya (véase apartado 3.4.)
- Chorizo de champiñón (véase apartado 3.5.)

### 3.5. Material y Equipo para la elaboración de los chorizos

- Olla de aluminio con tapa
- Cuchara grande
- Cuchillo
- Tabla para picar
- Parrilla de gas

- Cuchara cafetera
- Licuadora
- Comal
- Probeta 100 ml
- Vasos de precipitado de 500ml
- Embudo
- Espátulas
- Cronometro
- Colador
- Jarra de plástico
- Vasos de precipitado 500ml
- Cuchara grande
- Balanza digital OHAUS Scout Pro, Capacidad de 600 g
- Embudo
- Espátulas
- Hielo

### 3.6. Material y Equipo para realizar la Caracterización Química

- Estufa de secado J.M ORTIZ
- Estufa de secado THELCO Modelo 27
- Charolas de aluminio
- Espátulas
- Mortero
- Crisoles de porcelana
- Pinzas para crisol
- Pinzas para matraz
- Desecador con sílica gel
- Balanza analítica Explorer OHAUS

- Balanza digital OHAUS Scout Pro 600 g
- Mufla Thermo SCIENTIFIC THERMOLYNE
- Extractor Soxhlet (Sifones, refrigerante, mantas de calentamiento)
- Cartuchos de celulosa
- Regulador de voltaje
- Vasos de precipitado de 100 ml
- Vidrios de reloj
- Vasos de Bercelius de 600 ml
- Matraz Erlenmeyer 1000ml
- Matraces redondos fondo plano
- Parrillas de calentamiento
- Filtros de tela de lino
- Embudos
- Papel filtro
- Perlas de vidrio
- Cuchara
- Probeta de 1 L, 100 ml, 50 ml
- Extractor de humos
- Matraces Kjeldhal de 800 ml
- Matraces Erlenmeyer 500 ml
- Matraces de aforación 100ml, con tapa de vidrio
- Aparato MacroKjeldhal
- Colorímetro marca KONICA MINOLTA CR- 400

### 3.7. Reactivos

- Solvente hexano
- Agua destilada
- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N

- Solución de hidróxido de sodio 0.013 N
- Mezcla reactiva de selenio
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido bórico al 4%
- Indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol)
- Hidróxido de sodio al 45%
- Granallas de zinc
- Ácido sulfúrico 0.116801 N
- Mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico en relación 1:3.

### 3.8. ETAPA 1 Formulación y Desarrollo del chorizo

#### 3.8.1. Elaboración del chorizo a base de soya

1. Primeramente se pesaron todos los ingredientes en la balanza analítica (pesos de cada ingrediente se muestran en la Tabla 4) excepto el agua de los chiles.
2. Se colocó en una olla de aluminio 1 L de agua potable, con un ajo y  $\frac{1}{4}$  de cucharadita de sal colocando en una parrilla a juego alto hasta que llegara a ebullición el agua.
3. Se vació la soya texturizada en el agua en ebullición, a fue bajo dejando que hierva por 3 minuto. Apagar fuego, colar y dejar enfriar.
4. Se exprimó la soya con las manos para eliminar el exceso de agua, colocando en un recipiente grande. Se reservó.
5. Se colocó el comal en la parrilla a fuego bajo. Se asaron los chiles hasta que cambiaran un poco su coloración (para mejor sabor del chorizo). Aparte se hirvieron 300 ml de agua en donde se introdujeron los chiles para su hidratación.

6. A continuación se licuaron los chiles hidratados (suaves), y todas las especias, vinagre, sal, ajo y la cantidad de agua en donde se hidrataron los chiles (ver Tabla 4).
7. En el recipiente que contenía la soya hidratada, se mezcló la salsa resultante de la molienda y se revolvió uniformemente.
8. Por último se introdujo la mezcla a la tripa sintética con ayuda de una espátula y un embudo.
9. Se mantuvo en refrigeración a 1.5°C.

### 3.8.2. Elaboración del chorizo a base de champiñón

1. Se pesaron todos los ingredientes en la balanza analítica (pesos de cada ingrediente se muestran en la Tabla 5) excepto el agua de los chiles.
2. Se picaron los hongos, quedando trozos muy pequeños.
3. Se empleó la técnica de escalde en agua, reportada por (Cena, 2015). Colocando en una olla de aluminio 1 L de agua potable hasta llegar a una temperatura de 98°C, al llegar a la temperatura deseada se introdujo el hongo picado por 150 segundos, después de esto se retiró del fuego se colocó en un colador el hongo y se introdujo en una jarra de plástico grande con agua y hielos. Se reservó.
4. Se colocó el comal en la parrilla a fuego bajo. Se asaron los chiles hasta que cambiaran un poco su coloración (para mejor sabor del chorizo). Aparte se hirvieron 300 ml de agua en donde se introdujeron los chiles para su hidratación.
5. A continuación se licuaron los chiles hidratados (suaves), y todas las especias, vinagre, sal, ajo y la cantidad de agua en donde se hidrataron los chiles (ver Tabla 5).
6. En el recipiente que contenía el hongo ya escaldado, se mezcló la salsa resultante de la molienda y se revolvió uniformemente.

7. Por último se introdujo la mezcla a la tripa sintética con ayuda de una espátula y un embudo.
8. Se mantuvo en refrigeración a 1.5°C.

### 3.8.3. Elaboración de la mezcla de chorizos

1. Se pesó la cantidad de cada chorizo (chorizo de soya y chorizo de champiñón) descrita en el apartado 4.1.3.
2. En un recipiente grande se mezclaron uniformemente los dos chorizos.
3. Por último se introdujo la mezcla a la tripa sintética con ayuda de una espátula y un embudo.
4. Se mantuvo en refrigeración a 1.5°C.

## 3.9. ETAPA 2 Caracterización Química de los chorizos

Se analizaron las muestras de chorizo (base soya, base champiñón y mezcla de chorizos) por triplicado.

### 3.9.1. Preparación de las muestras de chorizos para su análisis

Se llevó a cabo el procedimiento de secado para las muestras de chorizo ya elaborados (base soya, base champiñón y mezcla de chorizos para su respectivo análisis).

## FUNDAMENTO

Evaporación del agua a temperatura de 55-60°C.

## PROCEDIMIENTO

- 1) Se pesaron 200 g de cada chorizo.
- 2) A continuación se colocó la muestra ya pesada en las charolas de aluminio brávidamente identificada, estas charolas se metieron a la estufa de secado.



- 3) Transcurrido el tiempo de 48 h, se sacaron las muestras de la estufa y se enfriaron a temperatura ambiente.
- 4) Se despegó la muestra seca de las charolas con una espátula depositando en un mortero.
- 5) Después se molió con la ayuda de un mortero hasta adquirir una consistencia homogénea.
- 6) Se pesaron las muestras molidas y se almacenaron en un recipiente de plástico con tapa previamente identificado.

### 3.9.2. Determinación de Humedad

Para la determinación de humedad previamente se realizó la determinación de Materia Seca Total o Sólidos Totales y mediante estos datos se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación de Humedad en las muestras de chorizos.

#### FUNDAMENTO

La materia seca total se obtiene mediante evaporación total de la humedad a una temperatura arriba de 100°C.

#### PROCEDIMIENTO

- 1) Se sacaron con pinzas, crisoles de porcelana a peso constante de la estufa de sacado previamente identificados, enfriando por 15 minutos en un desecador.
- 2) Transcurrido este tiempo se pesaron en la balanza analítica utilizando pinzas para crisol.
- 3) Por separado se pesaron 2 gramos de cada muestra seca sobre un papel limpio.
- 4) Las muestras pesadas anteriormente se depositaron en crisoles de porcelana, metiéndolos a la estufa por 24 h.

- 5) Ya transcurrido este tiempo se sacaron los crisoles de la estufa, enfriando por 15 minutos en un desecador.
- 6) Se pesaron los crisoles, registrando su peso y calculando con la siguiente fórmula:

$$\% MST = \frac{\text{pesocrisolconmuestraseca} - \text{pesocrisol solo}}{\text{gmuestra}} \times 100 =$$

$$\% \text{Humedad} = 100 - \%MST =$$



**Figura 5** Estufas de secado empleadas para determinar Humedad

### 3.9.3. Determinación de Cenizas Totales

Este análisis se llevó a cabo mediante un método seco.

#### FUNDAMENTO

La muestra de alimento se somete a temperaturas mayores de 550°C en una mufla hasta eliminación de materia orgánica.

## PROCEDIMIENTO

- 1) Se utilizaron las muestras que se emplearon en la determinación de Materia Seca Total, después de haberlas pesado, pre-incinerado en parrilla eléctrica hasta que las muestras dejaron de emitir humo.
- 2) Pasando los crisoles a la mufla a 600°C por 2-3 horas.
- 3) Transcurrido este tiempo se sacaron los crisoles de la mufla y se enfriaron por 15 minutos en un desecador.
- 4) Se pesaron y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{\textit{pesodelcrisolconcenizas} - \textit{pesodelcrisol solo}}{\textit{gmuestra}} \times 100 =$$



**Figura 6** Mufla empleada para determinar cenizas totales

### 3.9.4. Determinación de Proteínas Método Macrokjeldhal

#### FUNDAMENTO

Está basado en la combustión húmeda de la muestra calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo, para efectuar la reducción de nitrógeno orgánico de la muestra a amoníaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amoníaco que atrapado en ácido bórico valorándose el ácido no neutralizado por medio de titulación.

#### PROCEDIMIENTO

##### DIGESTIÓN

- 1) Se pesó 1g de cada muestra sobre papel filtro y se realizó unos dobleces de modo que no se saliera la muestra
- 2) Este papel doblado con muestra se introdujo al fondo de un matraz Kjeldhal de 800 ml.
- 3) A este matraz se le agregaron 4 perlas de vidrio, 1 cucharada de catalizador (mezcla reactiva de selenio), 30 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- 4) Posteriormente se conectó el matraz al aparato Kjeldhal en la sección de digestión conectando el extractor de humos.

Esto se realizó para cada una de las repeticiones de las muestras.

##### DESTILACIÓN

- 1) Se diluyo con 300ml de agua destilada el resultado de la digestión, y se enfrió

- 2) En un matraz Erlenmeyer de 500ml se agregó 50 ml de ácido bórico al 4% y 4 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol).
- 3) Se agregó en el matraz Kjeldhal 110 ml de hidróxido de sodio al 45% y seis granallas de zinc sin agitar.
- 4) Conectando a la parte destiladora del aparato Kjeldhal, recibiendo 250 ml del destilado.

