

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

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



**TESIS**

**DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO HAMBURGUESA A BASE DE HONGO  
CREMINI (*A. bisporus var brunnescens*).**

**POR:**

**MARTHA ALICIA CENA GONZÁLEZ**

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

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenavista Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.**

**Mayo 2015**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

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

**Desarrollo de un producto tipo hamburguesa a base de hongo Cremini (*A. bisporus var brunnescens*).**

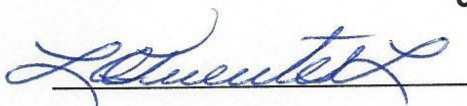
POR:

**MARTHA ALICIA CENA GONZÁLEZ**

**TESIS**

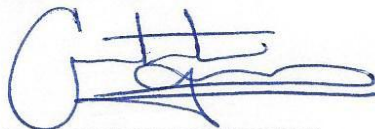
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:  
**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**JURADO EXAMINADOR**



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Asesor Principal

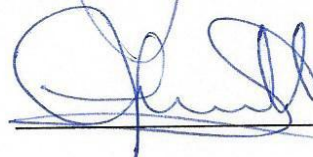


Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Coasesor

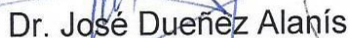


Coasesor



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2015

## AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer a **Dios** por permitirme llegar hasta esta etapa tan importante de mi vida, por ayudarme a superar cada una de las adversidades que se me presentaron a lo largo de este maravilloso y gran recorrido en la Universidad. Por los triunfos y momentos difíciles que me enseñaron a valorar más la vida y la grandiosa oportunidad de estudiar. Por brindarme una vida tan llena de momentos felices e inolvidables, por tener salud, familia y el cariño de tantos amigos Muchas Gracias.

A mis Padres **Sra. Martha Alicia González Cortes y al Sr. Jesús Cena Ávila** por su apoyo incondicional durante toda mi vida, por sus sacrificios. Por enseñarme que el estudio es la herencia y herramienta más importante en la vida.

A mis segundos padres **María Luisa Sena Ávila y Juan Sena Ávila** por siempre estar conmigo en las buenas y en las malas, por su apoyo en todo momento por amarme y quererme como una hija, yo también los quiero mucho y siempre estaré para ustedes, Gracias.

A mis hermanos **Erick, Marcela y Saúl** gracias por estar ahí y alegrar mi vida, por acompañarme y ser parte de esto, por todos los momentos de felicidad, Gracias.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por aceptarme y formarme en tus aulas como profesionalista. Por ser una Institución tan noble y hermosa. Siempre te recordare con orgullo y cariño “De Donde serán mama...”. No es un Adiós sino un hasta pronto.

A mis hermanos por elección: **Arely** por más de 7 años de hermosa amistad, por ser mi segunda hermana y cómplice en todo momento, por tantos momentos que hoy son recuerdos, te quiero mucho nena. A **Porfirio** por ser mi amigo incondicional en toda la carrera, por tu apoyo y consejos invaluables, te quiero. A **Ernesto** por ser mi amigo y compartir buenos momentos tanto tristes como alegres, por tu seriedad y madurez incomparable, te quiero.

Gracias a los tres por compartir tantos momentos de risas, enojos y desvelos. Los quiero y agradezco a Dios por ponerlos en mi camino y aunque ahora nos separemos por algún tiempo siempre los recordare con gran nostalgia y alegría, mis mejores deseos para ustedes mucha salud, éxito y bendiciones. La casualidad nos hizo amigos, el tiempo hermanos.

A mis compañeros de **Generación CXVIII de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos**. En especial **Oscar, Miriam, Maribel, Rosa, Viví, Abi, Diana, Yesi, René, David, Adela, Robert, Sandy a todos** por permitirme compartir con ustedes buenos momentos, mucho éxito para ustedes donde quiera que estén.

Quiero agradecer también a una persona muy especial en mi vida, que ha estado conmigo en todo momento y que me ha impulsado a seguir siempre y no rendirme a pesar de las adversidades y que siempre confió en mí, a **Humberto**, gracias por estar a mi lado en todo momento, por quererme y apoyarme y no dejar que me desanime. Gracias por ser parte de mi vida. Te Quiero y Admiro.

A mi asesora la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, por todo su apoyo y tiempo dedicado en la realización de este trabajo, por ser mi maestra y ser una gran mujer inteligente, noble, sencilla y siempre dispuesta a ayudar a sus alumnos cuando lo necesiten. Gracias y que Dios la Bendiga Siempre.

Al **T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel** por su apoyo y disposición en la realización de la parte experimental de este trabajo .Gracias.

Al **Dr. Antonio Aguilera Carbó**, por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo. Gracias.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por su apoyo y colaboración de este trabajo. Muchas Gracias.

Al **Dr. Heliodoro O. De la Garza Toledo**, gracias por su apoyo y consejos a lo largo de la carrera, por ser un excelente maestro y amigo.

A la **M.C. Xochitl Ruelas Chacón**, por ser una gran maestra y consejera, además de su amabilidad y responsabilidad en todo momento. Gracias.

Al **Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos** y a quienes lo conforman maestros, alumnos y laboratoristas, por haberme formado en sus instalaciones y por ser lugar y cómplice de tantos recuerdos. Gracias.

**A todos mis maestros** por ser el pilar de mi formación profesional, por todas las enseñanzas y aprendizajes. Por su dedicación y paciencia. Muchas Gracias.

## DEDICATORIAS

A ese ser maravilloso y todo poderoso **Dios**, por darme la Oportunidad, Fuerza, Sabiduría y Temple necesario para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Por colocar a las personas indicadas en el tiempo correcto a lo largo de este trayecto.

A mis padres y Hermanos:

**Sra. Martha Alicia González Cortes, Sr. Jesús Cena Ávila, Erick de Jesús Cena González, Marcela Cena González y Saúl Oswaldo Cena González** por ser el motor principal para el logro de este sueño, por su apoyo en todos los momentos sean buenos o malos, por siempre estar conmigo, alentándome a seguir y no rendirme hasta lograr mis objetivos. Muchas Gracias.

A mis tíos y segundos Padres:

**María Luisa Sena Ávila y Juan Sena Ávila** por siempre estar a mí lado, por confiar en mí, por sus consejos, por su cariño y comprensión. Los Quiero Mucho.

A la Familia **Sena Ávila** y **González Cortes** por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

*“Estudia como si fueras a vivir para siempre,  
vive como si fueras a morir mañana”.*

*Alanus de Insulis*

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos .....	7
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Definición y tipos de hamburguesa .....	8
2.2 Ingredientes para la preparación de hamburguesas .....	8
2.3 Definición de Hongos .....	8
2.3.1 Características Generales, Nutrición y Reproducción de los Hongos	9
2.3.2 Definición de Hongos Comestibles y Características .....	9
2.3.3 Importancia de los Hongos Comestibles .....	10
2.3.4 Producción de hongos comestibles en México.....	10
2.3.5 Valor nutricional de los hongos comestibles.....	11
2.4 Hongo Cremini / Crimini ( <i>A. bisporus var brunnescens</i> ).....	13
2.4.1 Valor nutricional.....	15
2.5 Pre-tratamientos que se le pueden dar a los hongos después de su cosecha para su consumo .....	16
2.5.1 Tratamiento térmico.....	16
2.5.2 Carne molida .....	19
2.5.3 Huevo .....	23
2.5.4 Sal .....	25
2.5.5 Almidón de maíz.....	26



<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1	Materia Prima.....	28
3.2	Material y Equipo para la elaboración de la hamburguesa.....	28
3.3	Material y Equipo para realizar el Análisis Bromatológico de las Hamburguesas.....	29
3.4	Reactivos .....	30
3.5	Localización .....	30
3.6	ETAPA 1 Selección del Hongo en Base al Contenido Proteico .....	30
3.6.1	Determinación de Proteínas por Método Microkjeldhal .....	31
3.7	ETAPA 2 Selección de Molienda del Hongo .....	32
3.8	ETAPA 3 Selección de Escalde .....	33
3.9	ETAPA 4 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa.....	35
3.9.1	Elaboración de las hamburguesas a base de hongo.....	35
3.9.2	Elaboración de las Hamburguesas a Base de Carne .....	36
3.10	ETAPA 5 Análisis Bromatológico de las Hamburguesas.....	37
3.10.1	Preparación para el Análisis de las Muestras de Hamburguesas.....	37
3.11	Determinación de Materia Seca Total o Sólidos Totales.....	38
3.12	Determinación de Humedad.....	39
3.13	Determinación Cenizas Totales .....	40
3.14	Determinación de proteína cruda método de Macrokjeldhal .....	41
3.15	Determinación de Extracto Etéreo.....	44
3.16	Determinación de Fibra Cruda .....	46
3.17	Determinación de Minerales.....	48
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
4.1	ETAPA 1 Selección del Hongo en Base al Contenido Proteico .....	50
4.2	ETAPA 2 Selección de Molienda del Hongo .....	51
4.3	ETAPA 3 Selección de Escalde .....	51
4.4	ETAPA 4 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa.....	52
4.5	ETAPA 5 Análisis Bromatológico de las Hamburguesas.....	54
4.5.1	Materia Seca Total.....	54
4.5.2	Cenizas.....	55

4.5.3	Proteína.....	57
4.5.4	Extracto Etéreo.....	59
4.5.5	Fibra Cruda.....	61
4.5.6	Contenido de Zn.....	62
4.5.7	Contenido de Fe.....	63
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>65</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>CUADRO 1.</b> CANTIDAD ESTIMADA DE AGUA PARA PRODUCIR 1 KG DE HONGOS COMESTIBLES EMPLEANDO TECNOLOGÍAS RUSTICAS, EN COMPARACIÓN CON OTROS ALIMENTOS Y FORRAJES.....	3
<b>CUADRO 2.</b> VALOR NUTRICIONAL DE ALGUNOS HONGOS COMESTIBLES .....	12
<b>CUADRO 3.</b> VISIÓN GENERAL DE LOS VALORES NUTRICIONALES DE VARIOS ALIMENTOS COMPARADOS CON LOS HONGOS .....	13
<b>CUADRO 4.</b> CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL HONGO CREMINI .....	14
<b>CUADRO 5.</b> COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE CREMINI POR CADA 100 G.....	15
<b>CUADRO 6.</b> NECESIDADES DE LAS PERSONAS ADULTAS EN AMINOÁCIDOS ESENCIALES EXPRESADAS EN MG POR KG DE PESO Y DÍA.....	20
<b>CUADRO 7.</b> COMPOSICIÓN Y CONTENIDO ENERGÉTICO DE LA CARNE MAGRA DE ALGUNOS ANIMALES DE ABASTO (G/100 G) .....	21
<b>CUADRO 8.</b> CONTENIDO EN AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LA CARNE, EXPRESADA EN MG/100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE DEL ALIMENTO. ....	21
<b>CUADRO 9.</b> COMPOSICIÓN DE MACRO ELEMENTOS Y SALES MINERALES DE 100 G DE CARNE Y GRASA DE ALGUNAS ESPECIES DE ABASTO.....	22
<b>CUADRO 10.</b> COMPOSICIÓN DE MICRO ELEMENTOS Y SALES MINERALES DE 100 G DE CARNE Y GRASA DE ALGUNAS ESPECIES DE ABASTO.....	22
<b>CUADRO 11.</b> INFORMACIÓN NUTRIMENTAL EN 100 G DE SIRLOIN.....	23
<b>CUADRO 12.</b> TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA ESCALDE DE HONGOS. ....	33
<b>CUADRO 13.</b> RESULTADOS DEL ANÁLISIS NITRÓGENO Y PROTEÍNA DE LAS 3 VARIEDADES DE HONGO.....	50
<b>CUADRO 14.</b> FORMULACIÓN DE HAMBURGUESA A PARTIR DE HONGO .....	53
<b>CUADRO 15.</b> FORMULACIÓN DE HAMBURGUESA A PARTIR DE CARNE.....	53
<b>CUADRO 16.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE MST.....	55
<b>CUADRO 17.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE CENIZA. ....	56
<b>CUADRO 18.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE PROTEÍNA. ....	58
<b>CUADRO 19.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE EE. ....	60
<b>CUADRO 20.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE FC. ....	61
<b>CUADRO 21.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE ZN.....	62
<b>CUADRO 22.</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DE FE. ....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>FIGURA 1</b> HONGO CREMINI ( <i>AGARICUS BISPORUS VAR BRUNNESCENS</i> ) .....	14
<b>FIGURA 2</b> SELECCIÓN DE MOLIENDA. ....	33
<b>FIGURA 3</b> SELECCIÓN DE ESCALDE .....	34
<b>FIGURA 4</b> HAMBURGUESA ELABORADA A BASE DE HONGO.....	35
<b>FIGURA 5</b> HAMBURGUESA ELABORADA A BASE DE CARNE .....	36
<b>FIGURA 6</b> PREPARACIÓN DE MUESTRAS .....	38
<b>FIGURA 7</b> EQUIPO UTILIZADO PARA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES. ....	39
<b>FIGURA 8</b> EQUIPO UTILIZADO PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.....	41
<b>FIGURA 9</b> EQUIPO KJELDHAL SECCIÓN DE DIGESTIÓN .....	42
<b>FIGURA 10</b> EQUIPO KJELDHAL SECCIÓN DE DESTILACIÓN. ....	43
<b>FIGURA 11</b> INSTRUMENTAL DE TITULACIÓN PARA OBTENCIÓN DE PROTEÍNA. ....	43
<b>FIGURA 12</b> EQUIPO PARA DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO. ....	45
<b>FIGURA 13</b> EQUIPO UTILIZADO EN DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA. ....	47
<b>FIGURA 14</b> ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA DONDE SE DETERMINÓ ZN Y FE.....	49
<b>FIGURA 15</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE MST OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS. ....	55
<b>FIGURA 16</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE CENIZA OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS.....	57
<b>FIGURA 17</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS.....	59
<b>FIGURA 18</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETÉREO OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS. ....	60
<b>FIGURA 19</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS. ....	62
<b>FIGURA 20</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS EN PPM DE ZN OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS. ....	63
<b>FIGURA 21</b> COMPARACIÓN DE MEDIAS EN PPM DE FE OBTENIDO EN CADA UNA DE LAS HAMBURGUESAS ANALIZADAS. ....	64

Correo electrónico; Martha Alicia Cena González, [marthali\\_92@hotmail.com](mailto:marthali_92@hotmail.com)

## RESUMEN

Los hongos comestibles constituyen un alimento con propiedades nutricionales y nutracéuticas que promueven la salud, lo cual puede ser una alternativa a la seguridad alimentaria en momentos de crisis debido a su fácil obtención y a su contenido de aminoácidos esenciales, vitaminas y fibra cruda.

En México la epidemia del sobrepeso y obesidad se ha convertido en un gran problema, esto debido en parte a la mala alimentación. Por ello la importancia de producir productos alternativos, entre ellos las Hamburguesas a partir de Hongos, que sería una buena opción para obtener productos de mejor valor nutritivo y que además satisfagan las necesidades del consumidor.

El presente trabajo se dividió en cinco etapas; la primera se concentró en seleccionar la mejor variedad de hongo en cuanto a contenido proteico. La segunda etapa se dedicó a la mejor elección de molienda. La tercera etapa se destinó a determinar los tiempos y temperaturas ideales a las que deberían de ser sometidos los hongos comestibles y así retrasar su oxidación. En la cuarta etapa se formuló y desarrollo la hamburguesa. En la quinta etapa se realizó un análisis bromatológico a las hamburguesas. Sin embargo para hacer un comparativo más amplio y determinar el nivel de nuestra hamburguesa con respecto a otras, se comparó con una hecha a partir de carne y una de tipo comercial, siendo tres muestras a evaluar, con tres repeticiones por tratamiento.

