

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE:**

**INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**TESIS**

**DESARROLLO DE HAMBURGUESA VEGANA A BASE DE HONGO  
CREMINI (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*)**

**POR:**

**BRENDA MONJARAS TEJEDA**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

TESIS

DESARROLLO DE HAMBURGUESA VEGANA A BASE DE HONGO CREMINI  
(*Agaricus Bisporus var. brunnescens*)

POR:

**Brenda Monjaras Tejeda**

Ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR



**Dr. Antonio Aguilera Carbó**

**Asesor principal**



**ME. Laura Olivia Fuentes Lara**

**Asesor**



**Dra. Xóchitl Ruelas Chacón**

**Asesor**



**Coordinador de la División de Ciencia Animal**



Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2018

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

Que se somete a consideración del H. jurado examinador, la tesis titulada:

**DESARROLLO DE HAMBURGUESA VEGANA A BASE DE HONGO CREMINI**  
*(Agaricus Bisporus var. brunnescens)*

**POR:**

**Brenda Monjaras Tejeda**  
**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

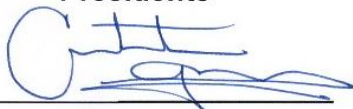
**INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**JURADO CALIFICADOR**



**MC. Laura Olivia Fuentes Lara**

**Presidente**




**Dr. Antonio Aguilera Carbó**

**Vocal**



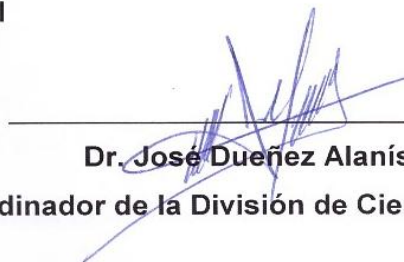
**Dra. Xochitl Ruelas Chacón**

**Vocal**



**Q.F.B. María Carmen Julia García**

**Vocal Suplente**



**Dr. Jose Dueñez Alanís**  
**Coordinador de la División de Ciencia Animal**



Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2018

## 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 seguir estudiando. Por brindarme una vida tan llena de momentos tristes y felices y el cariño de tantos amigos Muchas Gracias

A mis padres **Sr. Epifanio Monjaraz Garay y a la Sra. Estela Tejeda Martínez** por su apoyo incondicional durante toda mi vida, por sus sacrificios. Por enseñarme que el estudio es la mejor herencia y herramienta de la vida, Gracias.

A mis segundos padres **Ricardo Sandoval y Adriana Tejeda** por su apoyo y alientos para seguir estudiando y por qué siempre confiaron en que lo lograría, Gracias.

A mis hermanos **Nancy, Joan y Vanessa** gracias por estar ahí y alegrar mi vida, por ser el motor para que yo pudiera llegar hasta donde he llegado, y por todos esos momentos de felicidad. Gracias hermanitos.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por aceptarme y formarme en tus aulas como profesionista. 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 compañeros de **Generación CXXIV de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos**. En especial **Nayetxi, Betty, Magaly, Sandra, Dulce, Lili, Sol, Rayi, Omar, Carlita, Diana, Nelly 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, quien gracias a su apoyo e impulso a seguir contra las adversidades y no rendirme y que siempre confió en mí, y que forma una de las partes más importantes de mi vida **Rodrigo** Gracias

A mi asesor el **Dr. Antonio Aguilera Carbó**, por todo su apoyo y tiempo dedicado en la realización de este trabajo por ser mi maestro, una gran persona, y por su sus consejos, sencillez e inteligencia. Gracias

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

A la **M.E. Laura Oliva Fuentes Lara** por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo, por su sencillez, amabilidad, y ser una mujer inteligente.