## VALORACIÓN

- 1) Se tituló cada matraz con ácido sulfúrico 0.116801 N hasta tener un vire de color verde a rojo.
- 2) Se realizaron los cálculos utilizando la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(ml\text{ gastados de ácido sulfúrico} - ml\text{ del blanco})(normalidad\ del\ ácido)(0.014)}{g\text{ muestra}} \times 100$$

$$\%P = (\%N)(factor\ de\ conversión) =$$

- Factor de conversión utilizado para chorizo de champiñón: **(6.25)**
- Factores de conversión para mezcla de chorizos: **soya (5.71), champiñón (6.25)**



**Figura 7** Aparato Macrokjeldhal.



**Figura 8** Instrumentos para titulación y determinación de proteína.

### 3.9.5. Determinación de Extracto Etéreo o Grasa Total

#### FUNDAMENTO

La muestra seca se extrae con algún solvente (hexano, éter etílico, éter de petróleo) posteriormente se determina el extracto seco por diferencia de peso, del que se elimina el disolvente.

#### PROCEDIMIENTO

- 1) Se pesaron 4 gramos de cada muestra seca correspondiente a cada chorizo, depositado sobre papel filtro y doblándolos e introduciéndolos en cartuchos porosos de celulosa.
- 2) Estos cartuchos se introdujo en un sifón.
- 3) Se emplearon matraces redondos fondo plano a peso constante e identificados, se enfriaron durante 20 minutos en un desecador y se pesaron.
- 4) A los matraces se le adiciono hexano hasta la mitad, acoplado al refrigerante del dispositivo Soxhlet.
- 5) Extrayendo por un periodo de 4 horas, contando el tiempo a partir de cuándo comenzaron su ebullición.
- 6) Al finalizar la extracción se recuperó el solvente.

- 7) De nuevo se pusieron a peso constante los matraces redondos fondo plano en la estufa a 100-103°C por un espacio de 12 horas.
- 8) Transcurrido ese tiempo se sacaron los matraces, se enfriaron en desecador, se pesaron y se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%EE = \frac{(\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo})}{g \text{ muestra}} \times 100$$



**Figura 9** Equipo Soxhlet

### 3.9.6. Determinación de Fibra Cruda

#### FUNDAMENTO

Para determinar la cantidad de fibra cruda el material debe estar desengrasado, y se hace reaccionar con ácido y álcalis en caliente; el residuo se seca y se calcina, la diferencia de pesos entre los residuos seco y calcinado corresponde a la fibra cruda.

#### PRODEDIMIENTO

- 1) Se pesaron 2 gramos de cada muestra previamente desengrasadas y se depositaron en vasos de Berzelius de 600 ml.

- 2) A cada vaso se le agrego 100 ml de solución de ácido sulfúrico 0.225 N, y se taparon con un vidrio de reloj.
- 3) Se colocaron los vasos en la parrilla de calentamiento por 30 minutos, contados a partir de que empezó la ebullición y manteniendo esta ebullición suave.
- 4) Transcurrido el tiempo se sacaron los vasos y se filtraron a través una tela de lino y lavando con 3 porciones de 100ml de agua destilada caliente cada vaso.
- 5) Se pasó la fibra (residuo que quedo en la tela de lino) usando una espátula a los vasos de Bercelius con 100ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y colocándolos en la parrilla de calentamiento por 30 minutos.
- 6) Transcurrido el tiempo se sacaron los vasos y nuevamente se filtraron y lavaron con 3 porciones de agua destilada caliente. Exprimiendo el exceso de agua de cada tela de lino.
- 7) De nuevo se retiró la fibra de la tela de lino con una espátula y se depositó en crisoles de porcelana, previamente identificados.
- 8) Poniendo a peso constante los crisoles en estufa a 100-103°C por 12 horas.
- 9) Transcurrido dicho tiempo, se sacaron los crisoles de la estufa, se enfriaron y se pesaron.
- 10) Estas muestras se pre-incineraron en parrillas y se metieron a la mufla a 600°C por tres horas.
- 11) transcurrido el tiempo, se sacaron los crisoles, se enfriaron, pesaron y se llevó a cabo el cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$\%FC = \frac{\textit{pesocrisolconfibraseca} - \textit{pesocrisolfibracenizas}}{\textit{gdemuestra}} \times 100 =$$





**Figura 10**Equipo empleado para determinar Fibra Cruda

### 3.9.7. Determinación de Carbohidratos

#### FUNDAMENTO

Se determinan a través de una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma de pesos del agua, extracto etéreo, proteína, fibra cruda y cenizas.

#### CALCULO PARA DETERMINAR CARBOHIDRATOS TOTALES

*carbohidratostotales =*

$$100 - (\%proteina + \%humedad + \%extracto\ etereo + \%cenizas + \%fibra\ cruda) =$$

### 3.9.8. Determinación de Minerales (K, Fe, Ca)

Esta determinación se llevó a cabo mediante un método húmedo.

#### PROCEDIMIENTO

- 1) Se pesó 1 gr de muestra molida y deshidratada.
- 2) Esta muestra se pasó a un vaso de precipitados de 100 ml

- 3) Se agregó una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico en una relación 1:3, llevando esta muestra a digestión hasta que se obtuvo un líquido claro
- 4) Filtrando sobre un papel filtro sin cenizas No.42 , depositando en un matraz volumétrico de 100 ml, donde se aforo hasta la marca con agua desionizada
- 5) Se procedió a la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, registrando los datos del mineral en porcentaje (%) o (ppm).



**Figura 11** Espectrofotómetro de absorción atómica

### 3.9.9. Determinación de color

#### PROCEDIMIENTO

1. Se empleó el colorímetro KONICA MINOLTA CR-400, se encendió y se calibró el blanco con la placa de calibración del aparato.
2. Se ajustó el colorímetro a parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$
3. Se tomaron las lecturas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , colocando el tubo proyector de luz encima del chorizo ya embutido.



**Figura 12**Colorímetro.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ETAPA 1 Formulación y Desarrollo de los Chorizos

Se elaboraron tres tipos de chorizos, uno a base de soya, otro a base de champiñón y una mezcla de chorizos para realizar una comparación de estos chorizos para identificar cuál de estos chorizos posee mejores cualidades nutricionales.

#### 4.1.1. Formulación y Desarrollo del chorizo de soya

El chorizo de soya se elaboró a partir de una receta de cocina, se le dio una previa hidratación a esta soya con agua hirviendo, con un ajo y  $\frac{1}{4}$  de cucharadita de sal para un mejor sabor; se llevó a cabo el procedimiento, modificando la cantidad de vinagre y agua. Se embutió en una tripa sintética. El chorizo se mantuvo en refrigeración a 1.5°C teniendo una vida de anaquel de 2 meses. A continuación se muestra la formulación final para la elaboración del chorizo a base de soya:

**Tabla 4** Formulación de chorizo a base de soya

INGREDIENTES	CANTIDADg
<b>Soya texturizada</b>	125
<b>Ajo</b>	5.79
<b>Comino</b>	2.21
<b>Pimienta</b>	0.49
<b>Orégano</b>	1.14
<b>Mejorana</b>	0.16
<b>Tomillo</b>	0.16
<b>Clavo</b>	0.06
<b>Vinagre</b>	63.57
<b>Sal</b>	4.42
<b>Chile pasilla seco</b>	20.95

<b>Chile ancho seco</b>	23.49
<b>Agua de los chiles</b>	254.31MI

#### 4.1.2. Formulación y Desarrollo del chorizo de champiñón

El chorizo de champiñón fue elaborado con los mismos ingredientes que el chorizo de soya solo cambiando la soya por el champiñón y realizando una relación en cuanto al peso de champiñón teniendo como base al peso de cada ingrediente del chorizo de soya. Este chorizo se realizó por duplicado para verificar que los dos productos fueran iguales. El champiñón empleado fue de la variedad cremini (*A.bisporus var brunneceus*), a este se realizó un tratamiento térmico de escalde por 3 minutos a 98°C en agua hirviendo, se embutió en una tripa sintética. El chorizo se mantuvo en refrigeración a 1.5°C teniendo una vida de anaquel de 2 meses. A continuación se muestra la formulación final para la elaboración del chorizo a base de champiñón:

**Tabla 5** Formulación de chorizo a base de champiñón

<b>INGREDIENTES</b>	<b>CANTIDAD g</b>
<b>Champiñón</b>	212.5
<b>Ajo</b>	3.20
<b>Comino</b>	1.22
<b>Pimienta</b>	0.27
<b>Orégano</b>	0.63
<b>Mejorana</b>	0.08
<b>Tomillo</b>	0.08
<b>Clavo</b>	0.03
<b>Vinagre</b>	21.039 ml
<b>Agua de los chiles</b>	129.60 ml
<b>Chile pasilla seco</b>	11.56

<b>Chile ancho seco</b>	12.96
<b>Sal</b>	3.78



**Figura 13** Chorizo de soya y champiñón

#### 4.1.3. Formulación y Desarrollo de la mezcla de chorizos

La formulación de la mezcla de chorizos fue elaborada por 315 g de chorizo de champiñón correspondiente al 60% de este chorizo, y 210 g de chorizo de soya correspondiendo al 40% de tal chorizo. Se embutió en una tripa sintética. El chorizo se mantuvo en refrigeración a 1.5°C teniendo una vida de anaquel de 2 meses.

#### 4.2. ETAPA 2 Caracterización Química de los Chorizos

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico se les realizó un Análisis de Varianza (ANVA) y pruebas de medias se compararon con la prueba de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ), estos datos obtenidos fueron procesados en el paquete estadístico Statistica for Windows.