A cada una de las muestras, se les realizó un análisis bromatológico, los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de Varianza (ANVA) y Prueba de medias de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ). Los Resultados obtenidos indicaron que las tres muestras analizadas, presentaban diferencias estadísticamente significativas en cuanto al contenido de: materia seca total, cenizas, proteína, extracto etéreo, fibra cruda y mineral Zn. En cuanto al Mineral Fe se demostró que no existió diferencia significativa en dos de las tres muestras evaluadas.

**Palabras clave:** Hamburguesas, Hongos Comestibles, Bromatológico, Proteína, Comparativo.



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

La hamburguesa es un alimento de carne picada aglutinada en forma de filete, el cual puede cocinarse a la parrilla, plancha, freírse u hornearse. La cual es presentada en dos piezas de pan de forma semiesférica y suele ser acompañada por cebolla, lechuga, tomate, encurtidos, queso, papas y condimentos (Edge, 2005). La hamburguesa es en la actualidad un alimento tan popular que aparece en casi todas las culturas de la tierra, al igual que otros alimentos como pueden ser la pizza y los hot dog.

Su historia procede de la gastronomía de las tribus mongolas y turcas del siglo XIV, las cuales picaban la carne de ganado de baja calidad para hacerla más comestible (Turnbull, 2003). Dicha receta es llevada a Alemania a través de los tártaros de origen ruso, los cuales comían la carne cruda y condimentada con especias.

La palabra hamburguesa proviene de la ciudad de Hamburgo, Alemania, donde posteriormente inmigrantes alemanes a finales del siglo XIX introdujeron este platillo a Estados Unidos, lugar donde se comercializó rápidamente adoptando la imagen que conocemos actualmente.

Expertos en salud afirman que la comida rápida no es muy saludable porque pequeñas cantidades de comida concentran muchas calorías. Sin embargo, las condiciones laborales, así como la falta de tiempo, hacen que la comida rápida sea la elección de muchas personas para poder comer rápidamente y generalmente a bajo costo. Las grandes cantidades de grasa que aporta la comida rápida la convierte en comida poco saludable, lo cual ocasiona problemas como obesidad, hipertensión, desnutrición, entre otros. Una manera con la cual se ha tratado de reducir estos riesgos es la utilización de ingredientes naturales que sustituyan a los artificiales por ejemplo el uso de tomate natural en vez de ketchup (Lago, 2011).

Los hongos silvestres comestibles han sido recolectados y consumidos por la gente durante miles de años. Los registros arqueológicos revelan especies comestibles asociadas con poblaciones chilenas de hace 13,000 años, pero es en China donde se nota por primera vez su consumo como alimento varios siglos antes del nacimiento de Cristo (Erick, 2005).

En la actualidad hay aproximadamente 2,000 variedades de hongos comestibles en el mercado mundial. La mayoría de las variedades son colectadas silvestres, las variedades cultivadas son alrededor de 50, *Agaricus bisporus*, comprende cerca del 40 % de la producción y consumo mundial de hongos comestibles. Donde China es el mayor proveedor seguido de Estados Unidos, Holanda, España, Francia y Polonia (E. Sanchez, 2007).

Los inicios del cultivo de hongos comestibles en México tuvieron lugar en 1993, en un rancho cercano a Texcoco, Estado de México. Convirtiendo al país en tercer lugar de América donde se emprendía dicho cultivo. Se estima que la producción comercial en fresco es de aproximadamente 28,895 toneladas anuales. Siendo el mayor productor de Latinoamérica y decimotercero a nivel mundial. Las variedades mayormente cultivadas son: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Shiitake* (Martínez-Carrera, 2000).

Los hongos comestibles constituyen un alimento funcional con propiedades nutricionales y nutraceuticas que promueven la salud, lo cual puede fortalecer la seguridad alimentara en momentos de crisis. Diversas investigaciones han demostrado que los hongos comestibles tienen un considerable contenido de proteína (aminoácidos esenciales), vitaminas, fibra cruda, así como propiedades anticancerígenas y antioxidantes (Martinez-Carrera 2010).

Un aspecto importante, en comparación con otros cultivos convencionales y agroindustriales, es la marcada eficiencia del proceso de producción de hongos comestibles para utilizar residuos agroindustriales y convertir el agua y la energía en alimento humano (Martínez- Carrera, 1998).



Se ha estimado que para producir 1 kg de hongos comestibles (*Pleurotus*) empleando tecnologías rústicas se requieren 28 L de agua, en un periodo de 25-30 días después de la incubación. Esta cantidad y periodo son menores en comparación con otros alimentos y forrajes tales como papa (500 L/Kg), sorgo (1.110 L/kg) y arroz (1912 L/kg). En el siguiente cuadro se describe la cantidad de agua para la obtención de un kilogramo de hongos, en comparación con la cantidad empleada en otros productos o cultivos.

**Cuadro 1.** Cantidad estimada de agua para producir 1 kg de hongos comestibles empleando tecnologías rústicas, en comparación con otros alimentos y forrajes.

Producto	Litros de agua /Kg	Contenido proteínico (g)	Litros de agua requeridos por gramo de proteína
<b>Setas (Pleurotus)</b>	28	2.7	1.0
<b>Papa</b>	500	2.1	23.8
<b>Trigo</b>	900	14.0	6.4
<b>Alfalfa</b>	900	6.0	15.0
<b>Sorgo</b>	1110	11.0	10.0
<b>Maíz</b>	1400	3.5	40.0
<b>Arroz</b>	1912	6.7	28.5
<b>Soya</b>	2000	34.1	5.8
<b>Carne de pollo</b>	3500	23.8	14.7
<b>Carne de res</b>	100,000	19.4	515.4

Fuente (<http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/Mexico/COLPOS/A/10.pdf>)

El consumo de alimentos no solo de buen sabor, sino también nutritivos y con propiedades benéficas, ha sido la gran tendencia en los últimos años, por lo cual la industria alimentaria ha evolucionado en la producción de alimentos, ofreciendo con ello alternativas más saludables y nutritivas a los consumidores.

Debido al avance tecnológico y a la falta de tiempo para la realización de actividades como la preparación de alimentos, han propiciado el consumo de

alimentos procesados o comida rápida, tales como tacos, pizzas, tortas y hamburguesas, las cuales son ricas en grasas y calorías.

En México la epidemia del sobrepeso y la obesidad se ha convertido en un problema de gran magnitud, debido a la ingesta excesiva de alimentos que aportan más calorías de las requeridas, esto aunado a la vida sedentaria y a la poca actividad física contribuyen a la obesidad, que a su vez genera diversidad de complicaciones y enfermedades.

El abuso de este tipo de comidas es uno de los principales factores causante de enfermedades como presión alta, enfermedades del corazón, ya que gran parte de estas es rica en grasas, carbohidratos y sodio (L., 2012).

Al mismo tiempo, el consumo de carnes rojas y procesadas se ha incrementado significativamente y se asocia con la obesidad. Muchos de estos alimentos que son altos en grasa comprenden una fuente significativa de grasa saturada y colesterol en la dieta.

La demanda actual de la sociedad por productos con menos aditivos y saludables ha provocado que las industrias alimentarias trabajen en la realización de alternativas alimentarias, con mejores cualidades nutritivas y de origen natural. Esto debido en gran medida a la conciencia que ha presentado la población en los últimos años con respecto a este tema, esto para evitar enfermedades asociadas con el consumo excesivo de estos productos con aditivos y grandes cantidades de calorías.

Debido a esto se están desarrollando productos alternativos los cuales mejoren su calidad nutricional además de que satisfaga las necesidades del consumidor. Entre estos productos la hamburguesa a partir de hongos sería una buena alternativa como sustitución de carne. Ya que los hongos comestibles son fuentes de nutrientes importantes, además de que poseen características deseables como, el sabor, aroma, saciedad y bajo contenido calórico un elemento importante en la regulación del peso, además de que proporcionan una buena fuente de aminoácidos esenciales, minerales y son bajos en grasa (Kavita H. Poddar, 2013).

En el norte del país los hongos comestibles han sido usados principalmente como guarnición o ingrediente para recetas de cocina, debido a esto no se han aprovechado al máximo sus propiedades y beneficios mencionados anteriormente. En base a lo anterior, el desarrollo de este trabajo se enfocó en la elaboración de una hamburguesa a partir de hongo variedad Cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*). La utilización de hongos se debió en primera instancia a su fácil accesibilidad y obtención, además de que pueden ser considerados como sustituto de carne, debido a la cantidad de aminoácidos que contienen, algunos de estos son; alanina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina y valina (Zhang et al., 2013), convirtiéndolo así en una buena alternativa, para todas aquellas personas que no puedan consumir carne debido a problemas de salud o bien cuiden su alimentación, ofreciendo con ello un producto alternativo de mejor valor nutricional.

La hamburguesa, está compuesta de agua, grasas las cuales dependen fundamentalmente del tipo de carne empleada en su elaboración y proteínas (debido a su contenido predominante cárnico), sin embargo estas últimas pueden provenir de otras fuentes en este caso de origen fúngico.

## 1.2 Justificación

Debido a la falta de tiempo y alternativas saludables, la comida rápida, entre ellas las hamburguesas, se han convertido en una solución para satisfacer dicha necesidad, a pesar de ser productos no tan saludables y de bajo valor nutricional. Como su nombre lo indica por ser comida de rápida preparación y por lo regular a bajo costo, es una opción fácil para la mayoría de la población. Sin embargo el abuso de este tipo de comidas es uno de los principales factores causantes de enfermedades como presión alta, enfermedades del corazón y obesidad en nuestro país.

En base a lo anterior, nos damos cuenta de la necesidad de incrementar la variedad de alimentos nutritivos y funcionales. La elaboración de hamburguesas a partir de hongos representa una buena alternativa para darle solución a estos problemas debido a las ventajas que estos ofrecen.

El presente trabajo fue enfocado como una alternativa de consumo al elaborar una hamburguesa a partir de una variedad de hongo Cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*), como opción para todas aquellas personas que cuidan su salud, peso y alimentación, ya que las ventajas que esta ofrece son: como sustituto de carne debido a la cantidad de Aminoácidos que contiene, mayor contenido de fibra y menor contenido de grasas en comparación al de las hamburguesas elaboradas comercialmente.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Elaborar una hamburguesa a partir de hongos comestibles.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Seleccionar la variedad de hongo comestible con mayor contenido proteico para la elaboración de la hamburguesa.
- Evaluar diferentes tratamientos térmicos con soluciones de bisulfito, ácido cítrico y agua purificada, para inactivar enzimas.
- Evaluar el contenido nutrimental de la hamburguesa.
- Comparar la hamburguesa elaborada, con una preparada a partir de carne magra y una de tipo comercial.

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Definición y tipos de hamburguesa**

La hamburguesa es un producto elaborado a base carne molida (o picada) de animales de abasto homogeneizada y preformada, cruda, pre cocida o congelada y con ingredientes o aditivos de uso permitido (INEN, 2011).

En Estados Unidos la única carne que se admite en la composición de las hamburguesas es la procedente del ganado vacuno. En cambio en otros países (incluido México), se conocen hamburguesas fabricadas con carne de pollo, cerdo, cordero o mezcla de alguna de ellas.

### **2.2 Ingredientes para la preparación de hamburguesas**

Una hamburguesa es un alimento procesado en forma de bocadillo o sándwich de carne picada aglutinada en forma de filete, cocinado a la parrilla o a la plancha, aunque también puede freírse u hornearse. Se presenta en un pan ligero partido en dos que posee una forma semiesférica, la cual suele estar acompañada de aros de cebolla, hojas de lechuga, tomate, láminas de encurtidos, papas fritas, condimentos como cátsup, mostaza, mayonesa, entre otros (Edge, 2005).

### **2.3 Definición de Hongos**

Los hongos son seres microscópicos o macroscópicos que viven sobre diversos materiales orgánicos, a los cuales descomponen para así alimentarse (Gaston, 1981)

Los hongos son un grupo de seres vivos diferentes de las plantas y de los animales, razón por la cual se clasifican en un reino aparte llamado Fungi . Poseen gran capacidad de adaptación y pueden desarrollarse sobre cualquier medio o superficie, tanto en los bosques como en las ciudades. Se reproducen por

medio de esporas, las cuales son diseminadas principalmente por el viento y por el agua.

Juegan un papel en la descomposición, ya que transforman la materia orgánica en sustancias más simples y asimilables por otros seres vivos. Algunos hongos son además son una fuente de vitaminas, proteínas, fibra y minerales. Hay 14,000 especies de hongos y al menos 2,000 de ellos tienen diferentes grados de comestibilidad, de los cuales alrededor de 200 son especies de hongos comestibles silvestres (Zhang et al., 2013).

### **2.3.1 Características Generales, Nutrición y Reproducción de los Hongos**

Estos organismos generalmente están formados por masas blancas y algodonosas, de las cuales brotan pequeños o grandes botones, que son las estructuras que producirán la infinidad de simientes (o esporas, a través de las cuales reproducirse (Gaston, 1981).

Los hongos carecen de clorofila, por lo cual no pueden alimentarse como las plantas y por ello deben optar por vivir a expensas de un ser vivo, vegetal o animal o vivir sobre materias carbonadas inertes (Pierre, 1970).

Los hongos se reproducen sobre todo por medio de esporas, las cuales se dispersan en un estado latente, que se interrumpe solo cuando se hallan condiciones favorables para su germinación. Cuando estas condiciones se dan, la espora germina, surgiendo de ella una primera hifa, por cuya extensión y ramificación se va construyendo un micelio.

### **2.3.2 Definición de Hongos Comestibles y Características**

Se entiende por Hongos comestibles (HC) a los frutos pertenecientes a un grupo vegetal específico fungí que crecen en estado silvestre o que se cultivan y que después de su elaboración necesaria son apropiados para utilizarse como alimento (CODEX, 1981).

El término HC se refiere a los cuerpos fructíferos de los hongos macroscópicos que son cultivados comercialmente y pueden ser consumidos por humanos y animales.

La cantidad de hongos estudiados es muy amplia, sin embargo si nos interesa conocer aquellos que son consumidos por el hombre como alimento y algunos del tipo venenosos que pudieran confundirse con estos, los conoceremos como hongos superiores, los cuales se encuentran dentro de dos grandes grupos: *Basidiomicetos* y *Ascomicetos*. La mayoría de los HC se incluyen dentro de los *Basidiomicetos* (Luis, 1967).

### **2.3.3 Importancia de los Hongos Comestibles**

Los HC además de agregar un excelente sabor a los platillos, son un alimento muy nutritivo, debido a la cantidad de Aminoácidos esenciales que estos poseen y su contenido en fibra.

La importancia de los HC sigue creciendo por muchas razones fundamentales entre las cuales destacan: Primeramente el ser considerados como una fuente alternativa de ingresos y de trabajo para muchas familias. Son fuentes de alimentación debido a los nutrientes que contienen, esto aunado a los beneficios que ofrecen a la salud. Mantienen la salud de los bosques (Eric, 2005). Son considerados como posible alternativa de seguridad alimentaria esto debido a su fácil obtención y producción a partir de subproductos agroindustriales y forestales.

### **2.3.4 Producción de hongos comestibles en México**

Los inicios del cultivo de HC en México tuvieron lugar en 1993, a través de los ensayos de don José Leben Zdravie, en un modesto rancho ganadero conocido como "Tolimpa", cercano a Texcoco, Estado de México (Martínez- Carrera D., 1991).



En México, el sector académico desarrollo la producción rural de HC en México, a través de las investigaciones de Martínez-Carrera & Larqué –Saavedra en los años 90's, donde se incluían en sus trabajos , a las comunidades campesinas e indígenas, el conocimiento tradicional de los HC de dichas regiones, la utilización y reciclaje de subproductos agrícolas o forestales como substratos y la gran relevancia de los HC para la seguridad alimentaria de dichas comunidades (Martínez-Carrera D., 2012).