A la **Dra. Xóchitl Ruelas Chacón** por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo, por su responsabilidad, amabilidad, carisma inigualable, inteligencia y por ser una gran mujer

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 necesaria 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:

**Sr. Epifanio Monjaras Garay, Sra. Estela Tejeda Martínez, Nancy Guadalupe Monjaras Tejeda, Joan Gerardo Monjaras Tejeda, Vanessa Monjaras Tejeda** por ser el motor principal para el logro de este sueño, por su apoyo en todos los momentos, por siempre estar alentándome a seguir y no rendirme hasta lograr mis objetivos. Muchas Gracias

A la Familia **Monjaras Garay y Tejeda Martínez** por confiar en que lo lograrían mis objetivos. Gracias

*"Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber."*

*Albert Einstein*

# ÍNDICE GENERAL

1	Agradecimientos .....	III
2	Dedicatorias .....	V
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación .....	3
1.3	Objetivos .....	3
1.3.1.	Objetivo general .....	3
1.3.2.	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1	Definición de hamburguesa y torta vegana.....	4
2.2	Ingredientes para la preparación de hamburguesa .....	5
2.3	Definición de hongos .....	5
2.3.1	Características generales, nutrición y reproducción.....	6
2.3.2	Definición de hongos comestibles .....	6
2.3.3	Producción de hongos comestibles en México .....	6
2.3.4	Valor económico de los hongos comestibles .....	7
2.3.5	Valor nutricional de los hongos comestibles .....	7
2.4	Hongo cremini/ crimini ( <i>Agaricus Bisporus var. brunnescens</i> ) .....	8
2.4.1	Valor nutricional .....	9
2.5	Pre- tratamientos que se le pueden dar a los hongos después de su cosecha para su consumo. ....	10
2.5.1	Tratamiento térmico .....	10
2.5.1.1	Escaldado .....	10
2.5.1.2	Objetivos del escaldado.....	11
2.5.1.3	Métodos de escaldado .....	12
2.6	Definición de coliflor .....	12
2.6.1	Valor nutricional .....	13
2.7	Definición de calabacín .....	14
2.7.1	Valor nutricional .....	14
2.8	Definición de patata.....	14
2.8.1	Valor nutricional .....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODO .....	16