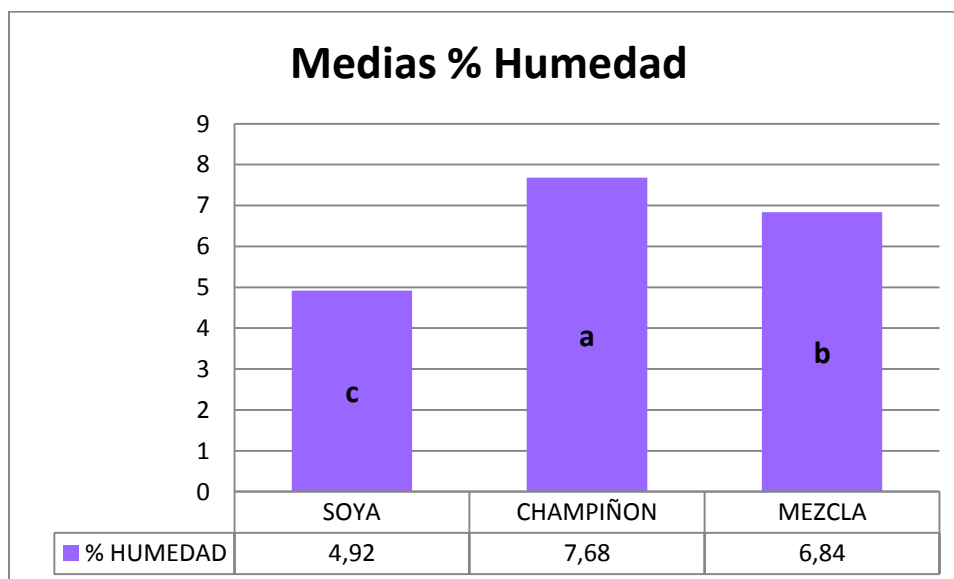
Se procesaron los datos correspondientes a Humedad (H%), Cenizas (C%), Proteína (P%), Extracto Etéreo (EE%), Fibra Cruda (FC%), Carbohidratos (CHO%), Minerales como Potasio (K%), Hierro (Fe ppm) y Calcio (Ca%) a las tres muestras de chorizo (soya, champiñón y una mezcla de ambos chorizos) con tres repeticiones para cada tratamiento.

#### 4.2.1. Humedad

**Tabla 6** Medias de porcentaje de humedad

MUESTRA	MEDIAS (%) HUMEDAD
Chorizo de soya	4.92 c
Chorizo de champiñón	7.68 a *
Mezcla de chorizos	6.84 b

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 1** Comparación de medias de porcentaje de humedad

Como se muestra en la tabla 6 y el gráfico 1 los valores correspondientes a las medias del porcentaje de humedad son estadísticamente diferentes en las diferentes muestras. Presentando el chorizo de champiñón 7.68 % de humedad siendo el valor más alto, debido a la naturaleza de este producto, como se menciona en la literatura el contenido en agua de las setas es muy elevado y variable con la estación (contenido mayor en condiciones de mayor humedad y pluviosidad), (Sierra, López y García, 2002). La muestra de mezclas, presenta un valor de 6.84% de humedad, debido a las características de sus componentes, siendo 60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya. Y por último se encuentra al chorizo de soya con 4.92% de humedad, esto resultante por la acción de hidratación inicial de la soya texturizada.

Estos resultados obtenidos se resalta el gran contenido de humedad del champiñón la cual es su característica principal; y bien, si lo comparamos con un chorizo tradicional elaborado de carne de cerdo (Gonzales-Tenorio, Totosaus, Caro, y Matero, 2013) en su análisis de chorizos (carnicerías, mercados rurales, centros comerciales y centrales de abasto) los resultados obtenidos en los chorizos mexicanos considerados como semisecos están en general dentro de los rangos encontrados en otros estudios o normativas de chorizos, salchichas o longanizas latinoamericanos o mexicanos (40 y 50%). Cabe mencionar que solo los chorizos que adquirimos en centros comerciales con una marca y etiqueta los podemos encontrar en refrigeración porque siguen normativas específicas. NOM (2002).

Las cuales indica en las especificaciones sanitarias que los productos cárnicos cocidos y los crudos, cuyo porcentaje de humedad sea mayor de 35%, deben almacenarse de manera que su temperatura en el centro térmico sea de 7°C como máximo, esto debido a las condiciones de humedad son las adecuadas para el crecimiento de microorganismos. (Gonzales-Tenorio *et al.* 2013) en sus



resultados, todas las muestras presentan porcentajes de humedad mayores de 35%.

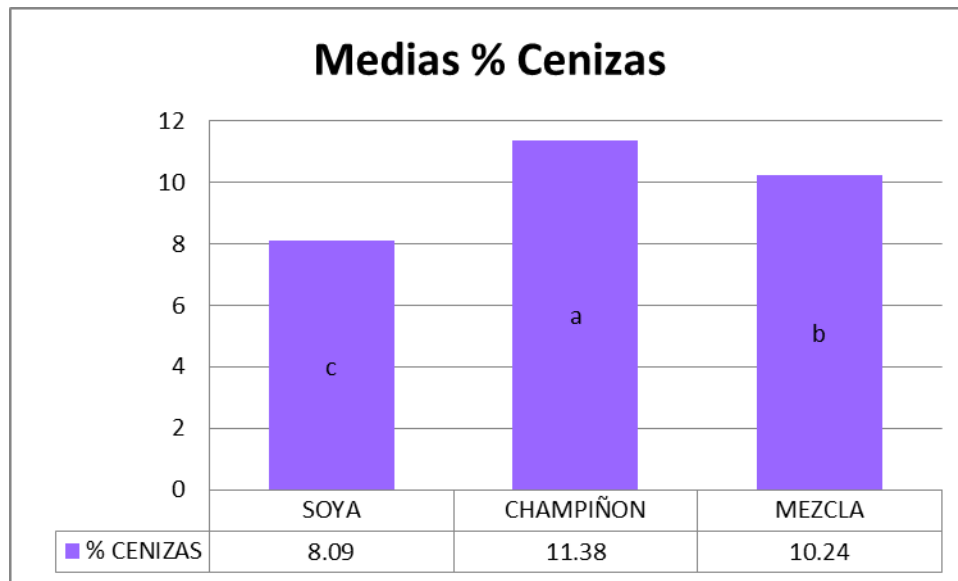
La capacidad de muchos productores y vendedores locales de mantener la cadena de frío es limitada. De esta forma, durante el oreó y la comercialización, los chorizos se mantienen a un rango diverso de temperaturas (no controladas) durante un periodo de tiempo que puede variar desde un día hasta unas pocas semanas. Durante este periodo de tiempo, puede tener lugar una fermentación y un secado espontáneos que modifican las propiedades iniciales de los chorizos. (Kuri *et al*, 1995).

#### 4.2.2. Cenizas Totales

**Tabla 7** Medias de porcentaje de cenizas

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS (%)CENIZAS</b>
Chorizo de soya	8.09 c
Chorizo de champiñón	11.38 a *
Mezcla de chorizos	10.24 b

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 2** Comparación de medias de porcentaje de cenizas.

Observando la tabla número 7 y el gráfico número 2 nos indica que los tres chorizos (soya, champiñón y mezcla) son estadísticamente diferentes en base a su contenido de cenizas. El chorizo de champiñón tiene el valor más alto 11.38% de cenizas esto debido a que este champiñón tienen prácticamente todo tipo de micronutrientes esenciales y una concentración significativa o alta en sales minerales como cationes de potasio, hierro, cobre, y cromo; así como vitaminas A, D, B2, B3 y B5 (González, 2010).

Con 10.24% de cenizas se encuentra la mezcla de chorizos (60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya) estos resultados obtenidos por la combinación de los componentes de cada chorizo, en este caso la mayor proporción es el champiñón, lo cual su composición inorgánica es de gran valor. Se tiene por último el chorizo de soya con un 8.09% de cenizas, como el valor más bajo (Sandoval, 2011) en el análisis de un chorizo de 100% soya encuentra que tiene 8.50% de cenizas, estos valores son muy similares.

Por medio de estos resultados se destaca un atributo muy importante que es el contenido de cenizas por lo tanto resalta el gran valor nutricional de los

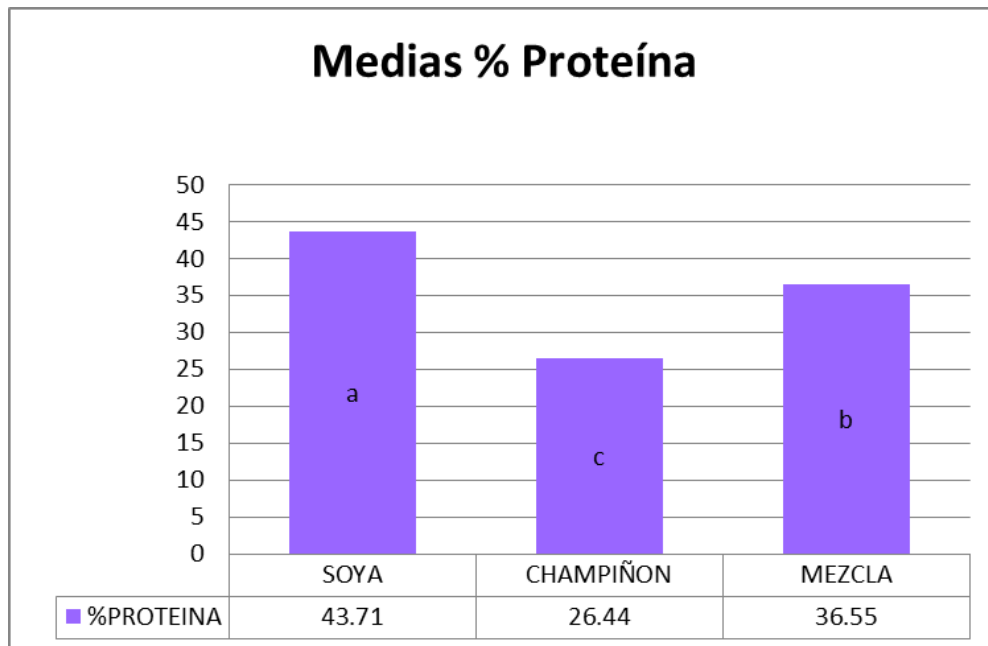
champiñones ya que son vitales para la función de las células y los tejidos en seres humanos y animales (McDoweell, 2003, Tomkins 2002, Spears, 1999 y O'Dell y Sunde, 1997). Así mismo se compara este productos con el chorizo tradicional elaborado con carne de cerdo (Gonzáles *et al.* 2013) en sus estudios realizados en chorizos provenientes de carnicerías, mercados rurales, centros comerciales y centrales de abasto; encuentra valores de 5.02%, 5.22%, 7.33% y 5.32% de cenizas. Estos resultados mostrados nos dan una amplia visión de que el chorizo de champiñones es recomendable por su aporte rico en minerales, contribuyendo a una buena salud de la población y en cuanto al chorizo de cerdo, este tiene 50% menos aporte el cual se considera como deficiente.

#### 4.2.3. Proteína

**Tabla 8** Medias de porcentaje de proteína

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS (%) PROTEINA</b>
Chorizo de soya	43.71 <sup>a</sup>
Chorizo de champiñón	26.44 <sup>c</sup>
Mezcla de chorizos	36.55 <sup>b</sup>

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 3** Comparación de medias de porcentaje de proteína.