Actualmente los volúmenes de producción de México ascienden a más o menos 62,374 toneladas anuales de hongos comestibles frescos. Nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica, ya que genera el 80.8 % ubicándolo en el décimo tercer productor a nivel mundial, seguido de Brasil con 7.7 % y Colombia 5.2 % (Martínez-Carrera D., 2012).

El monto anual de estas operaciones supera los 200 millones de dólares y la generación de 25 mil empleos directos e indirectos. La importancia radica en la utilización de subproductos agrícolas, forestales y agroindustriales.

Los HC que se cultivan en México son: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Ustilago* y *Grifola*.

### **2.3.5 Valor nutricional de los hongos comestibles**

Los hongos comestibles constituyen, en general, un excelente alimento; en primer lugar por contenido de aminoácidos esenciales y minerales, lo cual lo convierte en una buena opción como sustituto de carne. Además de ser bajos en grasas y ricos en fibra. En general los cuerpos fructíferos de hongos en peso seco contienen 25% de proteína, 57% de carbohidratos, 12.5 % de cenizas y 5.7% de grasas (Ghorai et al. 2009).

Los hongos poseen ventajas naturales, en comparación con otras fuentes vegetales entres estas destacan: un buen contenido de proteína (20-30% en materia seca) la cual contienen todos los aminoácidos esenciales principalmente lisina, por lo cual puede ser considerado como sustituto de carne, contiene en su

pared celular quitina como fuente de fibra, bajos en grasa y por lo tanto libre de colesterol, alto contenido de vitamina B y son fáciles de cultivar.

Diversas medias, índices, valores, basadas en la composición de aminoácidos son usadas para comparar el valor nutritivo de los HC. El cómputo de aminoácidos se basa en la cantidad de aminoácidos más limitantes presentes en un alimento en comparación con una proteína de referencia (huevo). El índice de aminoácidos esenciales de los HC mide la presencia d aminoácidos que la gente no puede sintetizar (Eric, 2005).

A continuación se presenta el contenido nutricional de algunas especies de hongos comestibles, en comparación con el de otros productos alimenticios.

**Cuadro 2.** Valor nutricional de algunos hongos comestibles

<b>Especies</b>	<b>Índice de aminoácidos esenciales</b>	<b>Valor biológico</b>	<b>Computo de aminoácidos</b>	<b>Índice nutricional</b>
<b><i>Agariucus bisporus</i></b>	86.8	83.0	65.0	22.0
<b><i>Cantharellus cibarius</i></b>	94.2	91.0	68.0	3.31
<b><i>Macroleplota procera</i></b>	98.7	95.9	90.0	7.4
<b><i>Suillus granulatus</i></b>	89.7	86.1	73.6	13.5
<b><i>Termitomyces</i></b>	86.3	82.4	-	23.9
<b>Especies del mundo</b>	87.6	83.8	61.6	16.0

Fuente <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>

Los índices de aminoácidos esenciales de los HC se comparan con otros alimentos. Mostrando con ello un campo más amplio, para la obtención de aminoácidos de otras fuentes de alimentos en este caso de HC.

**Cuadro 3.** Visión general de los valores nutricionales de varios alimentos comparados con los hongos

Índice de Aminoácidos esenciales	Computo de Aminoácidos	Índice nutricional
100 Cerdo, bovino ,pollo	100 Cerdo	59 Pollo
99 Leche	98 Bovino, pollo	43 Bovino
91 Patatas, frijoles	91 Leche	35 Cerdo
88 Maíz	63 Repollo	31 Frijoles de soja
86 Pepino	59 Patatas	26 Espinacas
79 Cacahuates	53 Cacahuates	25 Leche
76 Espinacas, frijoles de soya	50 Maíz	21 Frijoles
72 Repollo	46 Frijoles	20 Cacahuates
69 Nabos	42 pepinos	17 Repollo
53 Zanahorias	33 Nabos	14 Pepinos
44 Tomates	31 Zanahoria	11 Maíz
----	28 Espinacas	10 Nabos
----	23 Frijoles de soja	9 Patatas
----	18 Tomates	6 Zanahorias

Fuente <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>

#### 2.4 Hongo Cremini / Crimini (*A. bisporus var brunnescens*)

Uno de los HC más cultivados y consumidos en nuestro país es *Agaricus bisporus*, el cual es una especie de hongo basidiomiceto de la familia de Agaricales nativo de Europa y América del norte, cultivado extensamente para su uso en gastronomía. De esta especie desprenden otras variedades como: *A. bisporus var hortensis*, *A. bisporus var sativus*, *A. bisporus var vulgaris* y *A. bisporus var brunnescens*, esta última la detallaremos a continuación.

A la variedad Cremini o Crimini se le conoce también como hongo marrón italiano. Pertenece a la especie *Agaricus bisporus var brunnescens*, el sombrero es de color café ligeramente dorada o café oscuro. Su textura es muy firme y su sabor

más profundo y denso que el champiñón blanco (Leben, <http://www.leben.com.mx/?productos=crimini>).

Se le llama Cremini cuando *Agaricus bisporus var brunnescens* se encuentra en etapa juvenil, sin embargo si sigue con su proceso de maduración se llama portobello, ambos son destinados por lo general a consumo inmediato en fresco.

En la figura 1 se muestra la apariencia de los Hongos variedad Cremini en fresco .



**Figura 1** Hongo Cremini (*Agaricus bisporus var brunnescens*)

A continuación, se describe la clasificación a la cual pertenecen los Hongos Cremini, dentro del Reino Fungi.

**Cuadro 4.** Clasificación Científica del Hongo Cremini

<b>Reino</b>	<i>Fungi</i>
<b>División</b>	<i>Basidiomycota</i>
<b>Clase</b>	<i>Agaricomycetes</i>
<b>Subclase</b>	<i>Agaricomycetidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Agaricales</i>
<b>Familia</b>	<i>Agaricaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Agaricus</i>
<b>Especie</b>	<i>A. Bisporus</i>
<b>Varietades cultivadas</b>	<i>A. bisporus var brunnescens, A. bisporus var hortensis, A. bisporus var sativus, A. bisporus var vulgaris.</i>

**Fuente**<http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Hongos&s2=Setas&s3=Champi%25F1%25F3n>

### 2.4.1 Valor nutricional

Los hongos Cremini son similares en apariencia al champiñón, pero son de color marrón. Su contenido de humedad oscila de un 82-92 %, una porción de cinco hongos Cremini contienen, solo 4 g de carbohidratos, no contiene grasa y 23 calorías. Además contiene selenio y ergotioneína, cobre, zinc, hierro, potasio y fosforo y es alta en vitaminas B2, B3.

En seguida se muestra el contenido nutricional de hongo cremini por cada 100 g.

**Cuadro 5.** Composición nutrimental de Cremini por cada 100 g

Contenido Nutricional	Por 100 g
Energía	92 Kj o 22 Kcal
Proteína	2.5 g
Agua	92.30
Carbohidratos	4.12 g
Fibra	0.6 g
Azúcar	1.72 g
Grasa	0.1 g
Grasa saturada	0.014 g
Grasa polinsaturada	0.042 g
Grasa monoinsaturada	0.002 g
Colesterol	0 mg
Sodio	6 mg
Potasio	448 mg
Hierro	0.40 mg
Zinc	1.10 mg
Selenio	26.0 mg

Fuente <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/champi%C3%B1ones-caf%C3%A9-%28crimini-italiano%29>

## **2.5 Pre-tratamientos que se le pueden dar a los hongos después de su cosecha para su consumo**

Los tratamientos térmicos incluyen inmersión en agua caliente, vapor de agua, pasteurización, esterilización.

### **2.5.1 Tratamiento térmico**

Es el método físico que consiste en someter a una fuente de calor suficiente por un tiempo apropiado al producto antes o después de ser envasado en recipiente de cierre hermético con el fin de lograr una estabilidad biológica (NOM, 1995).

#### **2.5.1.1 Escaldado**

Proceso térmico que típicamente se aplica a un alimento con el propósito de desactivar enzimas y fijar el color del producto (CAC, 1976).

El escaldado puede realizarse en agua caliente, agua en ebullición o vapor de agua saturado a temperaturas de entre 70 y 100 °C, aproximadamente de 1 a 3 minutos dependiendo de la naturaleza y el tamaño del producto a tratar, a la temperatura deseada. El último paso es realizar un enfriamiento rápido, de lo contrario se contribuye a la proliferación de microorganismos termófilos resistentes a la temperatura.

La decoloración de los Hongos es un fenómeno común que disminuye su valor comercial. Debido a la recolección, manipulación y almacenamiento, se inician las reacciones de decoloración, que se consideran estar mediada por la oxidación catalizada por enzimas de sustratos fenólicos en quinonas, que conduce a la formación de melanina de color marrón (Weijn et al., 2013).

El escaldado es un tratamiento térmico de alta temperatura y corto tiempo, cuyo objetivo principal es inactivar enzimas, una de ellas Polifenol oxidasa (PPO) que cataliza la oxidación a diferentes compuestos fenólicos, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial, esto

debido a reacciones químicas producidas por el contacto con el oxígeno y el aire y por el contenido natural de proteínas denominadas enzimas.

### **2.5.1.2 Efectos del escaldado en los alimentos**

Los tejidos vegetales son materiales vivos y manifiestan frescura dependiendo en gran cantidad de la ordenación estructural y composición química de la pared celular de los espacios intercelulares donde las sustancias pépticas son las principales constituyentes. El calentamiento durante el escaldado ocasiona rompimiento de la célula y reducción de sustancias pépticas lo cual provoca cambios irreversibles en la estructura celular y en las características físicas del tejido vegetal (Barros et al., 2008) Algunos efectos del escaldado son los siguientes.

- ✓ Inactivación de enzimas.
- ✓ Desorción de gases como el oxígeno. La concentración residual en el producto tras el escaldado es mínima, impidiendo su oxidación.
- ✓ Expulsión de los gases (aire) ocultos en los espacios intercelulares de las hortalizas, lo cual provoca la compactación del producto.
- ✓ Disminución del tiempo de cocimiento del producto final.
- ✓ Cambios de color, la temperatura y tiempo de escaldado influyen en los pigmentos de los alimentos.
- ✓ Cambios de textura, las condiciones de tiempo y temperatura necesarias para lograr la inactivación enzimática, provocan alteraciones de textura en algunos alimentos.
- ✓ Disminución del contenido natural de microorganismos.

Sin embargo un sobre escaldado produce una excesiva lixiviación de minerales pigmentos, vitaminas, pérdida de sabor y valor nutricional (Barros et al., 2008), por ello la importancia de controlar los tiempos y temperaturas del escaldado.

### **2.5.1.3 Métodos de escaldado**

**Escaldado por condensación:** El alimento es mantenido en una atmosfera de vapor saturado durante un tiempo determinado a través de un escaldador de vapor. Es usado en alimentos de gran superficie relativa, ya que las pérdidas por lavado son menores que por escaldado en agua caliente.

### **Escaldado por inmersión**

El alimento es sumergido en un baño de agua caliente entre 70-100 °C, durante un cierto tiempo y trasladado posteriormente a una sección de escurrido-enfriado (Barros et al., 2008).

Es muy importante controlar los tiempos y temperatura para no provocar efectos perjudiciales en el alimento.

### **2.5.1.4 Uso de aditivos químicos durante el escaldado**

Se utilizan escasamente y solo y cuando el escaldado no sea suficiente. En general se aplican en el agua de escaldado para reforzar la acción de este. Los tratamientos más habituales son:

Disminución del pH del agua de escaldado con ácido cítrico, se disminuye la temperatura y tiempo de tratamiento.

Adición del ácido ascórbico para prevenir el pardeamiento enzimático debido a su carácter reductor (reduce quinonas, antes de polimerizarse, a sus componentes fenólicos originales).

La adición de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) complementa al escaldado porque interfiere de forma irreversible la reacción de pardeamiento enzimático, que reacciona con las quinonas dando productos no coloreados e impidiendo su polimerización. No obstante tiene efectos nocivos como destrucción de la vitamina B1, alteración del sabor y además es peligroso si se sobrepasan ciertos límites de tolerancia.



Bisulfito de sodio, se trata de una sal muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio. Es empleado en la industria alimentaria como conservante, su identificación de acuerdo a la FDA es E-222 . El bisulfito de sodio trabaja liberando gas de dióxido de azufre, que inhibe el crecimiento de bacterias, hongos y previene la decoloración y deterioro causado por reacciones químicas comunes. A dosis elevadas produce olores y sabores desagradables que limitan su uso. Los sulfitos han sido asociados a algunas reacciones alérgicas (principalmente asmáticas).

Ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materia primas, especialmente la melaza de caña de azúcar. El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Es también un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y otros vegetales. Sin embargo se utiliza con otros agentes de antipardecimiento, debido a que es muy difícil lograr una inhibición completa del oscurecimiento únicamente con el control de pH.

### **2.5.2 Carne molida**

Producto obtenido de la carne fresca de animales de los géneros *Bos*, *Suis*, *Ovis*, *Gallus*, procedentes de rastro que cumplan con lo establecido en el reglamento, que es cortada y pasada por un molino o picadora, adicionada con ingredientes, moldeada, envasada , refrigerada o congelada para su conservación y venta al público (NOM, 1993).

Proceso para la elaboración de hamburguesa a partir de carne: Primero la recepción de la carne, esta puede ser refrigerada o congelada. Después el Pre-desmenuzado, esto para reducir el tamaño de las piezas a una dimensión adecuada para alimentar la picadora. Enseguida el picado este proceso es muy importante porque determina en gran medida la textura final del producto, el cual

en este caso será grueso para conseguir una textura fibrosa y desmenuzable. Posteriormente se realiza el amasado donde se normaliza la composición de la masa de carne y se distribuye de manera uniforme la sal y todos los demás ingredientes. A continuación el moldeo y extrusión aquí se le proporciona a la carne amasada la forma, tamaño y la textura adecuados. Por último el envasado y etiquetado, el envase utilizado suele ser de bandeja de polietileno, con plásticos entre las piezas para evitar la adhesión entre ellas. En el etiquetado es obligatorio poner la fecha de envasado y caducidad (García, L. <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/carnico-6.html>).

### 2.5.2.1 Composición Nutricional de la carne

La hamburguesa viene de todas las partes de la vaca. La carne es recortada de los mejores cortes de carne y se muele y se le da forma. La calidad de la hamburguesa depende de la relación de carne magra a grasa.

La composición de la carne y grasa que forman parte de las hamburguesas se muestran con detalle a continuación en los siguientes cuadros.

**Cuadro 6.** Necesidades de las personas adultas en aminoácidos esenciales expresadas en mg por Kg de peso y día.

Aminoácidos	Mg/Kg
Isoleucina	10.0
Leucina	14.0
Lisina	12.0
Metionina y cistina	13.0
Fenilalanina y tirosina	14.0
Treonina	7.0
Triptófano	3.5
Valina	10.0

Fuente <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>

La cantidad de nutrientes presentes depende de la parte del animal, especie, edad, alimentación de estos. En el siguiente cuadro se muestra el contenido nutricional de carne magra de diferentes tipos de carne.

**Cuadro 7.** Composición y contenido energético de la carne magra de algunos animales de abasto (g/100 g)

		Agua	Proteína	Lípidos	Cenizas	Energía (Kcal/100 g)
<b>Cerdo</b>	Lomo	72.4	21.9	4.5	1.1	140
	Pierna	75.0	21.9	1.9	1.2	115
<b>Vaca</b>	Lomo	74.6	22.0	2.2	1.2	120
	Pierna	76.4	21.8	0.7	1.2	103
<b>Terñera</b>	Lomo	77.1	21.2	0.5	1.3	98
	Pierna	76.6	21.5	0.6	1.3	100
<b>Carnero</b>	Lomo	74.4	20.3	4.1	1.1	118
	Pierna	75,2	19.4	4.3	1.1	126

Fuente <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>

La carne es uno de los alimentos con mayor contenido de proteínas y aminoácidos esenciales. Estos contenidos dependen del tipo de especie. A continuación se muestra el contenido de aminoácidos esenciales en diferentes tipos de carne.