3.1	<b>Materia prima</b> .....	16
3.2	<b>Material y equipo para la elaboración de la hamburguesa</b> .....	16
3.3	<b>Material y Equipo para realizar el Análisis Bromatológico de las Hamburguesas</b> .....	16
3.4	<b>Reactivos</b> .....	17
3.5	<b>Localización</b> .....	18
3.6	<b>ETAPA 1 Selección del hongo en base al contenido proteico</b> .....	18
3.6.1	<b>Determinación de proteína por el método microkjeldhal</b> .....	18
3.7	<b>ETAPA 2 Selección del escalde</b> .....	19
3.8	<b>ETAPA 3 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa</b> .....	20
3.8.1	<b>Elaboración de la hamburguesa a base de hongos y vegetales</b> .....	20
3.9	<b>ETAPA 4 Análisis Bromatológico de la Hamburguesa Vegana</b> .....	21
3.9.1	<b>Preparación para el Análisis de las Muestras de Hamburguesas</b> .....	22
3.10	<b>Determinación de Materia Seca Total o Solidos Totales</b> .....	22
3.11	<b>Determinación de humedad</b> .....	23
3.12	<b>Determinación cenizas totales</b> .....	24
3.13	<b>Determinación de proteína cruda método de Macrokjeldhal</b> .....	25
3.14	<b>Determinación de Extracto Etéreo</b> .....	27
3.15	<b>Determinación de Fibra Cruda</b> .....	28
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
4.1	<b>ETAPA 1 Selección del Hongo en Base al Contenido Proteico</b> .....	31
4.2	<b>ETAPA 2 Selección de Escalde</b> .....	31
4.3	<b>ETAPA 3 Formulación y desarrollo de la hamburguesa vegana</b> .....	32
4.4	<b>ETAPA 4 Análisis bromatológico</b> .....	33
4.4.1	<b>Materia Seca Total</b> .....	33
4.4.2	<b>Cenizas</b> .....	34
4.4.3	<b>Proteína</b> .....	35
4.4.4	<b>Extracto Etéreo</b> .....	36
4.4.5	<b>Fibra Cruda</b> .....	37
3	<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
5.	<b>REFERENCIAS:</b> .....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Agradecimientos</b> .....	III
<b>Dedicatorias</b> .....	V
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>Cuadro 1.</b> Composición nutrimental de la hamburguesa vegana por cada 100 g .....	4
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutrimental de la hamburguesa sencilla por cada 100 g .....	5
<b>Cuadro 3.</b> Propiedades químicas de los hongos comestibles silvestres.....	8
<b>Cuadro 4.</b> Clasificación científica del hongo cremini.....	9
<b>Cuadro 5.</b> Composición nutrimental de cremini por cada 100 g .....	10
<b>Cuadro 7.</b> Composición nutrimental de calabacín por cada 100 g.....	14
<b>Cuadro 8.</b> Composición nutrimental de patata por cada 100 g.....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
<b>Cuadro 9.</b> Temperatura y tiempos para escalde de hongos .....	19
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
<b>Cuadro 10.</b> Resultados del análisis nitrógeno y proteína de las 3 variedades de Hongo .	31
<b>Cuadro 11.</b> Formulación de la hamburguesa con 50% Vegetal y 50% Hongo.....	32
<b>Cuadro 12.</b> Formulación de la hamburguesa con 75% Vegetal y 25% Hongo.....	32
<b>Cuadro 13.</b> Formulación de la hamburguesa con 25% Vegetal y 75% Hongo.....	33
<b>Cuadro 14.</b> Comparación de medias de %MST .....	33
<b>Cuadro 15.</b> Comparación de medias de %Cenizas .....	34
<b>Cuadro 16.</b> Comparación de medias de %Proteína Cruda .....	35
<b>Cuadro 17.</b> Comparación de medias de %EE .....	36
<b>Cuadro 18.</b> Comparación de medias de %FC .....	37
<b>Cuadro 19.</b> Comparativo de hamburguesa vegana, hamburguesa sencilla y hamburguesa formulada .....	38
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>5. REFERENCIAS:</b> .....	40

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Agradecimientos</b> .....	III
<b>Dedicatorias</b> .....	V
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Figura 1:</b> Promedio de más de 10 marcas de hamburguesas comerciales que se fabrican en la Argentina .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>Figura 2</b> Hongo cremini ( <i>Agaricus Bisporus var. brunnescens</i> ).....	9
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
<b>Figura 3.</b> Selección del escalde .....	20
<b>Figura 4.</b> Hamburguesa elaborada a base de hongos y vegetales en crudo .....	21
<b>Figura 5.</b> Hamburguesa elaborada a base de hongos y vegetales en freído .....	21
<b>Figura 6.</b> Preparación de la muestra .....	22
<b>Figura 7.</b> Equipo utilizado para Determinación De Solidos Totales.....	23
<b>Figura 8.</b> Equipo utilizado para Determinación De Cenizas Totales .....	25
<b>Figura 9.</b> Equipo Kjeldhal sección de digestión .....	26
<b>Figura 10.</b> Equipo Kjeldhal Sección de destilación .....	26
<b>Figura 11.</b> Instrumental de titulación para obtención de proteína.....	27
<b>Figura 12.</b> Equipo para determinación de extracto etéreo .....	28
<b>Figura 13.</b> Equipo Labconco utilizado en Determinación de Fibra Cruda .....	30
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
<b>Figura 14.</b> Comparación de medias del porcentaje de Materia Seca Total obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas .....	34
<b>Figura 15.</b> Comparación de medias del porcentaje de Cenizas obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas .....	35
<b>Figura 16.</b> Comparación de medias del porcentaje de Proteína Cruda obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas .....	36
<b>Figura 17.</b> Comparación de medias del porcentaje de Extracto Etéreo obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas .....	37
<b>Figura 18.</b> Comparación de medias del porcentaje de Fibra Cruda obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas.....	38
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>5. REFERENCIAS:</b> .....	40

## Resumen

Los hongos comestibles han sido durante mucho tiempo celebrados como una fuente de nutrientes de gran alcance, teniendo el perfil de antioxidantes y aminoácidos de algunos de los alimentos más saludables, sin embargo, ignoramos esta increíble comida en el pasillo de las verduras. Cuando se trata de salud, el todopoderoso hongo es realmente algo para adorar.