En la tabla 8 y gráfico 3 se observan los resultados correspondientes al contenido de proteína cruda con diferencias significativas para cada muestra; el chorizo de soya tubo 43.71% el cual fue el valor más alto. La soya se ha considerado la principal fuente de proteína vegetal para consumo humano y animal, esto se debe a que en el grano integral la proteína representa alrededor del 40% de la materia seca. De igual manera que el resto de las proteínas, la de soya aporta energía, aminoácidos esenciales y nitrógeno (Erickson, 1995).

(De Jesús, 2013) en el análisis de Elaboración e innovación de chorizo de soya tipo hawaiano tiene resultados más bajos a los obtenido en este estudio, de sus cuatro muestras analizadas 27.96% fue el valor más alto en proteína cruda.

En segundo lugar se encuentra la mezcla de chorizos esto por la combinación proteica de dada uno de los chorizos (60% chorizo de champiñón) y (40% chorizo de soya) suman un contenido de 36.55% de proteína cruda.

Por último se encuentra el chorizo de champiñón con 26.44 % de proteína cruda. En estudios realizados (Jaworska *et al.* 2011) aclara que el contenido de proteína

(incluyendo aminoácidos) en hongos comestibles es susceptible de cambiar durante el procesamiento. También un factor importante para la asimilación de proteína en las setas depende, en gran medida de las especies. (Crisan y Sands, 1978) muestran que *Agaricus bisporus* contiene 23.9 – 34.8 % de proteína cruda y *Pleurotus ostreatus* 10.5 - 30.4 %. Por lo tanto nuestro resultado es similar y se encuentra dentro de los rangos ya mencionados.

Resaltando la propiedades del chorizo de champiñón y comparándolo con el chorizo tradicional de carne de cerdo (Gonzales *et al.* 2013) en su estudio de chorizos de cerdo de carnicerías, mercados, centros comerciales y centrales de abasto tiene como resultados (29.63%, 37.79%, 30.87% 21.95% de proteína) datos muy variables esto puede atribuirse a la cantidad de carne que se le agrega a estos productos. Cabe mencionar que algunos chorizos también incorporan tendones o incluso cortezas a la masa cárnica; tal es el caso del chorizo de centrales de abasto con un contenido mayor de colágeno.

Los porcentajes de proteína dan una idea clara de que los productores rurales elaboran el chorizo con mayor relación carne/grasa en contraste con los elaboradores de centrales de abasto. La cantidad de proteína influye en la calidad de los chorizos, debido a que ésta permite mejores propiedades funcionales de ligado de la grasa, sin dejar de mencionar la importancia que tiene sobre el aspecto nutritivo.

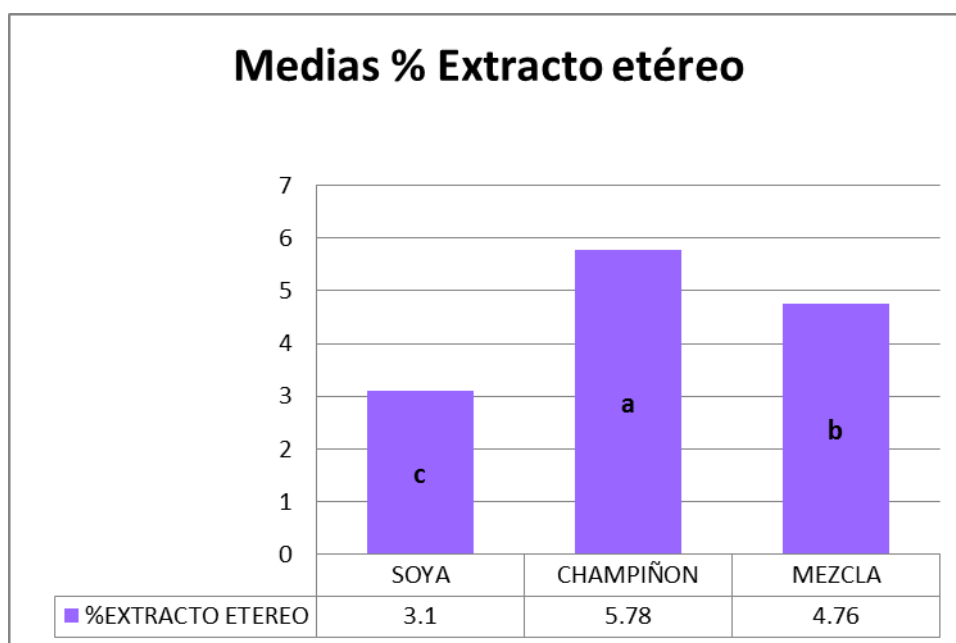
(OMS, 1985); recomienda para una dieta balanceada mixta, un consumo de 47g/día de proteína para hombres adultos y mujeres adultas 41 g/día, por lo tanto el chorizo elaborado de champiñón nos aporta una fuente importante de proteínas a nuestro organismo y provee parte importante a nuestra ingesta diaria recomendada la cual se completara con el resto de nuestra dieta del día.

#### 4.2.4. Extracto etéreo

**Tabla 9** Medias de porcentaje de Extracto etéreo

MUESTRA	MEDIAS (%) EE
Chorizo de soya	3.10c
Chorizo de champiñón	5.78a *
Mezcla de chorizos	4.76b

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 4** Comparación de medias de porcentaje de Extracto etéreo.

Como se muestra en la tabla 9 y gráfico 4 datos correspondientes al porcentaje de extracto etéreo apreciándose una diferencia significativa. En primer lugar se encuentra el chorizo de champiñón con 5.78% resultados similares a los obtenidos por (Cena, 2015) reportando 6.46% de contenido de grasa para una hamburguesa elaborada con *A.bisporus var brunnescens*. (Martínez-Carrera, Curvetto, Sobal, Morales y Mora, 2010) indica que los hongos comestibles tienen un bajo contenido de grasas (3.2%). Pueden haber diferencias para cada especie de

hongos, como es el caso de *Pleurotus ostreatus* que contiene de 3 a 5% de lípidos en peso seco estos datos son similares a los obtenidos.

En segundo lugar encontramos a la mezcla de champiñones con 4.76 % de grasa esto debido a la composición y características de los chorizos incorporados (60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya).

Y por último el chorizo de soya con 3.10% de grasa siendo el valor más bajo esto debido al proceso de elaboración de la soya texturizada que es obtenida a partir de la harina de la semilla de soya desgrasada, ya que en la semilla entera de esta leguminosa contiene 20% de grasa (Luna, 2007).

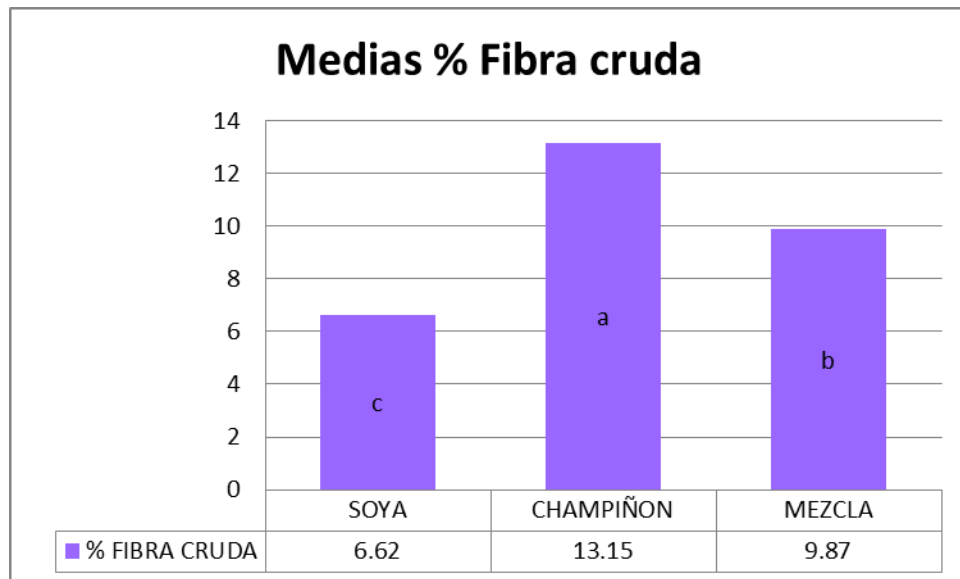
Comparando el chorizo de champiñón el cual es de nuestro mayor interés con el chorizo de carne de cerdo (Gonzales *et al.* 2013) en su estudio de chorizos de cerdo de carnicerías, mercados, centros comerciales y centrales de abasto presenta los siguientes resultados (60.07%, 53.25%,52.18%,64.85%) datos que son altos .En la calidad de los chorizos, la grasa es una propiedad con repercusiones importantes debido a que está involucrada directamente el sabor, textura, valor nutritivo y estabilidad oxidativa. (FAO/OMS,2003); recomiendan limitar el consumo diario de grasas a un segmento entre 15 y 30 por ciento de la ingesta diaria de energía, y a menos del 10 por ciento, el consumo de grasas saturadas.

#### 4.2.5. Fibra Cruda

**Tabla 10** Medias de porcentaje de Fibra cruda

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS (%) FIBRA CRUDA</b>
Chorizo de soya	6.62c
Chorizo de champiñón	13.15a *
Mezcla de chorizos	9.87b

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 5** Comparación de medias de porcentaje de Fibra cruda.

Como se muestra en la tabla 10 y gráfico 5 los resultados correspondientes a fibra cruda los cuales tuvieron diferencias significativas. Como primer lugar se encuentra el chorizo de champiñón con el resultado más alto con 13.15% de fibra. Las paredes celulares de los hongos contienen una mezcla de componentes fibrilares, incluyen quitina (cadena lineal (1→4)-β polímero- vinculada de N acetil-glucosamina) y los polisacáridos tales como (1→3)-β- D glucanos y mananos respectivamente (Bartnicki ,1970). Estos componentes de la pared celular de hongos son carbohidratos no digeribles (CND) que son resistentes a las enzimas humanas y pueden ser consideradas como fuente de fibra. (Crisan y Sands, 1978) indican que *Agaricus bisporus* contiene 8.0 - 10.4% de fibra cruda y *Pleurotus ostreatus* 7.5 - 8.7%. De igual manera los datos van variar para cada especie de hongo, su etapa morfológica incluyendo su cuerpo, micelio y esclerocios. Los resultados obtenidos son muy parecidos a los de la especie *Agaricus bisporus* antes ya mencionados. En la elaboración del chorizo de champiñón se le



incorporaron diferentes especias y chiles secos que también poseen fibra por lo que aumenta el contenido de esta en este chorizo.