**Cuadro 8 .** Contenido en Aminoácidos esenciales de la carne, expresada en mg/100 g de porción comestible del alimento.

	Ile	Leu	Lis	Met	Phe	Thr	Trp	Val
<b>Vaca</b>	852	1.435	1.573	478	778	812	-	886
<b>Pollo</b>	1.069	1.472	1.590	502	800	794	205	1.018
<b>Cordero</b>	778	1.203	1.275	383	625	733	198	790
<b>Cerdo</b>	608	897	961	321	496	583	162	616

Fuente <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>

La carne es uno de los alimentos con mayor contenido de minerales, este contenido varía de acuerdo al tipo de especie, tipo de cocción, si es fresca o cocida. A continuación se muestran en los cuadros nueve y diez la composición de minerales y grasa de diferentes especies de abasto.

**Cuadro 9.** Composición de macro elementos y sales minerales de 100 g de carne y grasa de algunas especies de abasto.

	Kcal	Kjul	Agua (g)	Proteína (g)	Lípidos (g)	Na (mg)	K (mg)
<b>Carne de vaca</b>							
<b>Magro crudo</b>	123	517	74	20.3	4.6	61	350
<b>Grasa cruda</b>	637	2,625	24	8.8	66.9	33	100
<b>Grasa cocinada</b>	613	2,526	25.2	11.9	62.8	50	160
<b>Carne picada</b>							
<b>Cruda</b>	221	919	64.5	18.8	16.2	86	290
<b>Estofada y salada</b>	229	955	59.1	23.1	15.2	320	290

Fuente <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>

**Cuadro 10.** Composición de micro elementos y sales minerales de 100 g de carne y grasa de algunas especies de abasto.

	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Zn (mg)	S (mg)	Cl (mg)	N-Total (g)
<b>7</b>	20	180	2.1	0.14	4.3	190	59	3.25	
<b>10</b>	7	60	1.0	0.11	1.0	-	39	1.40	
<b>14</b>	11	90	1.4	0.14	1.4	-	56	1.91	
<b>15</b>	17	160	2.7	0.15	4.3	180	86	3.01	
<b>18</b>	20	170	3.1	0.24	5.8	220	470	3.69	

Fuente <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>

La carne de res es un multi vitamínico de los complejos B, nutrientes como zinc, fosforo, proteínas. En el siguiente cuadro se muestra el contenido nutrimental por cada cien g de sirloin fresco.

**Cuadro 11.** Información Nutrimental en 100 g de Sirloin.

Hechos nutricionales	Por 100 g
<b>Energía</b>	131 Kcal
<b>Proteína</b>	22.09 g
<b>Carbohidrato</b>	0 g
<b>Fibra</b>	0 g
<b>Azúcar</b>	0 g
<b>Grasa</b>	4.08 g
<b>Grasa saturada</b>	1.508 g
<b>Grasa poli saturada</b>	0.176 g
<b>Grasa mono insaturada</b>	1.641 g
<b>Colesterol</b>	42 mg
<b>Sodio</b>	56 mg
<b>Potasio</b>	349 mg

Fuente <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/sirloin?frce=True>

### 2.5.3 Huevo

La clara y la yema tienen una composición distinta y, por separado o combinadas como huevo entero, ofrece diferentes posibilidades de uso.

El huevo está dividido en las partes siguientes:

**Cáscara:** Formada principalmente por carbonato de calcio y minerales como sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro.

**Clara o albumen:** Compuesta principalmente por agua (88%) y proteínas cerca del (12%). Exenta de lípidos. La proteína más importante es la ovoalbúmina, y que cuando es sometida a la acción del calor adquiere una estructura gelatinosa.

Yema o vitelo: parte central y anaranjada del huevo, su color varía de acuerdo a la alimentación de la gallina. Concentra la mayor parte de vitaminas, lípidos y minerales, su contenido de agua es de aproximadamente el 50 %. Los sólidos se reparten equitativamente entre proteínas y lípidos, quedando una fracción pequeña para vitaminas, minerales y carotenoides. Estos últimos tienen un efecto antioxidante y son responsables del color amarillo.

El peso medio de un huevo es de unos 60 g de los cuales, la clara representa el 58 %, la yema central el 31 % y la cascara el 11 % del total. El huevo tiene unos contenidos moderados en calorías y ácidos grasos (AG) saturados (Barroeta).

Propiedades de las proteínas del huevo y su uso en la industria alimentaria.

- ✓ Espumante: debido a las proteínas de la clara (globulinas y lisozimas), la cual se debe a la ovomucina.
- ✓ Adhesiva: Permite adherir ingredientes, a la superficie de algunos alimentos, entre ellos pan y pasteles.
- ✓ Aglutinante: Debido a la capacidad de los sistemas coloidales que son la clara y la yema esto para formar geles, donde se engloban otras sustancias añadidas.
- ✓ Clarificante y gelificante: Por su poder de coagulante. Es una propiedad compartida por la clara y la yema, la cual consiste en el paso del líquido/fluido a sólido/gelatinoso al ser desnaturalizadas las proteínas por la ruptura de enlaces químicos.
- ✓ Emulsionante: Propiedad de la yema, esto debido a su viscosidad y presencia de lecitina.
- ✓ Aromatizante: realza algunos aromas, además de incorporar el aroma del huevo (Elika, 2014).

La proteína de huevo es muy digerible cerca del 95 % y resulta disponible para cubrir otras necesidades del organismo (Millward, 2004).

#### **2.5.4 Sal**

La sal es un producto constituido básicamente por cloruro de sodio que proviene exclusivamente de fuentes naturales. Se presenta en forma de cristales incoloros, solubles en agua y de sabor salado franco (NOM, 1993). Sin embargo si hay adición de algún elemento como yodo y flúor existen otras variaciones como.

- ✓ Sal yodada, producto constituido básicamente por cloruro de sodio adicionado de yodo, en la cantidad establecida en la norma.
- ✓ Sal yodada fluorurada, producto constituido básicamente de cloruro de sodio adicionado de yodo y flúor, de acuerdo a lo establecido en la norma.
- ✓ Sal para uso en industria alimentaria, la que únicamente es adicionada de yodo en la cantidad que establece la norma y que se utiliza en la elaboración masiva de alimentos (NOM, 1993).

#### **Uso alimentario**

Relacionada con el consumo humano, la sal es fundamental para resaltar y potenciar de forma natural el sabor de los alimentos. Además de esta cualidad organoléptica que la ha hecho universalmente popular, la sal tiene otras muchas propiedades.

- La capacidad de la sal como conservador ha sido fundamental para el desarrollo humano a lo largo de la historia, ya que permitía la preservación de los alimentos.
- La sal actúa como aglutinante de otros ingredientes en los procesos alimentarios.
- La sal funciona como sustancia que permite controlar los procesos de fermentación de determinados alimentos.
- La sal se utiliza para dar textura a los alimentos y así hacerlos más agradables al tacto y visualmente más atractivos y apetitosos.

- La sal se utiliza para desarrollar el color de múltiples alimentos, haciéndolos más agradables a la vista.
- La sal es un agente deshidratador y ablandador de muchas materia primas alimentarias.

### **Funciones tecnológicas relacionadas al uso de sal.**

- ✓ Carne y productos cárnicos, la sal agregada intensifica la capacidad de retención de agua en productos cárnicos después de ser cocinados y tienen un efecto de ablandamiento sobre la carne cruda. También aumenta la estabilidad de la emulsión en producto reestructurados como hamburguesas y salchichas.
- ✓ Productos de huevo, la sal se utiliza para estabilizar la yema de huevo en productos congelados.
- ✓ Fabricación de pan , la sal provoca que el gluten del trigo sea más estable y menos extensible, haciéndolo menos pegajoso, también afecta el índice de fermentación, reduciendo el índice de producción del gas, sin embargo cantidades inadecuadas de esta dan lugar a panes con corteza abierta y pobres de textura (César, 2007).

### **2.5.5 Almidón de maíz**

El almidón es un carbohidrato de reserva, sintetizado y almacenado como fuente de energía en plantas superiores, además después de la celulosa es el carbohidrato más abundante en la biosfera, el contenido de este varía de acuerdo a la fuente de obtención, las fuentes más importantes son maíz, arroz, trigo con un contenido de 30-80 % aproximadamente.

Los usos en la industria alimentaria son los siguientes.

- ✓ Conferir características organolépticas a los alimentos como textura y consistencia, debido a sus componentes poliméricos de gran peso molecular. De acuerdo a la cantidad y tipo de almidón será la consistencia final del producto, lo cual lo convierte en un punto crítico.



- ✓ Nutrición, debido a que es la fuente de energía es la más importante, representa el 80 % de la ingesta calórica mundial.
- ✓ Producción de edulcorantes de alta intensidad y sustitutos de grasa, ya que estos son utilizados en la elaboración de productos bajos en calorías (Tomas, 2008).

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materia Prima**

Las cantidades empleadas en la elaboración de las hamburguesas tanto de hongos y carne fueron basadas en una receta de cocina, sin embargo esta se modificó hasta obtener la formulación final.

- Hongos Cremini Montebianco, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Huevo, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Almidón de maíz Maizena, adquirido en un centro comercial de Saltillo.
- Cebolla, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Cilantro, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Pan molido Bimbo, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Perejil, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Carne de sirloin 90/10, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Aceite, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Hamburguesa Individual marca “Aurrera”, adquirido en un centro comercial en Saltillo.

#### **3.2 Material y Equipo para la elaboración de la hamburguesa**

- ✓ Balanza Scout Pro SP601 OHAUS
- ✓ Cuchillo
- ✓ Cacerola
- ✓ Tabla para picar
- ✓ Recipiente de plástico
- ✓ Aceite comestible
- ✓ Espátula
- ✓ Cucharas
- ✓ Colador

### 3.3 Material y Equipo para realizar el Análisis Bromatológico de las Hamburguesas

- Estufa de secado marca Robertshaw (temperatura 55-60°C)
- Estufa de secado Marca Thelco Modelo 27 (con circulación de aire a temperatura de 100-103°C)
- Mortero
- Crisoles de porcelana (a peso constante)
- Pinzas para crisol
- Desecador con silica gel (enfía muestras sin aumentar la humedad)
- Balanza Analítica Explorer OHAUS
- Mufla Marca Thermolyne (temperatura de 600°C)
- Vaso de precipitados (100,1000 mL)
- Papel filtro sin cenizas No 42
- Espátulas
- Matraz volumétrico (100 mL)
- Espectrofotómetro de absorción atómica Varian AA-1275
- Extractor Soxhlet (sifón, refrigerante, manta de calentamiento)
- Cartucho poroso de celulosa
- Parrillas eléctricas del Aparato Kjeldhal
- Matraz Kjeldhal (800 mL)
- Perlas de vidrio.
- Aparato Macrokjeldhal marca labconco
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Bureta de 50 mL
- Matraz redondo de fondo plano, boca esmerilada
- Aparato de reflujo marca Labconco
- Vasos de Berzelius de 600 ml
- Filtros de tela de lino
- Embudos

- Bureta de 50 mL
- Plancha de calentamiento Thermo Scientific Type 2200

### **3.4 Reactivos**

- Agua destilada
- Agua desionizada
- Ácido perclórico
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico 0.10519285 N
- Solvente: éter de petróleo
- Granallas de zinc
- Solución de ácido sulfúrico 0.225 N ó al 25%
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N ó al 25%
- Mezcla reactiva de selenio (catalizador) marca Merk
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido bórico al 4%
- Indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol)
- Hidróxido de sodio al 45 %

### **3.5 Localización**

La elaboración y análisis Bromatológico de las hamburguesas, se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus (Saltillo), ubicada en la Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

### **3.6 ETAPA 1 Selección del Hongo en Base al Contenido Proteíco**

Para esto se analizaron 3 variedades de hongo: a) Champiñón, b) Cremini y c) Portobello. Esto para determinar cuáles de estas poseía un mayor contenido

proteico. Por lo cual se realizó, un análisis de contenido de nitrógeno y proteína por método Microkjeldhal.

### 3.6.1 Determinación de Proteínas por Método Microkjeldhal

#### Digestión

1. Pesar 0.5 gr de muestra, se envolvió en papel filtro.
2. Pasar el rollito con la muestra a un matraz Kjeldhal de 100 mL.
3. Agregar 2 perlas de vidrio, se adicionaron 4 ml de mezcla digestora.
4. Se conectó el matraz al aparato de Kjeldhal, para su digestión esto hasta aparición de color verde cristalino.

#### Destilación

1. El resultado de la digestión se vacía en la copita del equipo de destilación.
2. Se enjuaga con poca agua destilada y se cerró la llave.
3. Se adiciona NaOH al 50 % hasta la mitad del nivel de la copita.
4. Se recibieron 60 ml del destilado en un vaso con 30 ml de ácido bórico al 2.2 % y 3 gotas de indicador mixto.
5. Se tituló con ácido sulfúrico al 0.025 N.
6. Realizar cálculos correspondientes.

#### Cálculos

Para realizar los cálculos, se utilizaron las siguientes formulas.

$$\% N = \frac{(ml \text{ utilizados en la titulación} - \text{blanco})(normalidad \text{ del ácido})(0.014)}{g \text{ de muestra}} \times 100$$

$$\% P = (\% N)(Factor \text{ de conversión})$$

\* En este caso el factor de conversión a utilizar fue de 6.25

### **3.7 ETAPA 2 Selección de Molienda del Hongo**

Una vez seleccionada la variedad a utilizar de acuerdo a la cantidad de proteína, en este caso Cremini. Se procedió con la elección del tipo de molienda a utilizar. Esto con la finalidad de elegir el que proporcionara mayor homogeneidad y textura a nuestra materia prima.

Entre los tipos de molienda o picada a elegir se encontraban: Licuadora, Molino y Cuchillo.

#### **Licuadora**

1. Pesar 100 g de muestra.
2. Se procedió a colocar la muestra en la licuadora.
3. Se conectó y encendió la licuadora. Se molió la muestra en el nivel 2, por 1 minuto. Se apagó la licuadora.
4. Con la ayuda de una espátula se procedió a sacar la muestra. Se colocó en una tabla previamente identificada.
5. Realizar las observaciones y anotaciones correspondientes.

#### **Molino**

1. Pesar 100 g de muestra.
2. Se colocaron en el molino.
3. Se procedió a moler manualmente, por 1 minuto.
4. Con la ayuda de una espátula se sacó la muestra. Se colocó en una tabla identificada.
5. Realizar las observaciones y anotaciones correspondientes.

#### **Cuchillo**

1. Pesar 100 g de muestra.
2. Se procedió a cortar los hongos en cuadritos, lo más homogéneo y pequeño posible.
3. Ya cortados colocarlos en una tabla identificada.
4. Realizar las observaciones y anotaciones correspondientes.



**Figura 2** Selección de Molienda.

### 3.8 ETAPA 3 Selección de Escalde

Una vez seleccionada la mejor molienda para los hongos se decidió realizarles un escalde con el objetivo de retrasar lo más posible el oscurecimiento enzimático. Para realizar el escalde se utilizaron 3 tratamientos: Bisulfito, Ácido cítrico y Agua purificada en diferentes concentraciones las cuales oscilaban desde 0.03 al 0.3 %, con temperaturas de entre 70 a 98 °C y tiempos desde 30 a 150 segundos. Los cuales son descritos a continuación en el siguiente cuadro.

**Cuadro 12.** Temperaturas y Tiempos para escalde de hongos.

Tratamiento	Concentración (%)	Temperatura (°C)			Tiempo (segundos)				
		70	80	98	30	60	90	120	150
<b>Bisulfito</b>	0.03	70	80	98	30	60	90	120	150
	0.05	70	80	98	30	60	90	120	150
	0.1	70	80	98	30	60	90	120	150
<b>Ácido cítrico</b>	0.1	70	80	98	30	60	90	120	150
	0.2	70	80	98	30	60	90	120	150
	0.3	70	80	98	30	60	90	120	150
<b>Agua purificada</b>	–	70	80	98	30	60	90	120	150
	–	70	80	98	30	60	90	120	150
	–	70	80	**98	30	60	90	120	**150

\*\* Tiempo y Temperatura ideal para escalde de hongos.