El gran problema en México es la mala alimentación de ahí es que surge el sobrepeso y la obesidad, además del desarrollo de otras enfermedades. En la actualidad por motivos de salud, estéticos y ambientales la gente ha elegido ser vegana, es por eso la preocupación de desarrollar alimentos alternativos, entre ellos la hamburguesa vegana a partir de hongos, verduras y cereales, que sería una buena opción para obtener productos más saludables y que además satisfagan las necesidades del consumidor.

El actual trabajo se dividió en cinco etapas; la primera radicó en seleccionar la mejor variedad de hongo en cuanto al contenido proteico. La segunda etapa en seleccionar el tratamiento ideal que redujera la oxidación de los hongos dependiendo de las temperaturas y tiempos. En la tercera etapa consistió en realizar las formulaciones de las hamburguesas sin utilizar productos de origen animal. En la cuarta etapa se les realizó un análisis bromatológico a las hamburguesas. Sin embargo para hacer un comparativo más amplio y determinar el nivel de nuestra hamburguesa vegana se hicieron tres formulaciones con diferentes concentraciones; la primera con 75% de hongo y 25% de vegetal, la segunda 50% de hongo y 50% de vegetal, la tercera con 25% de hongo y 75% de vegetal, 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 y fibra cruda

**Palabras clave:** hamburguesas veganas, hongos comestibles, bromatológico, proteína vegetal.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

La creación de la hamburguesa ha sido obra del tiempo, de varios personajes y hasta de regiones; el primer antecedente data del siglo XIX pero hasta el XX surge la primera cadena especializada. La hamburguesa es un platillo muy sencillo en realidad, pero en el siglo XX se convirtió en un negocio multimillonario que conquistó al mundo sin importar culturas o sistemas políticos, incluso. Y aunque en la actualidad es atacada por su alto contenido calórico y hasta por la calidad de su carne, lo cierto es que para muchos sigue siendo un irresistible manjar: la hamburguesa.

La creación de esta deliciosa combinación de pan, carne, queso y condimentos se les adjudica a varios personajes. La historia de su aparición no está del todo clara, debido a que en distintas épocas se la han hecho modificaciones hasta llegar al platillo que conocemos actualmente (Sáez, 2014).

Hay muchas historias relacionadas con el origen de la hamburguesa, lo cierto es que todos, a nivel mundial sabemos que viene de los Americanos, que es comida Americana, y que todos de alguna forma cuando llegamos a los Estados Unidos, lo primero que queremos hacer es comer una rica y succulenta hamburguesa.

Con casi ya 1,000 años de historia de la hamburguesa, ha llegado por fin a su momento estrella, se ha perfeccionado, ahora puedes disfrutar de hamburguesas gourmet, con toques hispanos, con ingredientes exóticos, y hasta puedes deleitar una hamburguesa vegetariana (Aguilar, 2016).

La palabra proviene de la ciudad de Hamburgo, en Alemania, el puerto más grande de Europa en aquella época. Posteriormente fueron los inmigrantes alemanes de finales del siglo XIX quienes introdujeron en los Estados Unidos el plato llamado filete americano al estilo Hamburgo.