Después se encuentra la mezcla de chorizos con 9.87% de fibra, este chorizo tiene un alto contenido de fibra debido a la mayor composición que es el chorizo de champiñón (60%champiñon); como se menciona anteriormente tiene un gran aporte de fibra; y de igual manera por la incorporación de especias y chiles secos aumento su contenido de fibra.

Y en último lugar encontramos al chorizo de soya con 6.62% de fibra (Benítez, 2011) en su investigación de elaboración de harina de semilla de árbol de pan y determinación de una mezcla nutritiva con harina de soya nos indica que la harina de soya desgrasada contiene 7.31%; de donde se obtiene respectivamente la soya texturizada, el resultado de fibra cruda para este chorizo es similar a este dato citado, también aumentando su contenido de fibra por la adición de especias y chiles secos.

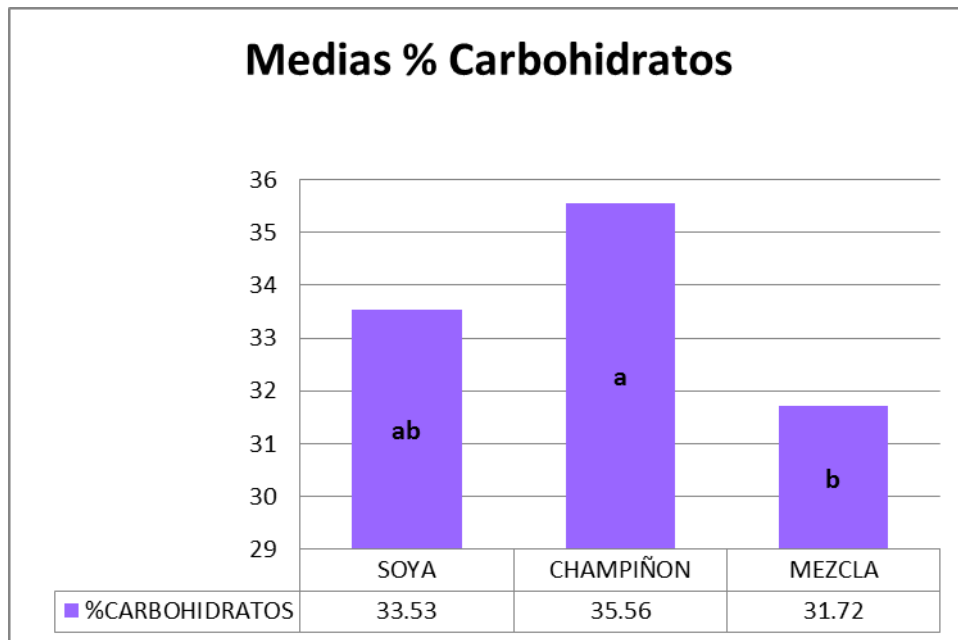
Comparando el chorizo de champiñón con el chorizo elaborado con carne de cerdo en cuanto a esta característica existe mucha diferencia; debido a que la carne de cerdo y los chorizos no proporcionan fibra a nuestra dieta esto lo informa la Base de Datos Nacional de Nutrientes de la USDA. Por lo tanto nuestro chorizo de champiñón es de gran aporte para una buena salud.

#### 4.2.6. Carbohidratos Totales

**Tabla 11** Medias de porcentaje de Carbohidratos

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS (%) CARBOHIDRATOS</b>
Chorizo de soya	33.53ab
Chorizo de champiñón	35.56a *
Mezcla de chorizos	31.72b

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 6** Comparación de medias de porcentaje de Carbohidratos

En los datos de la tabla 11 y gráfico 5 corresponden al porcentaje de carbohidratos de los tres chorizos elaborados; encontrando que el chorizo de soya y chorizo de champiñón son estadísticamente iguales en cuanto a contenido de carbohidratos y de igual manera el chorizo de soya y la mezcla de chorizos (60% champiñón y 40% soya) son estadísticamente iguales.

Tienen diferencia significativa solo el chorizo de champiñón y la mezcla de chorizos.

El chorizo elaborado a base de champiñón tuvo el contenido más alto con 35.56% de carbohidratos; de acuerdo a la literatura los hidratos de carbono (o carbohidratos) hallados en las setas están constituidos por pentosas, hexosas, disacáridos, azúcares-alcoholes, ácidos-azúcares (galacturónico, glucurónico), metil-pentosas, amino-azúcares (glucosamina, N-acetil glucosamina), etc. Las setas no contienen almidón y algunas tienen glucógeno; muchas contienen una sustancia péctica llamada viscosina y todas tienen quitina; también se ha encontrado lignina. Estos dos últimos compuestos serían los principales

constituyentes de la fibra de las setas, fibra que se encuentra en cantidades similares o incluso superiores a las halladas en las frutas y hortalizas (Sierra *et al.*2002). Los hidratos de carbono son un componente importante en los hongos y sus rangos van desde 35% a 70% del peso seco, con variaciones en diferentes especies (PCK Cheung, 2010 y Manzi, Gambelli, Marconi, Vivanti y Pizzoferrato 1999). En estudios realizados (Crisan y Sands, 1978) reportan que la especie *Agaricus bisporus* contiene 51.3 - 62.5 % de carbohidratos. Los resultados obtenidos para el chorizo de champiñón se encuentran dentro del rango ya antes citado.

Como segundo lugar el chorizo de soya contiene 33.53% de carbohidratos (Benítez, 2011) menciona en la tabla de composición química de la harina de soya desgrasada que esta contiene 31.13% de carbohidratos, estos datos son parecidos a los obtenidos del chorizo de soya, como la soya texturizada está elaborada a partir de harina de soya desgrasada se compara con estos valores.

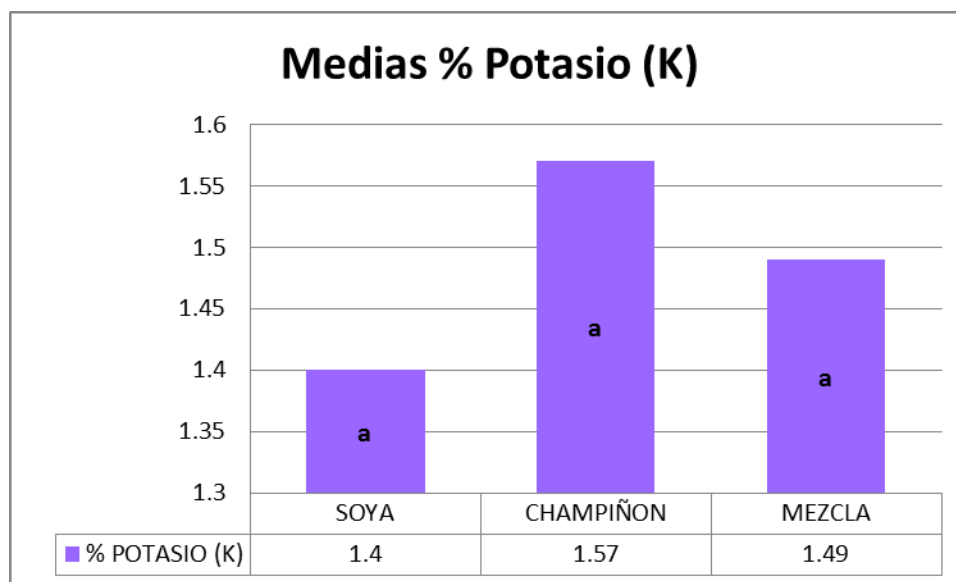
Y por último encontramos la mezcla de chorizos con 31.72% de carbohidratos este resultado obtenido por la suma de esta característica determinada de cada chorizo siendo 60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya. Como se sabe los carbohidratos en la dieta son vitales para que el organismo funciones correctamente, dándonos energía la clave está en conocer que debemos comer y cuánto; en este caso el champiñón es una buena fuente de carbohidratos saludables y comparándolo con el chorizo tradicional de carne de cerdo existe gran diferencia en dicha característica, (García y Olmo.,s.f); reportan que para cada 100g de chorizo, este aportara 1.8 g de carbohidratos ya que se contiene menos del 1% del peso de la carne, la mayoría de los cuales son el glucógeno y ácido láctico.

#### 4.2.7. Contenido de K

**Tabla 12** Medias de porcentaje de Potasio (K)

MUESTRA	MEDIAS (%) POTASIO (K)
Chorizo de soya	1.40a
Chorizo de champiñón	1.57a
Mezcla de chorizos	1.49a

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 7** Comparación de medias de porcentaje de Potasio (K)

En cuanto al contenido de Potasio (K) en los tres chorizos (soya, champiñón, mezcla) no presentan diferencias significativas, tal como nos indica en la tabla 12 y gráfico 7 los resultados son estadísticamente iguales.

El chorizo de champiñón cuenta con 1.57% de Potasio estos datos los podríamos comparar con resultados reportados por (Cheung, 2008) donde menciona que

algunos de los hongos cultivados más comunes, *A. bisporus*, *P. ostreatus* y *L. edodes*, entre otros, son ricos en potasio (2,670-4,730 mg/100g s.m.s.)

Después sigue la mezcla de chorizos con 1.49% de Potasio esto por el aporte de cada chorizo incorporado (60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya).