## Procedimiento

1. Se colocó en una olla de aluminio 1 L de agua purificada, la cual se calentó en una parrilla hasta llegar a la temperatura indicada, de acuerdo al tratamiento.
2. Alcanzada la temperatura requerida, se pesó el Bisulfito y/o el ácido cítrico de acuerdo a la concentración requerida.
3. Se agregó a la olla y se mezcló.
4. Se lavaron los hongos con agua a temperatura ambiente.
5. Se cortaron lo más homogéneo posible de 0.5 cm de ancho.
6. Se colocaron en la olla.
7. Con un cronómetro se procedió a realizar el escalde tomando el tiempo cada 30 segundos, terminando el escalde, se sacaban con la ayuda de un colador e inmediatamente se colocaban en una olla de aluminio con agua purificada con hielos, esto para detener el escalde.
8. Después con la ayuda de un colador se sacaban de la olla con hielos y se colocaban en una tabla, identificando perfectamente cada tratamiento, temperatura, tiempo y concentración del escalde.
9. Ya identificada la tabla y con las muestras se dejaron en una mesa a temperatura ambiente, para su monitoreo, durante 24 horas.
10. Transcurrido el tiempo se anotaron las observaciones correspondientes y tomaron fotos de cada tratamiento.

En la siguiente figura se muestran cada uno de los tratamientos utilizados en el escalde; bisulfito, ácido cítrico y agua purificada respectivamente.



**Figura 3** Selección de Escalde



### 3.9 ETAPA 4 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa

#### 3.9.1 Elaboración de las hamburguesas a base de hongo

1. Se procedió a pesar los ingredientes, de acuerdo a la formulación establecida (Cuadro 14).
2. Se colocaron en un recipiente y se incorporaron uno a uno y se mezclaron manualmente, por varios minutos, todo esto para homogeneizar lo más posible la mezcla.
3. Se dividió la mezcla en tres porciones, para formar las hamburguesas.
4. Después se procedió a hacer una bolita con la mezcla, y a darle forma a la hamburguesa de forma manual, presionando hasta obtener la forma deseada.

A continuación se muestran las hamburguesas realizadas a partir de Hongos Comestibles Cremini, antes y después del freído.



**Figura 4** Hamburguesa elaborada a base de Hongo

#### Freído

1. Las piezas se frieron en una cacerola con 5 ml de aceite, por un período de tiempos de 5-7 minutos. Hasta cambio de color.
2. Ya freídas las hamburguesas, se enfriaron a temperatura ambiente por 5 minutos.

### 3.9.2 Elaboración de las Hamburguesas a Base de Carne

1. Se procedió a pesar los ingredientes, de acuerdo a la formulación establecida (Cuadro 15).
2. Se colocaron en un recipiente y se incorporaron uno a uno y se mezclaron manualmente, por varios minutos, todo esto para homogeneizar lo más posible la mezcla.
3. Se dividió la mezcla en tres porciones, para formar las hamburguesas.
4. Después se procedió a hacer una bolita con la mezcla, y a darle forma a la hamburguesa de forma manual, presionando hasta obtener la forma deseada.

En seguida se muestran las hamburguesas realizadas a partir de carne antes y después del freído.



**Figura 5** Hamburguesa elaborada a base de carne

#### Freído

1. Las piezas se frieron en una cacerola con 5 ml de aceite, por un período de tiempos de 5-7 minutos. Hasta cambio de color.
2. Ya freídas las hamburguesas, se enfriaron a temperatura ambiente por 5 minutos.

### **3.10 ETAPA 5 Análisis Bromatológico de las Hamburguesas**

A cada una de las hamburguesas control: Hongo, Carne y Comercial, se les realizaron análisis por triplicado.

#### **3.10.1 Preparación para el Análisis de las Muestras de Hamburguesas**

Se prepararon las muestras de Hongo y Carne de acuerdo a la formulación ya mencionada. La muestra Comercial se adquirió en un centro comercial.

Se procedió a secar las muestras parcialmente a una temperatura de 55-60°C, para poder conservarla por un periodo de tiempo, esto para realizar los análisis posteriores.

#### **Procedimiento**

1. Se cortaron las hamburguesas en pequeños trozos.
2. Se colocaron en charolas de aluminio previamente identificadas.
3. Las charolas se colocaron dentro de la estufa a una temperatura de 55-60 °C por 24 horas.
4. Transcurrido el tiempo, se sacaron de la estufa y se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 5 minutos.
5. Enseguida se procedió a moler las muestras en un mortero lo más homogéneamente posible, después se colocaron en recipientes de plástico herméticos identificados, para su conservación y utilización.



**Figura 6** Preparación de muestras

### **3.11 Determinación de Materia Seca Total o Sólidos Totales**

#### **Fundamento**

La Materia Seca total se obtiene mediante la evaporación total de la humedad a temperatura superior a los 100°C (AOAC, 1990).

#### **Procedimiento**

1. Se utilizaron crisoles de porcelana a peso constante de la estufa, la cual presentaba temperaturas de 100-103°C, los crisoles fueron colocados por un periodo de 12 horas, esto para mantenerlos a peso constante, se toman los crisoles necesarios, se colocan en un desecador por un periodo de 20 minutos.
2. Después se pesan en una balanza analítica y se registra el peso de cada uno de los crisoles.
3. Por separado se pesan 2 gramos de muestra sobre un papel destarado, y se coloca la en el crisol, después se meten de nuevo en la estufa por un periodo de 24 horas.
4. Transcurrido el tiempo, se sacan los crisoles de la estufa, se colocan y dejan enfriar en el desecador por 20 minutos, se proceden a pesar y registrar peso.
5. Realizar cálculos correspondientes.



**Figura 7** Equipo utilizado para Determinación de Sólidos Totales.

### **Cálculos**

Para calcular el % de Materia Seca Total (%MST), se utilizaron las siguientes formulas:

$$\% \text{ MST} = \frac{\text{peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

### **3.12 Determinación de Humedad**

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

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.

El agua es el nutriente esencial, sin embargo el agua no contribuye al valor nutritivo de un alimento, por el contrario diluye el contenido 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 (AOAC, 1990).

## **Fundamento**

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

Ya obtenidos los resultados de Materia Seca Total, se procede a realizar los cálculos correspondientes a Humedad.

$$\% H = 100 - \% MST$$

### **3.13 Determinación Cenizas Totales**

El contenido de cenizas representa el contenido total de los elementos inorgánicos en los alimentos. El término cenizas se refiere al residuo inorgánico que permanece, después de la calcinación u oxidación de la materia orgánica de un comestible. Para esto son utilizados equipos como la Mufla, la cual es capaz de mantener temperaturas mayores a 500 °C. El agua y los componentes volátiles se vaporizan y las sustancias orgánicas son incineradas, en presencia del oxígeno y aire, para dar CO<sub>2</sub> y óxidos de nitrógeno. La mayor parte de los elementos inorgánico son convertidos a sus óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros y silcitos (Nielsen, 2003).

## **Fundamento**

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

## **Procedimiento**

1. Después de haber determinado la Materia Seca Total, los crisoles con la muestra se pre incineran en parrillas eléctricas, hasta que dejen de sacar humos.

2. Pasar los crisoles a la mufla con una temperatura de 600 °C, por un periodo de 3 horas.
3. Sacar de la mufla con la ayuda de pinzas.
4. Enfriar en desecador por 20 minutos.
5. Pesar en balanza analítica.
6. Realizar cálculos correspondientes.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso crisol con ceniza} - \text{peso crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$



**Figura 8** Equipo utilizado para Determinación de Cenizas Totales.

### 3.14 Determinación de proteína cruda método de Macrokjeldhal

Las proteínas son un compuesto abundante de todas las células, y todas ellas, con excepción de las proteínas de almacenamiento, son importantes para las funciones biológicas y la estructura de las células. Las proteínas de los alimentos son muy complejas. Muchas de ellas han sido purificadas y caracterizadas. El nitrógeno es el elemento característico presente en las proteínas. Generalmente las proteínas ricas en los aminoácidos fundamentales contienen más nitrógeno.

El análisis de las proteínas es importante para: El etiquetado Nutricional, La investigación de las propiedades Funcionales, La Determinación de la Actividad Biológica, Contenido Total de proteínas (Nielsen, 2003).

#### 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 es atrapado en ácido bórico valorándose el ácido no neutralizado por medio de titulación (AOAC, 1990).

#### **a) Procedimiento para Digestión**

1. Se pesó 1 gramo de muestra de hamburguesa, sobre papel filtro.
2. Enseguida se pasa a un matraz Kjeldhal de 800 ml.
3. Después se agrega al matraz 4 perlas de vidrio, una cucharada de catalizador (mezcla reactiva de Selenio) y 30 ml de Acido sulfúrico concentrado.
4. Conectar el matraz al aparato de Kjeldhal, en la sección de digestión, encender parilla.
5. Apagar parrilla hasta aparición de color verde cristalino.
6. Enfriar.



**Figura 9** Equipo Kjeldhal sección de Digestión

#### **b) Proceso para Destilación**

1. Diluir con 300 ml de agua destilada, el resultado de la digestión.
2. Enfriar el matraz al chorro de agua.
3. En un matraz Erlenmeyer de 500 mL, agregar 50 ml de ácido bórico al 4 % y 6 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol).
4. Agregar al matraz Kjeldhal 110 mL de Hidróxido de Sodio al 45 % y 6 granallas de zinc, no agitar.



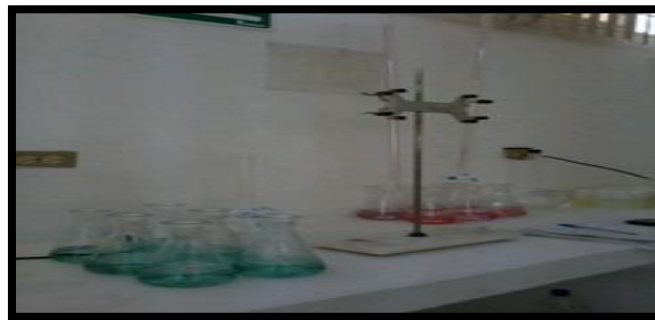
5. Conectar el matraz en la parte de destilación del Kjeldhal, asegurarse de abrir la llave del agua.
6. Recibir 250 ml del destilado en el matraz Erlenmeyer.



**Figura 10** Equipo Kjeldhal Sección de destilación.

### c) Titulación

1. Titular el resultado de la destilación con Ácido Sulfúrico 0.10519285 N, hasta vire de color verde a rojo.
2. Realizar cálculos.



**Figura 11** Instrumental de titulación para obtención de proteína.

### Cálculos

Para realizar los cálculos, se utilizaron las siguientes formulas.

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{ml utilizados en la titulación} - \text{blanco})(\text{normalidad del ácido})(0.014)}{\text{g de muestra}} \times 100$$

$$\% P = (\%N)(Factor\ de\ conversi3n)$$

\* En este caso el factor de conversi3n a utilizar fue de 6.25

### 3.15 Determinaci3n de Extracto Etéreo

Los lípidos son un grupo de sustancias que, en general, son solubles en éter, cloroformo y otros disolventes orgánicos, pero que son escasamente solubles en agua. Los alimentos contienen muchos tipos de lípidos, aunque aquellos que tienden a ser de la máxima importancia son los triglicéridos y fosfolípidos. El contenido de lípidos de los alimentos varía ampliamente pero la cuantificaci3n es importante a causa de los requisitos reglamentarios, el valor nutritivo y las propiedades funcionales (Nielsen, 2003).

#### Fundamento

La muestra seca se extrae con algùn solvente (éter de petróleo, hexano), posteriormente se determina el extracto seco por diferencia de peso, del que se elimina el solvente (AOAC, 1990).

#### Procedimiento

1. Colocar en estufa matraces bola fondo plano boca esmerilada con tres perlas de vidrio por un periodo de 12 horas, hasta peso constante.
2. Transcurrido el tiempo se sacaron de la estufa y se colocaron en desecador por 20 minutos.
3. Se pesaron y se registraron su peso.
4. Pesar 4 g de muestra seca sobre papel filtro, el cual se dobla con cuidado para no dejar salir la muestra.
5. Ya doblado se deposita en un cartucho poroso de celulosa, previamente identificado.
6. Agregar 250 ml de éter de petróleo a los matraces bola.

7. El cartucho se coloca en el sifón y se conectó al matraz bola y al refrigerante, del equipo Soxleth, para su extracción (desengrasar la muestra).
8. Extraer por un periodo de 6 horas, contando el tiempo a partir de cuándo empezó a hervir.
9. Al finalizar la extracción, recuperar el solvente excedente.
10. Colocar los matraces en la estufa por 12 horas.
11. Transcurrido el tiempo, enfriar en desecador por 20 minutos.
12. Pesar y registrar peso.
13. Realizar cálculos.



**Figura 12** Equipo para Determinación de Extracto Etéreo.

### Cálculos

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

### **3.16 Determinación de Fibra Cruda**

La fibra cruda es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado con una solución ácida y otra, alcalina diluida hirviente.

Los hongos contiene fibra dietética, incluyendo oligosacáridos y polisacáridos de la pared celular como quitina,  $\beta$ -glucanos y mananos principalmente (Cheung, 2013). La fibra también proporciona propiedades físicas a los alimentos y generalmente baja densidad calórica a los alimentos (AOAC, 1990).

#### **Fundamento**

Para determinar la cantidad de fibra cruda el material debe estar desengrasado, y se hace reaccionar con ácidos 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 (AOAC, 1990).

#### **Procedimiento**

1. Pesar 2 gramos de muestra desengrasada.
2. Colocar la muestra en un vaso de Berzelius.
3. Agregar al vaso, 100 ml de ácido sulfúrico al 0.225 N
4. Conectar al aparato de reflujo Labconco, por 30 minutos, contando a partir de cuando empiece a hervir.
5. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de tela de lino, la cual se colocó en un embudo, se lavó con 3 porciones de 100 ml de agua destilada caliente.
6. Pasar la muestra que queda en la tela al vaso de Berzelius (el residuo que quedo en la tela de lino), se filtra y lava con 100 ml de hidróxido de sodio al 0.313 N y conectar al aparato de reflujo por 30 minutos , contando a partir de cuando empiece a hervir..

7. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de tela de lino, lavar con 3 porciones de 100 ml de agua caliente.
8. Escurrir el exceso de agua presionando la tela de lino.
9. Sacar la tela de lino del embudo, extender y retirar la fibra con una espátula y depositarla en un crisol de porcelana previamente identificado.
10. Colocar el crisol en la estufa por 12 horas.
11. Transcurrido el tiempo, sacar de la estufa, enfriar el crisol en desecador por 20 minutos, pesar y registrar peso.
12. Después pre incinerar la muestra en parrillas y meter en la mufla a una temperatura de 600 °C por 3 horas.
13. Transcurrido el tiempo, sacar de la estufa, enfriar el crisol en desecador por 20 minutos, pesar y registrar peso.
14. Realizar cálculos.



**Figura 13** Equipo utilizado en Determinación de Fibra Cruda.

### Cálculos

$$\% \text{Fibra Cruda} = \frac{(\text{peso del crisol con fibra seca} - \text{peso del crisol con fibra cenizas})}{\text{g de muestra}} \times 100$$

### 3.17 Determinación de Minerales

La calcinación por vía húmeda es un procedimiento para oxidar las sustancias orgánicas mediante el uso de ácidos y agentes oxidantes, o bien sus combinaciones. Se solubilizan los elementos inorgánicos sin ocasionar su volatilización. La calcinación por vía húmeda es, con frecuencia, preferible a la calcinación por vía seca como modo de preparación para el análisis elemental específico. A menudo la calcinación por vía húmeda hace uso de una combinación de ácidos y exige una campana extractora especial para los vapores del ácido perclórico, en caso de su utilización.

La materia orgánica de la muestra se oxida empleando ácidos y agentes oxidante. Se emplea de preferencia en la oxidación ácidos nítrico y perclórico, se requiere forzosamente el uso de una campana extractora (Nielsen, 2003).

#### Procedimiento

1. Se pesó 1 g de la muestra molida y deshidratada.
2. Se pre incinero en parrilla eléctrica.
3. Llevándolo a cenizas por medio de la mufla a 600°C por 3 horas. Pesar.
4. Pasar a vaso de precipitado de 100 ml.
5. Agregando una mezcla de ácido perclórico y nítrico en una relación 1:3, es decir 40 ml de ácido perclórico y 120 ml de ácido nítrico.
6. Agregar 40 ml de la mezcla al vaso de precipitado y taparlo con un vidrio de reloj.
7. Colocar en parrilla de calentamiento para su digestión, hasta color transparente claro.
8. Diluir la muestra con el doble de agua desionizada.
9. Filtrar sobre papel filtro sin cenizas No. 42, en un matraz volumétrico de 100 ml
10. Se aforó hasta la marca con agua desionizada.

11. Procediendo a la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, de acuerdo al mineral a analizar (Zn y Fe).
12. Se registraron los datos del mineral en unidades ppm.



**Figura 14** Espectrofotómetro de absorción atómica donde se determinó Zn y Fe

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los Resultados corresponden a cada una de las etapas del trabajo, que se mencionan a continuación.

### 4.1 ETAPA 1 Selección del Hongo en Base al Contenido Proteico

Como se mencionó anteriormente, la Etapa 1 de este trabajo consistió en seleccionar la variedad de hongo con mayor contenido de Proteína. De las variedades a evaluar se encontraban Portobello, Cremini y Champiñón. Los resultados obtenidos se describen a continuación en el siguiente cuadro.

**Cuadro 13.** Resultados del análisis Nitrógeno y Proteína de las 3 variedades de Hongo.

Variedad	N (%)	Proteína (%)	Promedio (%)
Portobello	4.45	27.85	
Portobello	4.79	29.93	28.870
Portobello	4.60	28.75	
Cremini	5.45	34.06	
Cremini	5.46	34.12	*34.08
Cremini	5.45	34.06	
Champiñón	4.61	28.81	
Champiñón	4.55	28.43	28.68
Champiñón	4.61	28.81	

\* Variedad de Hongo con Mayor contenido de Nitrógeno y Proteína.

Como se observa en el cuadro anterior y de acuerdo al análisis realizado de cantidad de Nitrógeno y Proteína, la variedad con mayor porcentaje de estos compuestos fue **Cremini** con un 34.08 %, convirtiéndolo en la mejor opción para ser utilizada como materia prima principal para el desarrollo y formulación de las



hamburguesas, seguido de Portobello con un 28.87 % y por ultimo champiñón con un 28.68 %.

#### **4.2 ETAPA 2 Selección de Molienda del Hongo**

Entre los tipos de molienda a elegir se encontraban: Licuadora, Molino y Cuchillo. Sin embargo de acuerdo a las observaciones y resultados entre los diferentes métodos de molienda se decidió elegir, el corte o picado realizado mediante el uso de **Cuchillo**, debido a que la materia prima presento mayor homogeneidad y textura. Mientras que el método por Licuadora y Molino fueron descartados debido a que su corte o molienda no fueron uniformes en la primera, además de ser difícil su extracción del esta, mientras que en la segunda la muestra no se molía debido a la gran cantidad de agua que poseen los hongos, lo cual provocaba que estos resbalaran por las aspas dificultando su molienda.

#### **4.3 ETAPA 3 Selección de Escalde**

Los resultados obtenidos después del monitoreo de 24 horas de cada uno de los tres tratamientos, (bisulfito, ácido cítrico y agua purificada) fueron los siguientes.

El tratamiento realizado con Bisulfito, provocó cambios no deseables como: modificación de la textura, olores desagradables, perdida de volumen y cambios en la apariencia, por lo cual fue descartado, (El tratamiento de bisulfito, donde se observó menor oxidación fue en concentración de 0.1% a 90 °C por 60 segundos y el tratamiento que presento mayor oxidación fue Bisulfito al 0.1% a 70 °C en 30 segundos).

Por otra parte el tratamiento con Ácido Cítrico provocó cambios de textura, volumen y apariencia. (El tratamiento donde se observó menor oxidación fue ácido cítrico 0.1% a 70 °C por 90 segundos y el tratamiento que presento mayor oxidación fue ácido cítrico 0.3 % a 70°C por 30 segundos).

Finalmente el tratamiento con Agua Purificada a una temperatura de 98 °C, durante 150 segundos fue el mejor en este caso para realizar el Escalde. Este fue el que menos efectos negativos proporciono a nuestra materia prima ya que los hongos presentaron menor oxidación, menor pérdida de textura y volumen, y presentaron mejor apariencia en comparación con los otros tratamientos.

El cual es muy similar a lo citado en la literatura, donde se especifica que en inmersión en agua, a temperaturas mayores de 70°C y en tiempos de 1 a 3 minutos hay inactivación de enzimas (Barros et al., 2008). Además coincide con el trabajo realizado por el Dr. De Michelis Antonio 2009. Donde menciona que el escalde en agua caliente y a una tiempo de 150 segundos es el tiempo de escaldado recomendado, ya que tanto el encogimiento y pérdida de peso son mínimos y la actividad enzimática es nula. Los resultados también pueden ser comparados con el trabajo realizado por (Cheng, Zhang et al., 2013) donde se estudio la cinética de PPO en setas comestibles (*Agaricus Bisporus*) y donde se establece que la desnaturalización de PPO aumento con respecto a la temperatura y tiempo del tratamiento, en este caso a temperaturas mayores a 75° C durante 4 minutos era completamente inactivado.

#### **4.4 ETAPA 4 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa**

Se elaboraron dos formulaciones para realizar el comparativo: la primera a partir de hongo y la segunda a partir de carne, utilizando las mismas cantidades de ingredientes para ambas formulaciones.

Para ampliar la comparación, también se analizó una tercer tipo de hamburguesa de marca comercial Aurrera de 75 g, la cual contenía: carne de res, pollo, proteína de soya, sal yodada, pimienta blanca, fosfato de sodio, glutamato monosoidico y eritorbato de sodio.

Después de probar con diferentes formulaciones para la hamburguesa de hongos, se decidió, elegir aquella que presentara una mejor apariencia y sabor después del freído. La formulación final es la que se muestra a continuación.

**Cuadro 14.** Formulación de hamburguesa a partir de hongo

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidades</b>
Hongos	336 g
Cebolla	45 g
Cilantro	6 g
Sal	9 g
Huevo	15 mL
Pan molido	75 g
Almidón de maíz	15 g
Perejil	10.5 g

Sin embargo para que el comparativo fuera lo más similar posible, se determinó que en la hamburguesa elaborada a partir de carne, incluyera la misma cantidad de ingredientes. La formación final se muestra a continuación.

**Cuadro 15.** Formulación de hamburguesa a partir de carne

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidades</b>
Carne	336 g
Cebolla	45 g
Cilantro	6 g
Sal	9 g
Huevo	15 mL
Pan molido	75 mg
Almidón de maíz	15 g
Perejil	10.5 g

## **4.5 ETAPA 5 Análisis Bromatológico de las Hamburguesas**

Los resultados obtenidos en la etapa experimental se sometieron a un Análisis de Varianza (ANVA) y Pruebas de Medias de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ) donde se analizó: Materia Seca Total (MST %), Cenizas(C%), Proteína (P %), Extracto Etéreo (EE %), Fibra Cruda (FC %) Minerales Zinc (Zn) y Hierro (Fe) (ambos en ppm), en las 3 muestras de Hamburguesas (Hongo, Carne, Comercial), con tres repeticiones por tratamiento. Para posteriormente ser Analizados con el Paquete Estadístico Statistics for Windows.

Los Resultados obtenidos se describen a continuación en los siguientes cuadros y figuras.

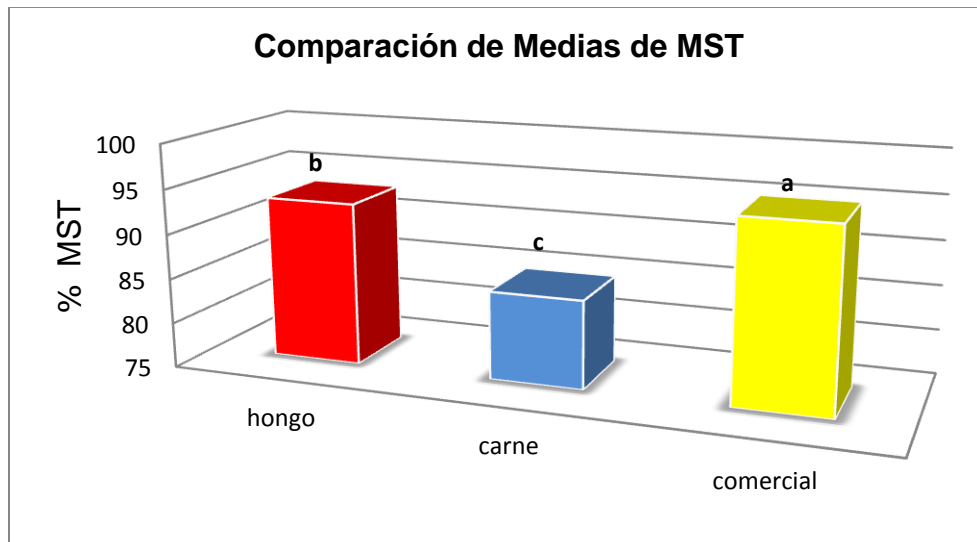
### **4.5.1 Materia Seca Total**

Como podemos observar en el cuadro 16 y figura 15, existe diferencia significativa en los tres tipos de hamburguesa analizados, colocando a la hamburguesa de tipo comercial en primer lugar con un 95.07 %, esto debido en gran medida a los ingredientes utilizados en esta como: proteína de soya, carne de res y pollo, las cuales muy probablemente en conjunto influyeron en dicho valor. En segundo lugar encontramos a la hamburguesa elaborada a partir de hongos con 93.17 %. De acuerdo a la literatura, el contenido nutricional de los hongos se ven afectados directamente por el contenido de humedad (Crisan et al. 1978; Manzi et al. 1999; Mattila et al. 2002). Y en tercer lugar a la elaborada a partir de carne con un 84.82 %, la cual también se puede ver influenciado por el contenido de humedad presente en la carne. Esto se puede relacionar con resultados obtenidos por (Desimone, Acheson et al. 2013) los cuales estudiaron el contenido de humedad en diferentes cortes de carne de res, donde los valores de humedad oscilaban de 68.64-71.82% respectivamente.

**Cuadro 16.** Comparación de medias de MST

Muestra	(%) MST Medias	Fisher
Hongo	93.17	b
Carne	84.82	c
Comercial	95.07	a

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 15** Comparación de medias del porcentaje de MST obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

#### 4.5.2 Cenizas

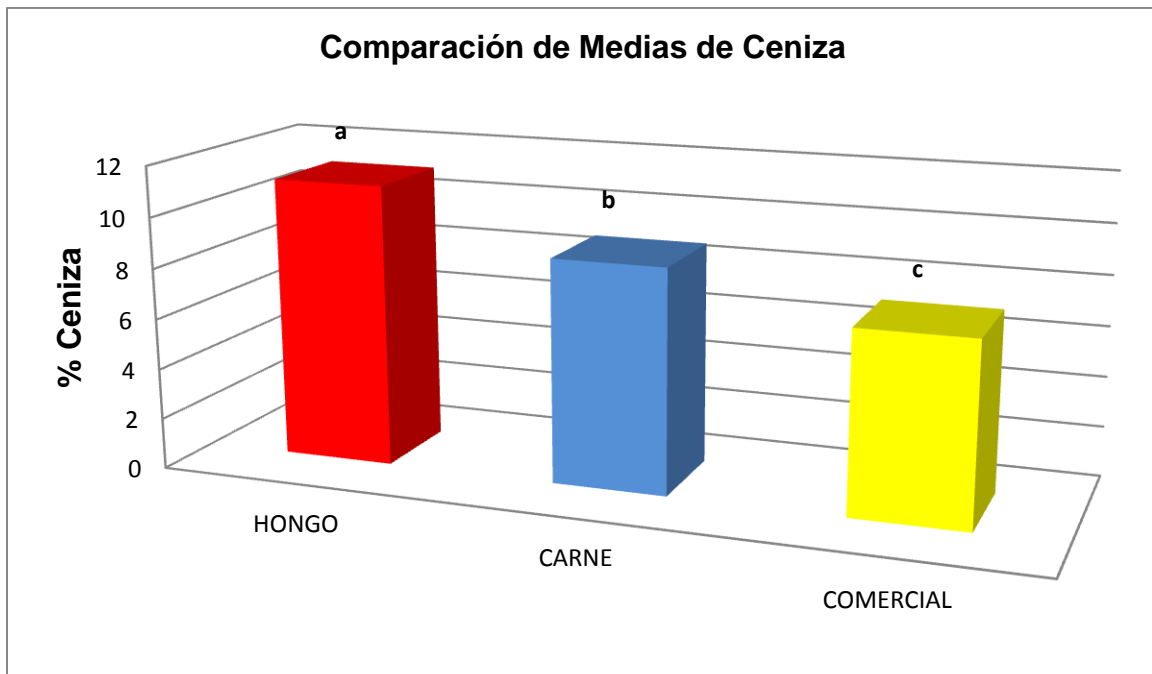
En el cuadro 17 y figura 16 se muestra que las tres hamburguesas analizadas son estadísticamente diferentes. La hamburguesa con mayor contenido de cenizas fue la elaborada a partir de hongo con un 11.13 %, esto debido a los minerales presentes entre los que destacan: cobre, potasio, hierro, zinc, selenio y fosforo (Guillamon et al. 2010). El contenido de cenizas en setas por lo general es de 5 y 12 % del peso seco (Ouzouni et al. 2007; Barros et al. 2008). Sin embargo debido a la falta de información sobre este tipo de producto, es difícil compararlo con la literatura, aun así algunos resultados son similares con este trabajo, sobre todo a

lo reportado en el estudio sobre hongos comestibles realizado por Beluhan y Ranogajec (2011). Donde ellos reportan un contenido de cenizas de 3.5 a 10.08 g/100 en hongos comestibles. Enseguida se encuentra la hamburguesa elaborada a partir de carne con un valor 8.83 % , estos valores se deben a la cantidad de minerales presentes en la carne como; Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, S y Cl (Gonzalo D. 1986). Y finalmente la hamburguesa del tipo comercial con un 7.17 % dicho valor se atribuye a los ingredientes que la misma reporta en su etiqueta nutrimental como, carne de res y pollo las cuales también son fuentes de minerales importantes de estos compuestos.

**Cuadro 17.** Comparación de medias de Ceniza.

Muestra	(%) C. Medias	Fisher
Hongo	11.13	a
Carne	8.83	b
Comercial	7.17	c

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 16** Comparación de medias del porcentaje de Ceniza obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

#### 4.5.3 Proteína

Con respecto al contenido de proteína en el cuadro 18 y figura 17, se puede observar que la hamburguesa elaborada partir de carne fue la que presento mayor contenido 42.68 % , esto se atribuye principalmente a dos factores, el primero al tipo de carne utilizada para su elaboración (Sirloin 90/10), la cual contiene una considerable cantidad de proteínas (cuadro 11), y en segundo a la incorporación de huevo que también es una fuente importante de proteínas y de fácil digestibilidad de hasta un 95 % (Millward, 2004). La mezcla de estos probablemente provocó un incremento en el contenido final de proteína.