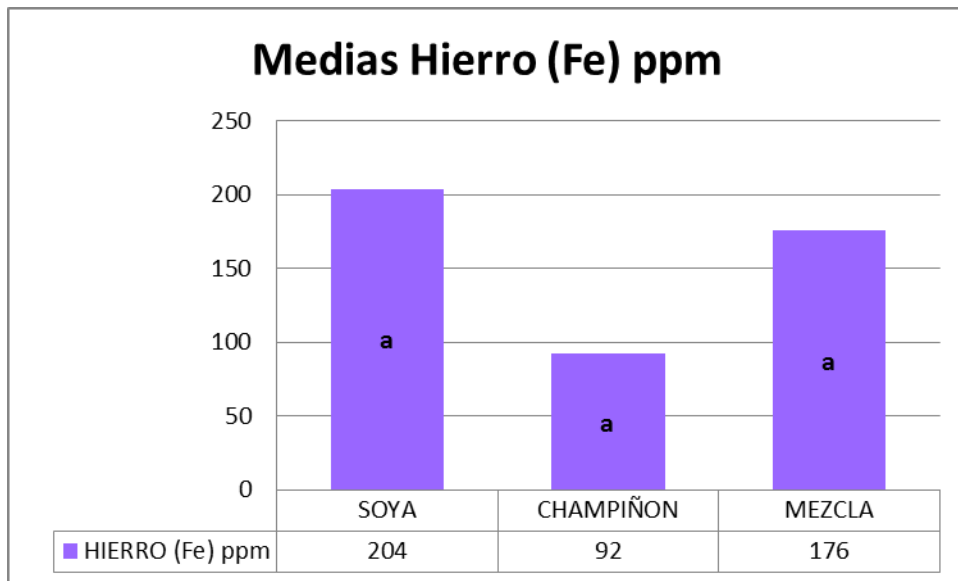
Por último está el chorizo de soya con 1.40% de Potasio, debido a que la soya también tiene diferentes cantidades de vitaminas y minerales dependiendo del estado de maduración del grano, aunque en general sus productos no son fuentes abundantes de estos (Thompson, 1998). El aporte de este macro elemento (K) en el chorizo de champiñón puede cubrir parte del aporte diario (3510 mg/día) para adultos recomendado por (OMS, 2012); por lo tanto comparándose este alimento con el chorizo de carne de cerdo resulta contener menor aportación de Potasio (K) a nuestra alimentación, con 160mg/100g (INNCZ, 1992).

#### 4.2.8. Contenido de Fe

**Tabla 13** Medias ppm de Hierro (Fe)

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS HIERRO (Fe) ppm</b>
Chorizo de soya	204.00a
Chorizo de champiñón	92.00b
Mezcla de chorizos	176.00a

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 8** Comparación de medias de ppm de Hierro (Fe)

En la tabla 13 y gráfico 8 se puede observar que el chorizo de soya y mezcla de chorizos son iguales estadísticamente iguales y el chorizo de champiñón si tiene diferencias significativas respecto a los otros chorizos.

Se encuentra el chorizo de soya con 204.00 ppm de Fe (Luna, 2007 y Valencia y Garzón 2004) menciona en su investigación que el mineral en mayor proporción en la harina de soya es el Hierro con 110-160 mg/kg.

En segundo lugar se encuentra la mezcla de chorizos con 176 ppm de Fe siendo un resultado alto debido a la aportación de dicho mineral de ambos chorizos (60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya).

Y por último encontramos al chorizo de champiñón con 92.00 ppm de Fe (Lelley y Vetter, 2004) reportan que el champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) contiene 47.2mg/kg, el *Shiitake* 40.60 mg/kg y las setas (*Pleurotus*) contienen 77.5 mg/kg.

Estos datos reportados se encuentran debajo de los obtenidos del chorizo de champiñón esto nos indican que la especie utilizada *A.bisporus van brunnescens* podría contener más alto contenido de Hierro que las anteriores especies.

Sin embargo comparando el chorizo de soya con el chorizo de carne de cerdo se encuentra una gran diferencia. Pero ambos pueden proporcionar parte de este mineral a nuestra dieta (FAO, 2002); recomienda 10 mg/día.

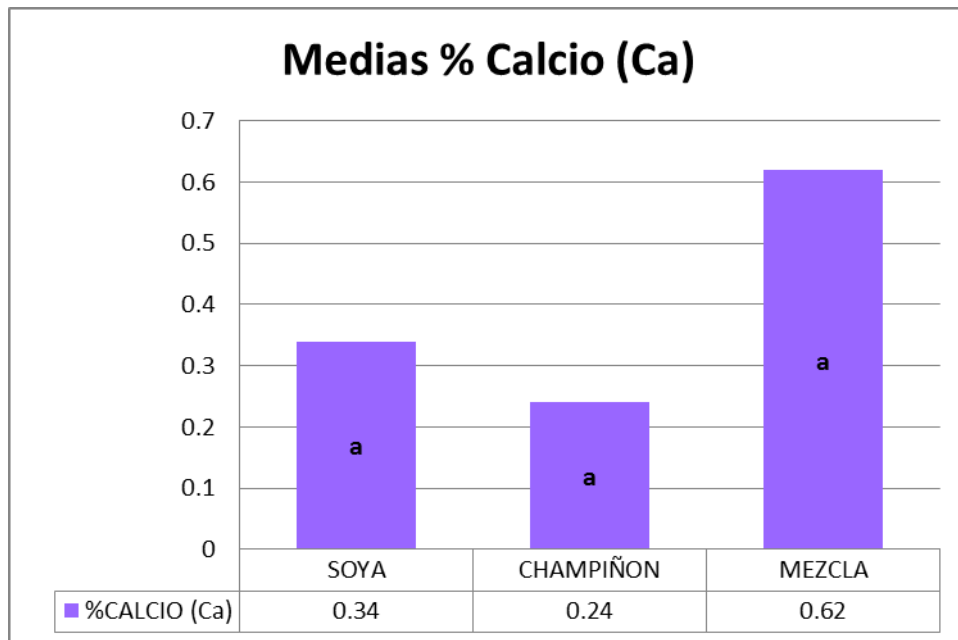
Este mineral es el más interesante desde el punto de vista nutricional en la carne ya que tienen una disponibilidad elevada; y se encuentra en proporción en la carne de vaca que en la de ternera o cerdo (Astiazarán, Lasheras, Ariño y Martínez, 2003); por lo tanto (Vázquez, De Cos, y López-Nomdedeu, 2005) nos reportan que el aporte de Fe en lomo de cerdo es de 2.5 mg/100 g de porción comestible.

#### 4.2.9. Contenido de Ca

**Tabla 14** Medias de porcentaje de Calcio (Ca)

<b>MUESTRA</b>	<b>MEDIAS (%) CALCIO (Ca)</b>
Chorizo de soya	0.34a
Chorizo de champiñón	0.24a
Mezcla de chorizos	0.62a

\*Los valores seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Gráfico 9** Comparación de medias de porcentaje de Calcio (Ca)

En los resultados correspondientes al contenido de Calcio (Ca) en los tres tipos de chorizo (soya, champiñón y mezcla) se observa en la tabla 14 y grafico 9 que los tres chorizos son iguales estadísticamente, no se encontraron diferencias.

Se encuentra la mezcla de chorizos (60% chorizo de champiñón y 40% chorizo de soya) esto debido a las características de tal mineral en cada chorizo.

El chorizo de soya contiene 0.34% de Ca, ya que se encuentra en proporción elevada, (Luna, 2007) reporta que la harina de soya contiene 0.42 – 0.64% de Calcio

En cuanto al chorizo de champiñón este contiene 0.24%. El calcio, aluminio y sodio se ha encontrado en pequeñas cantidades en los hongos comestibles (Breene, 1990). Se pueden comparar los resultados con la literatura (Lelley y Vetter, 2004) reportan que el champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) contiene 765 mg/kg, el *Shiitake* 807 mg/kg y las setas (*Pleurotus*) contienen 684 mg/kg, estos resultados van a variar para cada especie de hongos.

El chorizo de champiñón, al contener una proporción de este mineral ya forma parte de la aportación de calcio (Ca) recomendada por la (FAO, 2002); que son



400 a 500mg/día de Ca para adultos, y comparando con el chorizo de carne de cerdo. (Mañas, Márquez y Garatachea, 2012), reportan que la carne magra de cerdo aporta 9.4 mg/100g de porción comestible lo cual también se considera como pequeña cantidad de aportación a nuestra dieta.

#### 4.2.10. Determinación de color

Se realizaron 6 lecturas de los valor L, a y b; en cada chorizo (soya, champiñón y mezcla de chorizos); ya embutido (parte exterior). A continuación se muestran las lecturas correspondientes a cada chorizo.

**Tabla 15** Lecturas de valores L\*, a\* y b\* para chorizo de soya, champiñón y mezcla de chorizos.

Muestra	L*	a*	b*
Soya	37.53	15.44	16.28
	37.38	15.82	15.08
	40.89	16.74	20.69
	37.94	15.62	17.61
	35.81	16.48	16.40
	35.55	16.66	15.32
$\bar{X}$	<b>37.51</b>	<b>16.12</b>	<b>16.89</b>
Champiñón	32.18	14.07	10.48
	31.44	12.93	8.60
	31.61	13.82	9.28
	33.00	13.19	9.12
	30.19	14.02	7.58
	32.19	14.85	10.54
$\bar{X}$	<b>31.76</b>	<b>13.81</b>	<b>9.26</b>
Mezcla	36.91	15.51	15.86
	34.78	13.67	10.39
	33.04	15.18	11.34
	32.10	14.71	9.11
	32.88	14.65	9.89
	31.58	15.20	9.88
$\bar{X}$	<b>33.54</b>	<b>14.82</b>	<b>11.07</b>

Con respecto a los valores de luminosidad  $L^*$  el resultado más alto; fue para el chorizo de soya con 37.51 en segundo lugar el chorizo de champiñón con 31.76 y por último la mezcla de chorizos con 33.54. Lo que nos indica que el chorizo de soya presenta mayor luminosidad. Debido a que no se encuentran estudios sobre análisis de color en chorizos de soya y champiñón los resultados obtenidos se comparan con la literatura, con estudios realizados a chorizos tradicionales de México a base de carne de cerdo.

Los resultados obtenidos en los tres chorizos elaborados son bajos en comparación a chorizos elaborados a base de carne de cerdo. En lo reportado por (Austria, 2007 y González-Tenorio *et al.* 2013) los valores de  $L^*$  son 40.42 para chorizos de la Huasteca Hidalguense; y lo reportado en chorizos de mercados, carnicerías, centrales de abasto y supermercados teniendo valores  $L^*$  de: 38-47.

El parámetro  $L^*$  es un valor alto en chorizos debido que está asociado con la humedad presente en el interior de los chorizos; por lo tanto será mayor el valor de  $L^*$  en el interior del chorizo que en exterior del mismo, este motivo, y las características de los ingrediente empleados para su elaboración, podrían ser un factor importante en los resultados obtenidos

Para los valores  $a^*$  (verde- rojo), el valor más alto lo presenta el chorizo de soya con 16.12, después la mezcla de chorizos con 14.82 y por último el chorizo de champiñón con 13.81; de igual manera los resultados son comparados con la literatura donde los valores son similares a los encontrados con González-Tenorio *et al.* 2013) en su estudio de chorizos de carne de cerdo teniendo resultados entre 11 y 20.