En segundo lugar se encuentra la hamburguesa de tipo comercial con un 32.56 %, este valor es alto, probablemente a los ingredientes que conforman este tipo de hamburguesa entre los cuales se encuentran: proteína de soya, carne de res, carne de pollo, las cuales en conjunto incrementaron dicho valor. El resultado mencionado anteriormente, puede ser comparado con algunos valores citados en

la literatura, donde se establece que la soya cruda contiene 36.5 % de proteína (He 2013),

En tercer lugar se encuentra la hamburguesa elaborada a partir de hongo con un contenido de 19.59 % , cabe mencionar que este contenido es solo del hongo; es decir, no hubo mezcla de otros tipos de proteína como en el caso anterior, por ello se puede considerar como una buena fuente de aminoácidos esenciales y de buen valor Biológico (Eric 2005). Cabe resaltar que el contenido de proteínas en hongos se ven afectados por algunos factores como; variedad de hongo, etapa de desarrollo, parte de la muestra que se utiliza, lugar de cosecha (Colak et al. 2009) Aunque, es difícil comparar los resultados obtenidos con los reportados en la literatura, debido en gran medida a la falta de información de este tipo de producto(hamburguesa elaborada con hongos), aun así algunos de los resultados son similares con algunos estudios realizados en cuanto a composición química de algunas especies de hongos comestibles como el realizado por Beluhan y Ranogajec (2011). Donde se reportan valores promedio de proteína de 24.22 a 47.21 g/100g respectivamente.

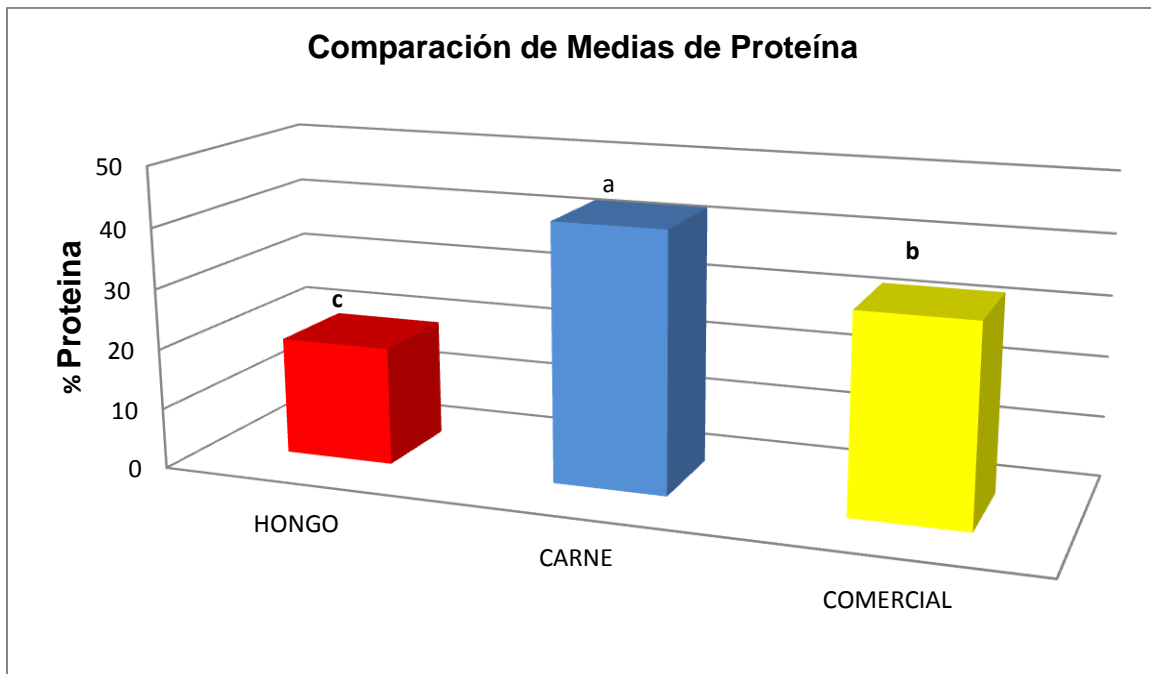
Además de ser un buena fuente de proteínas y aminoácidos esenciales (especialmente lisina), los hongos comestibles pueden ser considerados como sustituto de carne (Ghorai et al. 2009). Este tipo de características convierten a la hamburguesa de hongos en una buena opción para obtener y satisfacer los requerimientos diarios de proteínas, las cuales son de 0.8 a 1 g de proteína por Kg de peso corporal de acuerdo a lo recomendado por la OMS.

**Cuadro 18.** Comparación de medias de Proteína.

Muestra	(%) P. Medias	Fisher
Hongo	19.59	c
Carne	42.68	a
Comercial	32.56	b

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).





**Figura 17** Comparación de medias del porcentaje de Proteína obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

#### 4.5.4 Extracto Etéreo

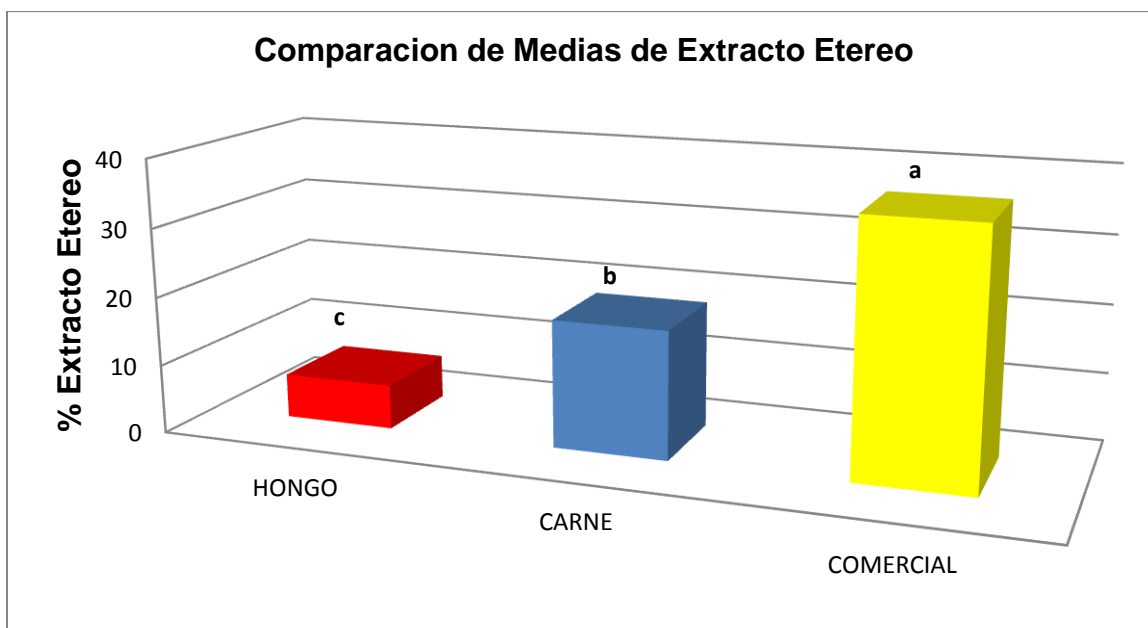
Con respecto al contenido de Extracto Etéreo se puede observar en el cuadro 19 y figura 18, que la hamburguesa que presento mayor contenido, fue la de tipo comercial con un 36.43 %, lo cual se atribuye muy probablemente al tipo de carnes e ingredientes utilizados en la preparación de este alimento, esto aunado al uso de aceite durante el freído de las mismas lo cual pudo incrementar el contenido en estas. En segundo lugar se encuentra la elaborada a partir de carne con un 18.59 % respectivamente, esta cantidad muy probablemente se deba al contenido de lípidos propios de la carne los cuales oscilan entre 0.7- 4.8 g (Gonzalo D. 1986), así como al uso de aceite durante el freído de estas. En tercer lugar encontramos a la hamburguesa elaborada a partir de hongos con un valor 6.46 %, lo cual coincide con Beluhan y Ranogajec (2011), donde reportan contenidos de grasa de algunos hongos comestibles que van desde 1.34 a 6.45 g/100g, en comparación con el estudio realizado por (Barros et al. 2008) donde

menciona un contenido de grasa de 0.92 g/100 g en diferentes especies de hongos comestibles.

**Cuadro 19.** Comparación de medias de EE.

Muestra	(%) EE. Medias	Fisher
Hongo	6.46	c
Carne	18.59	b
Comercial	36.43	a

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 18** Comparación de medias del porcentaje de Extracto Etéreo obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

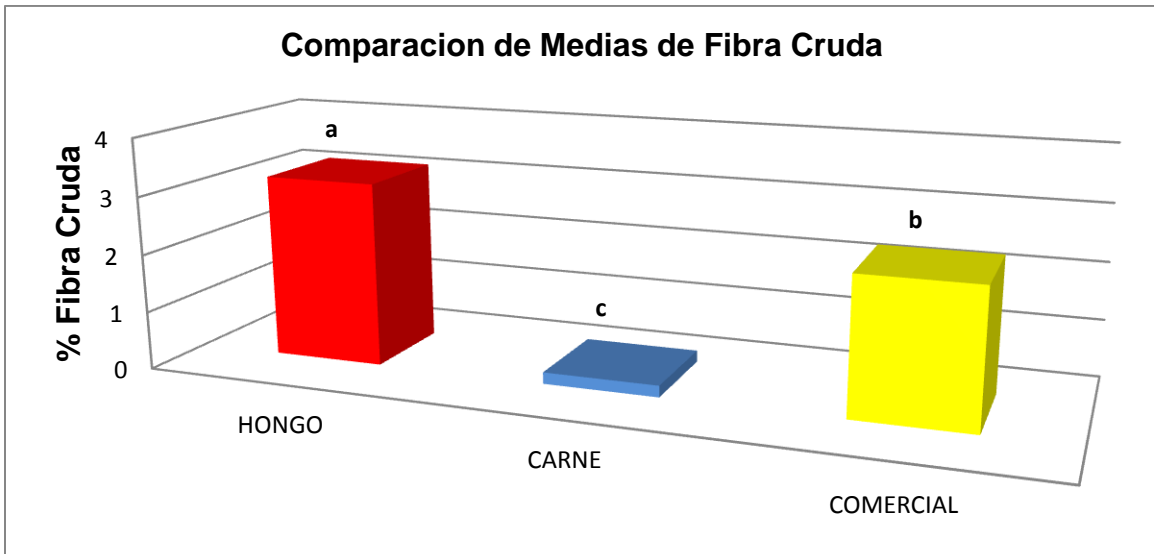
#### 4.5.5 Fibra Cruda

Como se observa en el cuadro 20 y figura 19 la hamburguesa que presento mayor contenido de fibra cruda fue la elaborada a partir de hongo Cremini con un 3.18 %. Esto debido a la composición de la fibra de los hongos principalmente fibra insoluble (quitina y  $\beta$ -glucanos y mananos) (Tungland et al. 2002; Cheung 2013), la cantidad de fibra en hongos comestibles varía mucho en sus etapas morfológicas, incluyendo cuerpo de la fruta, micelio y esclerocios. en gran medida de la especie y origen comercial de las muestras (Cheung 2013; Fernandes, Barreira et al. 2015) . Lo cual coincide con lo citado en la literatura donde menciona que los hongos tienen un contenido considerable de fibra de 2.28-8.99 g/ 100g respectivamente (Guillamon et al. 2010), lo cual la convierte en una buena fuente de fibra, la cual puede ser empleada para cubrir las necesidades diarias de consumo, que son de 16-24 g diarios según lo recomendado por la OMS. Seguida de la hamburguesa del tipo comercial con un valor de 2.35 % esto debido a los ingredientes utilizados en estos como la soya la cual es de origen vegetal y es rica en fibra (He 2013). Y finalmente la hamburguesa elaborada de carne con un 0.20 % estos valores tan bajos se deben principalmente a que la fibra se encuentra generalmente en fuentes vegetales.

**Cuadro 20.** Comparación de medias de FC.

Muestra	(%) FC. Medias	Fisher
Hongo	3.18	a
Carne	0.20	c
Comercial	2.35	b

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 19** Comparación de medias del porcentaje de Fibra Cruda obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

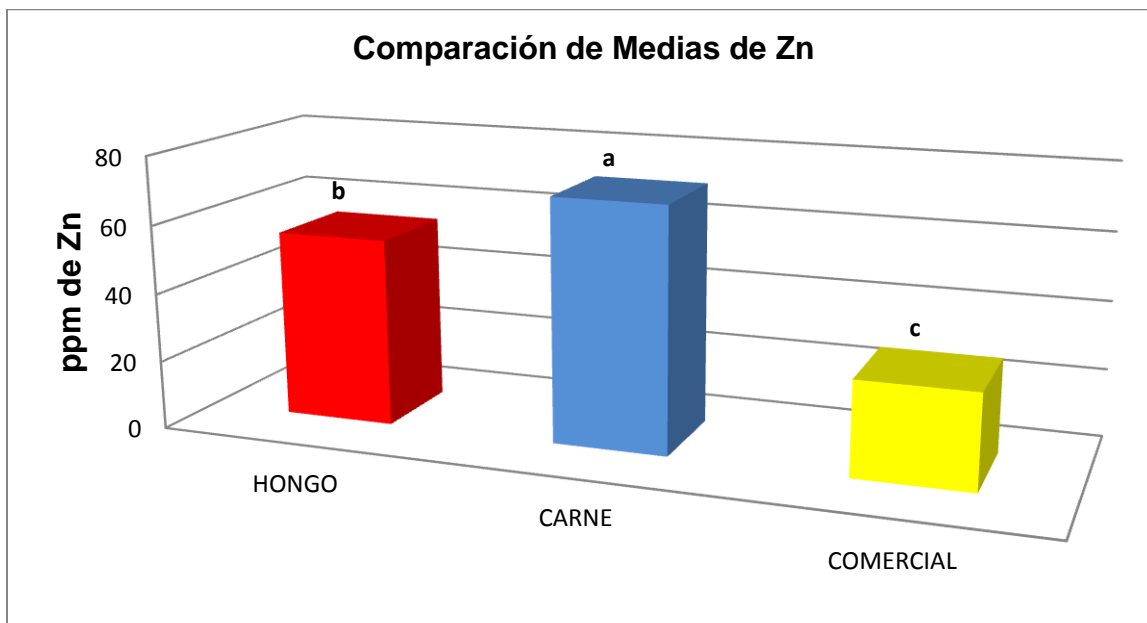
#### 4.5.6 Contenido de Zn

Como se puede observar en el cuadro 21 y en la figura 20, la hamburguesa con mayor contenido de Zinc, fue la elaborada a partir de carne con un 71.11 ppm . Esto se atribuye principalmente a que la carne se caracteriza por su alto contenido de proteínas de valor biológico, así como a los minerales que estos posee entre los cuales destacan el Hierro, Zinc y vitaminas del complejo B (Gonzalo D. 1986)(Cuadro 10). En seguida la hamburguesa elaborada a partir de hongo con un 54.88 ppm, los hongos también son considerados como una buena fuente de vitaminas sobre todo del complejo B y minerales como hierro, zinc selenio (Cuadro 5). Por lo cual puede ser considerada como una buena fuente para incorporarlos a la dieta, Y finalmente encontramos a la hamburguesa de tipo comercial con un 27.66 %, lo cual se atribuye al contenido de soya (Didora 2003) y carnes utilizadas en la elaboración de dicha hamburguesa.

**Cuadro 21.** Comparación de medias de Zn.

Muestra	(ppm) Zn. Medias	Fisher
Hongo	54.88	b
Carne	71.11	a
Comercial	27.66	c

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 20** Comparación de medias en ppm de Zn obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

#### 4.5.7 Contenido de Fe

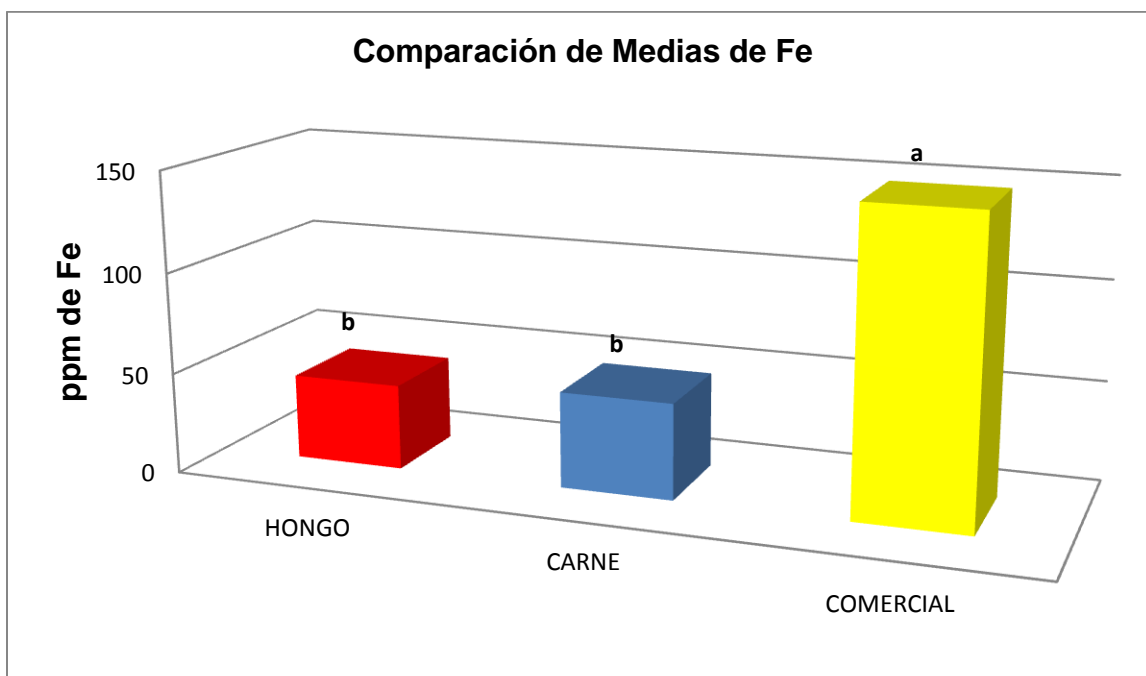
En el Cuadro 22 Figura 21 observamos que la hamburguesa del tipo comercial fue la que mayor contenido obtuvo de este mineral con 148.33 ppm, lo cual muy probablemente se deba a la mezcla de ingredientes principalmente a la proteína de soya la cual es rica en Fe (Didora, 2003), carne de res y pollo declarados en la etiqueta nutrimental, los cuales en conjunto pudieron aumentar el valor antes mencionado. En seguida encontramos a la hamburguesa elaborada a partir de carne con un 47.55 ppm, la cual tiene un contenido considerable de este mineral, dicho resultado puede ser comparado con lo reportado por (Pretorius et al. and Hall 2015) donde se establece la cantidad de hierro total en diferentes tipos de

carne magra cruda, los valores oscilan de 0.81 a 1.64 mg/100 g respectivamente. Finalmente la elaborada a partir de hongos con un 42.33 ppm esto debido a la cantidad presente de este mineral en los hongos (cuadro 5). Lo cual estadísticamente hace iguales a las hamburguesas de carne y hongos.

**Cuadro 22.** Comparación de medias de Fe.

Muestra	(ppm) Fe. Medias	Fisher
Hongo	42.33	b
Carne	47.55	b
Comercial	148.33	a

\* Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 21** Comparación de medias en ppm de Fe obtenido en cada una de las hamburguesas analizadas.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos anteriormente, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Sé elaboró una hamburguesa a partir de hongos comestibles (variedad Cremini), presentando 19.59 % de valor proteico.
- Se seleccionó la variedad Cremini, la cual presento mayor contenido proteico con un 34.08 %.
- El tratamiento ideal para retrasar la oxidación de los hongos fue; agua purificada a 98°C durante 150 segundos.
- Se evaluó el contenido nutrimental de la hamburguesa de HC presentado los siguientes resultados: Fibra Cruda 3.18%, Extracto Etéreo 6.46 %, Cenizas 11.13 %, MST 93.17 %, Fe 42.33 ppm y Zn 54.88 % ppm respectivamente.
- Se propone a la hamburguesa elaborada a partir de hongos variedad Cremini, como una posible alternativa para consumo y sustituto de carne, debido a las cualidades que esta presenta como menor contenido de lípidos, mayor contenido de fibra, un considerable contenido de proteínas y minerales. Por ser de origen fúngico tiene un menor contenido calórico, en comparación con las hamburguesas preparadas a base de carne y las de tipo comercial.

## 5 REFERENCIAS

1. AOAC (1990). "Manual de Tecnicas Quimicas Oficiales ".
2. Barroeta, A. C. E huevo y sus componentes como alimento funcional. Barcelona., Universidad Autónoma de Barcelona.
3. Barros et al., L. C., T. Baptista, P. Estevinho, L. M. Ferreira, I. C. (2008). "Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals." *Food Chem Toxicol* 46(8): 2742-2747.
4. CAC (1976). Codigo de practicas para la elaboración y manipulación de los alimentos congelados rápidamente. CAC/RCP 8-1976.
5. César., E. C. M. (2007). Determinación de Cloruro de sodio en las raciones alimentarias del programa de alimentación escolar de la JUNAE. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. Lic.en Ciencias de los Aliemntos.: 5-20.
6. Colak et al., A. C., Ö. Faiz, E. Sesli (2009). "Nutritional composition of some wild edible mushrooms *Turkish Journal of Biochemistry*, 34 (2009), pp. 25–31.
7. Crisan et al., S. (1978). "Edible mushrooms: Nutritional value S.T. Chang, W.A. Hayes (Eds.), *The biology and cultivation of edible mushrooms*, Academic Press, New York (1978), pp. 137–165.
8. Cheng, X. F., M. Zhang, et al. (2013). "The inactivation kinetics of polyphenol oxidase in mushroom (*Agaricus bisporus*) during thermal and thermosonic treatments." *Ultrason Sonochem* 20(2): 674-679.
9. Cheung, P. C. K. (2013). "Mini-review sobre los hongos comestibles como fuente de fibra dietetica: preparación y beneficios para la salud." *Food Science and Human Wellness* (2013) 2: 162-166.
10. Desimone, T. L., R. A. Acheson, et al. (2013). "Nutrient analysis of the Beef Alternative Merchandising cuts." *Meat Sci* 93(3): 733-745.
11. E. Sanchez José, R. D. J., Lara Hermilio L. (2007). Cultivo, Mercadotecnia e Inocuidad Alimenticia de *Agaricus Bisporus*. ECOSUR. México: 7-20.



12. Edge, J. (2005). "Hamburgers and Fries: An American Story (1<sup>o</sup> edición). Nueva York."
13. Eric, B. (2005). Los hongos silvestres comestibles perspectiva global de uso e importancia para la población. FAO. Roma: 5-53.
14. Fernandes, Â., J. C. M. Barreira, et al. (2015). "Exquisite wild mushrooms as a source of dietary fiber: Analysis in electron-beam irradiated samples." LWT - Food Science and Technology 60(2): 855-859.
15. Gaston, G. (1981). HONGOS. México.
16. Ghorai et al., 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.
17. Gonzalo D., G. d. F. M. S. P. B. (1986). Las hamburguesas en la alimentación. Madrid, España, Universidad Complutense , Depto. de Higiene y Tecnología de los Alimentos: 6-17.
18. Guillamon et al., E. G.-L., A. Lozano, M. D'Arrigo, M. Rostagno, M. A. Villares, A. Martinez, J. A. (2010). "Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases." Fitoterapia 81(7): 715-723.
19. He, F.-J. e. a., Chen, Jin-Qiang (2013). "Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms." Food Science and Human Wellness 2(3-4): 146-161.
20. I., A. S. S. (2012). Comida Rápida o Fast Food en Centros Comerciales. México, PROFECO.
21. INEN (2011). Carne y Productos Cárnicos, productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos. Quito, Ecuador. 1 1338:2010.
22. Kavita H. Poddar, M. A., Chen Hsin-Jen, Mary Jo Feener, Youfa Wang, Lawrence J. Cheskin. (2013). "Positive effect of mushrooms substituted for meat on body weight, body composition, and health parameters. A 1-year randomized clinical trial. ." ELSEVIER.

23. Lago Moneo , J. A., R. S. M., Lamas A. (2011). "El consumo de Comida rápida Situación en el mundo y acercamiento autonómico: 5-20."
24. Manzi et al., P. M., L. Gambelli, S. Marconi, V. Vivanti, L. Pizzoferrato (1999). "Nutrients in edible mushrooms: An interspecies comparative study Food Chemistry, 65 (1999), pp. 477–482.
25. Martínez-Carrera D., R. L., P. Morales, M. Sobal & A. Larqué-Savedra (1991). Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo (CONACYT).
26. Martínez Carrera, G., O. Paredes Lopez , R. Ocaña Camacho & M. Bautista Justo . (1998). Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) quality as affected by modified atmosphere packaging. *Micol. Neotrop. Apl.* 11:: 53-67.
27. Martínez-Carrera, D., A. Larqué, M. Aliphath, A. Aguilar, M. Bonilla (2000). La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. México, D.F., Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, campus Puebla: 1-10.
28. Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. M. (2010). Hacia un Desarrollo sostenible de Producción - Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el siglo XXI. R. L. d. H. C. y. Medicinales. México.
29. Martínez-Carrera D., P. M., M. Sobal, W. Martínez, Y. Mayett (2012). Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: su contribución al desarrollo de las cadenas agroalimentarias y la seguridad alimentaria en México. Puebla, México, COLPOS , capus Pebla & UPAEP.
30. Mattila et al., P.-S. V., K. Könkö, H. Aro, T. Jalava Basic (2002). "Composition and amino acid contents of mushroom cultivated in Finland Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (2002), pp. 6419–6422.
31. Millward, D. (2004). "Macronutrient intakes as determinants of dietary protein and amino acid adequacy".
32. Nielsen, S. S. (2003). Análisis de los Alimentos.
33. NOM (1993). bienes y servicios. productos de la carne. carne molida y carne moldeada. envasadas. especificaciones sanitarias. NOM-034-SSA1-1993.

34. NOM (1993). Modificación a la NOM-040-SSA1-1993, productos y servicios. Sal yodada y sal fluorurada especificaciones sanitarias. NOM-040-SSA1-1993.
35. NOM (1995). Bienes y servicios, alimentos envasados en recipientes de cierre hermetico y sometidos a tratamiento termico. disposiciones y especificaciones sanitarias. México. NOM-130-SSA1-1995.
36. Ouzouni et al., R., P.K. Ouzouni, K.A. Riganakos (2007). "Nutritional value and metal content of Greek wild edible fungi , pp. 99–110.
37. Pierre, M. (1970). Setas Comestibles y Venenosas. Barcelona, España.
38. Pretorius et al., B., Schönfeldt, Hettie C. and N. Hall (2015). "Total and haem iron content lean meat cuts and the contribution to the diet." Food Chemistry.
39. Tomas, T. B. (2008). Caracterización morfológica y térmica del almidón de maiz (*Zea mays L*) obtenido por diferentes étodos de aislamiento. Instituto de Ciencias Basicas e Ingeniería. Pachuca de Soto, Hidalgo., Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Lic. en Química en Alimentos.: 12-20.
40. Tunglund et al., M. (2002). "Oligo y polisacáridos no digeribles (fibra dietética): su fisiología y su papel en la salud humana y la comida Exámenes exhaustivos en Ciencias de los Alimentos y Seguridad Alimentaria, 1 (2002), pp. 90-109."
41. Turnbull, S. (2003). "Mongol campaign Life. Mongol Warrior 1200-1350 . Wayne Reynolds (Ilustrador) (1ª edición). Londres: Osprey Publishing. p. 30.
42. Weijn, A., S. Bastiaan-Net, et al. (2013). "Melanin biosynthesis pathway in *Agaricus bisporus* mushrooms." Fungal Genet Biol 55: 42-53.
43. Zhang Yin, Venkitasamy, Chandrasekar, Pan Zhongli and Wang Wie (2013). "Recent developments on umami ingredients od edible mushrooms.- A review" Trends in Food Science & Tecnology 33: 78-92.

## PÁGINAS WEB

1. <http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo1424/Berezi@%20Otros%20usos%20huevo%20cast.pdf>. Consultado el 12 de febrero de 2015.
2. <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/carnico-6.html>. Consultado el 30 de enero de 2015.
3. [http://www.ehowenespanol.com/nutricional-diferentes-tipos-hongos-info\\_262214/](http://www.ehowenespanol.com/nutricional-diferentes-tipos-hongos-info_262214/). Consultado el 31 de diciembre de 2014.
4. from <http://www.leben.com.mx/?productos=crimini>. Consultado el 1 de enero de 2015. Consultado el 22 de diciembre de 2014.
5. <http://www.hongoscomestibleslatinoamerica.com/Mexico/COLPOS/A/10.pdf>. Consultado el 12 de enero de 2015. Consultado el 20 de enero de 2014.
6. (<http://www.hongoscomestibleslatinoamerica.com/Mexico/COLPOS/A/10.pdf>). Consultado el 4 de febrero de 2015.
7. <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>. Consultado el 22 de enero de 2015.
8. <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Hongos&s2=Setas&s3=Champi%25F1%25F3n>. Consultado el 6 de febrero de 2015.
9. [http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/champi%C3%B1onescaf%C3%A9\(criminiitaliano\)?portionid=59157&portionamount=100,000](http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/champi%C3%B1onescaf%C3%A9(criminiitaliano)?portionid=59157&portionamount=100,000) . Consultado el 23 de enero de 2014.
10. <http://www.natursan.net/champinones-beneficios-y-propiedades/>. Consultado el 20 de enero de 2015.
11. <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf> . Consultado el 2 de febrero de 2015.
12. <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/sirloin?frc=True>. Consultado el 1 de febrero de 2015.
13. <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>. Consultado el 1 de febrero de 2015.
14. Elika (2014). "Otros usos del huevo." from <http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo1424/Berezi@%20Otros%20usos%20huevo%20cast.pdf>

15. Didora, C. A. (2003). "La soya : Valor dietético y nutricional."  
[http://www.diodora.com/documentos/nutricion\\_soja.htm](http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm).
16. <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Hongos&s2=Setas&s3=Champi%25F1%25F3n> . Consultado el 26 de enero de 2015.
17. [http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/champi%C3%B1onescaf%C3%A9\(criminiitaliano\)?portionid=59157&portionamount=100,000](http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/champi%C3%B1onescaf%C3%A9(criminiitaliano)?portionid=59157&portionamount=100,000) . Consultado el 15 de enero de 2015.
18. <http://www.natursan.net/champinones-beneficios-y-propiedades/> . Consultado el 12 de diciembre de 2014.
19. <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf> . Consultado el 3 de febrero de 2015.
20. <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/sirloin?frc=True> . Consultado el 4 de enero de 2015.
21. <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/carnico-6.html>. Consultado el 11 de enero de 2015.
22. [http://www.ehowenespanol.com/nutricional-diferentes-tipos-hongos-info\\_262214/](http://www.ehowenespanol.com/nutricional-diferentes-tipos-hongos-info_262214/). Consultado el 22 de diciembre de 2015.
23. [http://www.livestrong.com/es/bisulfito-sodio-perjudicial-info\\_31915/](http://www.livestrong.com/es/bisulfito-sodio-perjudicial-info_31915/). Consultado el 9 de diciembre de 2014
24. <http://www.leben.com.mx/?productos=crimini>. Consultado el 13 de diciembre de 2014.
25. <http://www.botanical-online.com/setas/champinones.htm>