Y para los valores de  $b^*$  (amarillo-azul) el chorizo de soya presento un valor de 16.89, la mezcla de chorizos 11.07 y el chorizo de champiñón 9.26; estos resultados son menores que los resultados de (González-Tenorio *et al.* 2013) teniendo como valores de  $b^*$  7-13 en chorizos de cerdo. Estos resultados se

presentan probablemente a una oxidación de los pigmentos en la superficie, que están en contacto con el oxígeno atmosférico. También se puede atribuir a la naturaleza, cantidad de chile agregado, pimentón (Gómez, *et al.*, 2001; Revilla y Vivar, 2005), achiote o paprika usado en la formulación (Cubero *et al.*, 2002).

**Figura 14** Diagrama de color  $a^*$  y  $b^*$

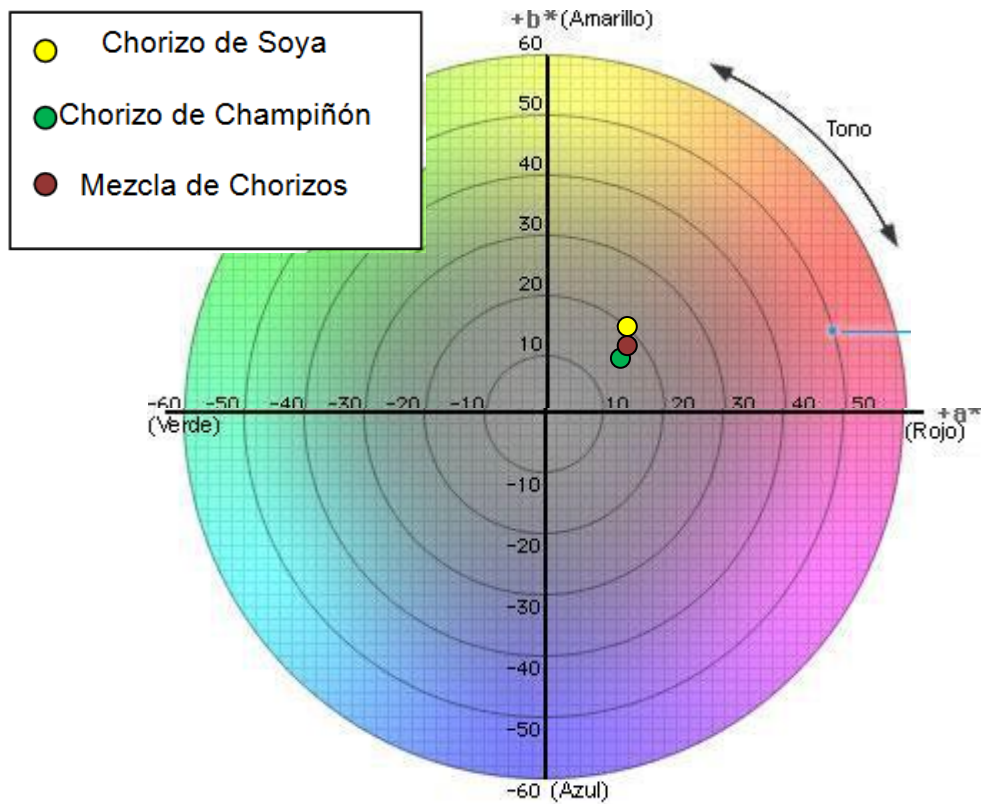
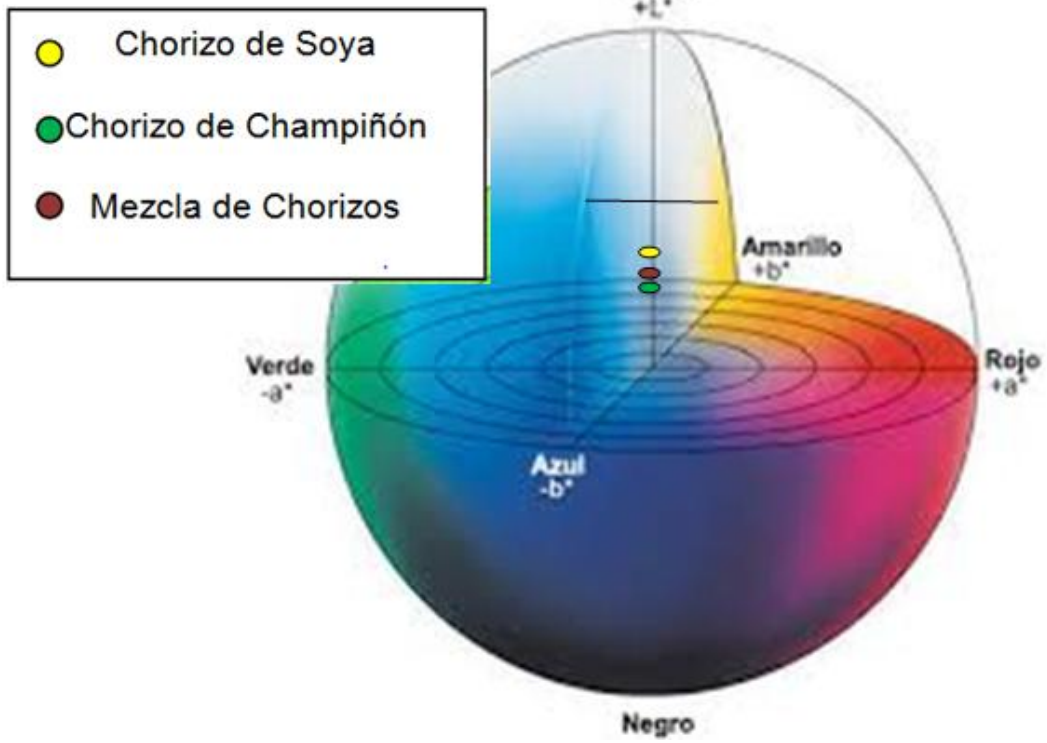


Figura 15 Diagrama de color  $L^*$   $a^*$  y  $b^*$



## 5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones

- Se elaboró un chorizo a base de champiñón de la variedad Cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*).
- Se realizó la caracterización química del chorizo obteniendo los siguientes resultados: Humedad (7.68 %), Cenizas (11.38%), Proteína (26.44%), Extracto Etéreo (5.78%), Fibra Cruda (13.15%), Carbohidratos (35.56%), Potasio (1.57%), Hierro (92.00 ppm), y Calcio (0.24%).
- Se comparó nutrimentalmente el chorizo elaborado con champiñón con un chorizo de soya y chorizo de cerdo, dando como mejores resultados el chorizo de champiñón variedad Cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*) el cual podría ser una diferente opción de preparación y consumo de este tipo de hongo comestible; teniendo en consideración que sus propiedades podrían sustituir al chorizo elaborado a partir de carne de cerdo; sin afectar las características de un chorizo tradicional, añadiendo un valioso aporte en agua, fibra, minerales y un gran aporte proteico, considerando que tendrá un bajo contenido de grasa y carbohidratos que no presenta un chorizo de carne de cerdo. Y una opción más natural que un chorizo de soya debido al procesamiento de su materia prima.

## 6. REFERENCIAS

1. Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne*. Costa Rica : EUNED.
2. AOAC (1990). *Manual de Tecnicas Químicas Oficiales*
3. AOAC International. 2000. *Official Methods of Analysis*, 17<sup>a</sup> ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
4. Arthey, D., & Dennis, C. (1991). *Procesado de Hortalizas*. España: ACRIBIA. pp 66-68
5. Astiasarán, A., Lasheras, A., Ariño, P., & Martínez, H. (2003). *Alimentos y Nutrición en la Práctica Sanitaria* . Madrid, España: Díaz de Santos.
6. Austria, V. *et al.* Composition and physicochemical characteristics of "chorizo" from the Hidalguense Huasteca region in México. In 52<sup>nd</sup> International Congress of *Meat Science* and Technology. Dublin, Ireland (2006).
7. Austria, V. (2007). Tipificación de chorizos producidos en la Región Huasteca del Estado de Hidalgo. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. México.
8. Benítez, Altuna. (2011). *Desarrollo del proceso de elaboracion de harina de las semillas del árbol de pan (Artocarpus camansi) y determinación de una mezcla nutritiva con harina de soya (Glycine max L) para uso humano*. (Tesis) Escuela Politécnica Nacional. Quito .

9. Bacus, J.N. (1984). Historical perspective. En: Bacus, J.N. (Coord.). Utilization of microorganisms in meat processing. Research studies press. Londres, Reino Unido. Elsevier Science, 1-14.
10. Breene, W.M.; *Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms*. Journal of Food Protection: 10(53), 883-894 (1990).
11. Cartay, R. (2005). *Diccionario de cocina venezolana*. Venezuela: Alfadil.
12. Cena, González, M.A. (2015). *Desarrollo de un producto tipo hamburguesa a partir de hongo cremimi (A. bisporus var brunneecens)*. (Tesis) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
13. Cheung P.C.K. (2008) Mushrooms as functional foods. Editorial John Wiley&Sons. Wiley: Hoboken, NJ.
14. Cheung P.C.K. *Mushroom and health*. Nutr. Bull., 35 (2010), pp. 292–299
15. Coretti, K. *Embutidos: Elaboración y defectos*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1971
16. E.V. Crisan, A. Sands, *Nutritional value*, S.T. Chang, W.A. Hayer (Eds.), The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, Academic Press, New York (1978), pp. 137–168
17. Cubero N., Monferrer A., Villalta J. 2002 Aditivos alimentarios. Editorial Aedos, S. A. Pp. 26-27.
18. De Jesús, García, K.I. (2013). *Elaboración e innovación de chorizo de soya tipo hawaiano*. (Tesis) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

19. Delmoro, Julieta; Muñoz, Daniela; Nadal, Victoria; Clementz, Adriana; Pranzetti, Valeria. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, Noviembre-Sin mes, 145-152.
20. Erickson, R. (Ed), Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Estados Unidos: AOCS/USB, 1995.
21. Escartin, E. F., A. Castillo., Hinojosa-Puga, A. y J. Saldaña-Lozano. 1999. Prevalence of Salmonella in chorizo and its survival under different storage temperatures. *Food Microbiology* 16: 479-486.
22. FAO. 1998a. *Principales productos forestales no madereros en Chile*, por J. Campos. Santiago.
23. (FAO, 2002). Depósito de documentos de la FAO. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Capítulo 10. Minerales. Roma.
24. (García y Olmo., s.f.) La Industria Alimentaria. Composición de la carne, Vísceras y embutidos. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/carnico-3.html>
25. Ghorai, S. G., S.P. Banik, D. Verma, S. Chowdhury, S. Mukherjee, S. Khowala (2009). "Fungal biotechnology in food and feed processing" *Food Research International*, 42 (2009), pp. 577–587.
26. Gómez, R., Picazo, M.I., Alvarruiz, A., Pérez, J.I., Valera, D., Pardo, J.E., Influencia del tipo de pimentón en la pérdida de color del chorizo fresco. *Alimentaria*, 28 (323) 67-73 (2001).



27. González, I. (2010). Dietas y setas: Declaración nutricionales y propiedades. (S. M. "Lazarillo", Ed.) *Boletín Micológico Lazarillo*, 55-66.
28. Gonzalez-Tenorio, R., Totosaus, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). Caracterización de Propiedades Químicas y Fisicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *SciELO*, 24 (2), 6-7.
29. Guzmán, G. et al (1993), "El cultivo de hongos comestibles con especial atención a especies tropicales subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales", México, Instituto Politécnico Nacional, pp. 145
30. Herrera, C., Bolaños, N., & Lutz, G. (2003). *Química de alimentos. Manual de laboratorio*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio".
31. (INNCZ, 1992). Comisión Nacional de Alimentación. Instituto Nacional "Salvador Zubirán", Tablas de Uso Práctico de los Alimentos de Mayor Consumo en México. Segunda Edición Revisada. México, 1992.
32. Jaworska, G., Bernas, E., & Mickowska, B. (2011). *Effect of production process on the amino acid content of frozen and canned Pleurotus ostreatus mushrooms*. Elsevier (125), 936-940.
33. Kritchevsky D. Dietary fiber. *Annu Rev Nutr* 1988; 8: 301 - 328
34. Kuri, V., Madden, R.H., Collins, M.A., Hygienic quality of raw pork and chorizo (raw pork sausage) on retail sale in Mexico City. *Journal of Food Protection*, 59, No. 2, 141-145 (1995).

35. Leal, L.H.B.(19985),” La utilización microbiológica de los desperdicios lignocelulósicos, potenciales y perspectivas”, en *Perspectivas de la tecnología en México*, México, Fundación Barrios Sierra, Conacyt. pp.93-114.
36. Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: Science and cultivation of edible and medicinal fungi. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.
37. Lesur L. 1992. Manual de Salchichonería. Editorial Trillas, México, D. F. Pp. 1- 2.
38. Lincoln, C. (2010). *No sólo sal. Un viaje al maravilloso mundo de las especias*. Barcelona : Salsa, Books.
39. Luna Jiménez, A. d. (2006). Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y Ciencia*, (36) pp.32.
40. Luna Jiménez, A. d. (2007). Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. *Investigación y Ciencia*, 15(37) 35-44. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67403706>
41. P. Manzi, L. Gambelli, S. Marconi, *et al.* *Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study*, *Food Chem.*, 65 (1999), pp. 477–482

42. McDowell, 2003 L.R. McDowell *Minerals in Animal and Human Nutrition* (2<sup>nd</sup>ed.) Amsterdam, The Netherlands, Elsevier (2003)
43. Manual para educación agropecuaria. *Elaboración de productos cárnicos*. Editorial Trillas. México. 1986.
44. Mañas, A., Márquez, R., y Garatachea, V. (2012). Principios Generales de la Nutrición. Madrid: Díaz de Santos. pp.411-412.
45. Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. M. Mora (Eds.) 2010. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla. 648 pp.
46. Martínez-Carrera, D., R Leben, P. Morales, M. Sobal, A. Larqué-Saavedra. 1991. Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo* 96: 33-43
47. Martínez-Carrera, D. 2002b. Current development of mushroom biotechnology in Latin America. *Micol. Apl. Int.* 14: 61-74.
48. Martínez-Carrera, D. 2002. Mushroom. McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, 9th Edition. McGraw-Hill, Inc., Nueva York.
49. Matissek, R., Schnepel, F.-M., & Steiner, G. (1992). *Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos, aplicaciones*. Berlín, Alemania: Acribia.

50. Monín, A. (1991). Chacinados caseros. 2ª edición. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
51. Multon, J.-L., Stadleman, W.J. y Watkins, B. A. 1997. *Analysis and Control Methods for Foods and Agricultural Products*. Vol. 4. *Analysis of Food Constituents*. John Wiley & Sons, Nueva York.
52. (Naranjo, Colmenero, Rosas y Ortega., s.f). *El cultivo de hongos comestibles para el desarrollo comunitario*.
53. Nielsen, S. S. (2009). *Análisis de los Alimentos*. España: ACRIBIA. pp.5-11.
54. NOM (2002). Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. NORMA Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002
55. OMS, 1985. Depósito de documentos de la FAO. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo Anexo 1. Consumo recomendado de nutrientes. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s1a.htm#bm46.1x>
56. (OMS, 2012). World Health Organization. Guideline. Potassium intake for adults and children. Disponible en:  
<http://www.fao.org/ag/humannutrition/36219030cbcb610b7f07db15c00ce0a730fb17.pdf>
57. O'Dell and Sunde, 1997 B.L. O'Dell, R.A. Sunde. *Handbook of Nutritionally Essential Elements*. Marcel Dekker, New York (1997)

58. Pearson, A.M., Tauber, F.W. (1984). Processed meats. 2nd edition. Avi Publishing Company. Westport, Connecticut, EEUU.
59. Pérez, C., Rubio, L., Méndez, M., Feldman, K., Iturbe, Ch., Evaluación química y sensorial del chorizo tipo Pamplona, elaborado a partir de carne de Cerdo Pelón Mexicano y de Cerdo Mejorado. *Veterinaria México*, 30 (1) 33-40 (1999).
60. ReCiTeIA. (2001). *Termodinámica Química* (Vol. 1). Ecuador: ReCiTeIA.
61. Revilla, I., y Vivar, A.M. The effect of different paprika types on the ripening process and quality of dry sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 40 (4) 411-417 (2005).
62. Richards, A. 1939. *Land, Labour and Diet in Northern Rhodesia. An economic study of the Bemba tribe*. London, Reino Unido, Oxford University Press.
63. Roca, M., Incze, K. (1990). Fermented sausages. *Food Reviews International*, 6, 91-118.
64. Rudolph, K. (2006). *Cocina Mexicana ligera*. Texas: Data.
65. Sánchez, P. d. (2003). *Proceso de elaboración de alimentos y bebidas*. Madrid, España: AMV. pp. 151-204
66. Sánchez, R. J. (2012). *Setas Comestibles y Tóxicas. Diferencias y Semejanzas*. Madrid. España: Mundi-Prensa.

67. Sandoval, Díaz, J. (2011). *Elaboración de chorizo con carne cerdo y la adición de diferentes porcentajes de soya*. (Tesis) Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver.
68. (Schneiderman., s.f.). Centro Pediátrico Melipal. Bariloche, Argentina. Disponible en: [http://www.cpmbariloche.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=147:ique-relacion-tiene-la-salud-con-la-alimentacion&catid=39:preguntas-frecuentes&Itemid=210](http://www.cpmbariloche.com/index.php?option=com_content&view=article&id=147:ique-relacion-tiene-la-salud-con-la-alimentacion&catid=39:preguntas-frecuentes&Itemid=210)
69. Sierra, J. L., López, T. M., & García, J. A. (2002). Lo que vd.debe saber de: las setas cultivadas. *Sociedad Micológica Leonesa "SAN JORGE"* , 66-67.
70. Smith, D.R. (1987). Sausage - a food of myth, mystery and marvel. *CSIRO Food Research Quart*, 47, 1-18.
71. Spears, 1999 J.W. Spears. *Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals: a review* *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 12 (1999), pp. 1002–1008
72. Stauffer, J.E. 1998. *Quality Assurance of Food Ingredients, Processing and Distribution*. Food & Nutrition Press, Westport, CT.
73. Thompson, DB. Iron, M y Smith, KT., *Trace Minerals in foods*. New York. Marcel Dekker. Inc., 157- 208, 1988.
74. Tomkins, 2002 A. Tomkins *Nutrition, infection and immunity: public health implications*. P.C. Calder, C.J. Field, H.S. Gill (Eds.), *Nutrition and Immune Function*, CABI Publishing, Wallingford, UK (2002), pp. 375–412

75. Valencia, R. A., & Garzón, A. (2004). *Potencialidades de la soya y usos en la alimentación humana y animal*. Villavicencio, Meta, Colombia: Boletín Divulgatorio No.13.
76. Vázquez, C., de Cos, A., & López-Nomdedeu, C. (2005). *Alimentación y Nutrición* (2° ed.). Buenos Aires: Díaz de Santos. 94-95 pp.
77. Villegas, A. (2011). *Gastronomía Romana y Dienta Mediterranea. El recetario de Apicio*. EUA: Palibrio.
78. Zapata, M., Bañón, S., Cabrera, P. (1992). *El pimiento para pimentón*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
79. Zeuthen, P. (1995). Historical aspects of meat fermentation. En: Campbell-Platt, G., and Cook, P.E. (Coord.) *Fermented Meats*. Blackie Academic and Professional. Suffolk, Reino Unido, 53-68.

#### Páginas WEB

1. <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/16851-es.html>. Consultado el 27 de Agosto del 2015.
2. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/index#>. Consultado el 23 de Septiembre del 2015.
3. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/report?nutrient1=291&nutrient2=269&nutrient3=301&fg=10&max=25&subset=1&offset=0&sort=c&totCount=31&measureby=g>. Consultado el 23 de Septiembre del 2015
4. SIACON. 2005. [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comanuar.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html). Consultado el 24 de Septiembre del 2015.

5. <http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista36/Articulo%205.pdf>. Consultado el 24 de Septiembre del 2015.
6. <http://hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/8.pdf>. Consultado el 24 de Septiembre del 2015.
7. <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>. Consultado el 12 de Octubre del 2015.
8. [http://www.haztevegetariano.com/p/1010/hongos\\_y\\_setas](http://www.haztevegetariano.com/p/1010/hongos_y_setas). Consultado el 12 de Octubre del 2015.
9. <http://www.hierbasorganicas.com.mx/collections/especias>. Consultado el 20 de octubre del 2015.
10. <http://www.botanical-online.com/botanica2.htm>. Consultado el 20 de Octubre del 2015.
11. <http://www.botanical-online.com/setas/medicinalssetas.htm>. Consultado el 20 de Octubre del 2015.
12. <http://www.tipos.co/tipos-de-chiles/> . Consultado el 21 de Octubre del 2015.
13. <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%201/AQMextraccionADN.html>. Consultado el 2 de Noviembre del 2015.