Tipo de alimento	Calorías (Cal.)	Hidratos Carbono (Gr%)	Proteínas (Gr.)	Grasas (Gr.)	
Hamburguesa	200	0	17	13	
Hambur.Diet	154	0	19,9	7,8	

Fuente:<http://agroindustriacarnica.blogspot.mx/2010/06/hamburguesa-origen-caracteristicas.html>

**Figura 1:** Promedio de más de 10 marcas de hamburguesas comerciales que se fabrican en la Argentina

La hamburguesa es carne de origen bovino, por lo tanto los valores nutricionales son similares a ella en cuanto a proteínas, no ocurre lo mismo con las grasas que en estas el contenido es superior. Pero este contenido puede variar de acuerdo si la hamburguesa es casera o un producto comercial. Es un alimento que brinda una apreciable cantidad de proteínas de alto valor biológico, de Hierro y vitaminas del complejo B. Pero también debemos aclarar que presenta un elevado contenido de grasas saturadas y colesterol.

A la carne picada suele añadirse alguna sustancia ligante para que se compacte adecuadamente y pueda ser más fácil de ingerir, como puede ser huevo, pan rallado.

La carne picada debe manipularse con extremo cuidado debido a que puede tener bacterias que contaminan la carne y provocar intoxicaciones alimentarias, tal y como puede ser la causada por la *escherichia coli* O157:H7. Es por esta razón por la que conviene hacer la carne lo más posible y que alcance una temperatura de 90°C en su interior (Llantén, 2010).

Las setas son ricas en  $\beta$ -glucanos, polisacáridos que estimulan al sistema inmunitario. Estimulan el sistema inmune, frenando el crecimiento de los tumores, al activar a los linfocitos T, las células natural-killers y los macrófagos, que se encargan de eliminar a las células tumorales. Además, los  $\beta$ -glucanos estimulan la producción de citoquinas, muy importantes para la lucha contra el cáncer: factor de necrosis tumoral (TNF $\alpha$ ), interleuquina-10, etc. Por otra parte frenan el crecimiento de las células tumorales y la aparición de metástasis al inhibir el factor nuclear kappa-beta.

Las setas shiitake, maitake, enoki, cremini o portobello (*Agaricus bisporus*), seta común o gírgola (*Pleurotus ostreatus*) y seta de cardo (*Pleurotus eryngii*) contienen polisacáridos y lentinanos que estimulan la reproducción y la actividad de las células inmunes.

Uno de las sustancias más interesantes que contienen los hongos es la L-ergotioneína (EGT), que los científicos están comenzando a reconocer como un “antioxidante maestro” con un poder, incluso superior al glutatión en ciertos aspectos. Un artículo publicado en la revista Nature, habla sobre la importancia de la ergotioneína, que se sintetiza de forma exclusiva por los hongos, micobacterias y cianobacterias pero se acumula en los organismos superiores, de manera que también aparece en alimentos como las alubias negras y rojas, la carne roja, hígado, riñones y el salvado de avena (Gil, 2016)

Los hongos contienen algunos de los compuestos medicinales más poderosos del planeta. Se han estudiado cerca de 100 especies diferentes debido a sus beneficios que promueven la salud y cerca de media docena de ellas sobresalen por su capacidad de reforzar significativamente el sistema inmunológico.

Nueve estudios recientes sobre los hongos detallan una amplia variedad de beneficios para la salud, incluyendo: un mejor control de peso, mejorar la nutrición, aumentar los niveles de vitamina D y reforzar la función del sistema inmunológico.

Por supuesto, que los hongos blancos son un excelente alimento bajo en calorías, especialmente para los diabéticos. Contiene numerosos nutrientes, incluyendo proteínas, enzimas, vitaminas B (especialmente niacina) y vitamina D<sub>2</sub>.

Los hongos son excelentes fuentes de antioxidantes en general, ya que contienen polifenoles y selenio, que son comunes en el mundo de las plantas. Pero también contienen antioxidantes que son únicos en los hongos. Uno de esos antioxidantes es la ergotioneina, que los científicos están comenzando a reconocer como un “antioxidante maestro” (Mercola, 2013).

## **1.2 Justificación**

Por la necesidad de cambiar los hábitos alimenticios ya sea por creencia, salud o por dieta. Ha surgido el nuevo estilo de vida vegano, así como la importancia de comer saludable y por la falta de tiempo, la comida rápida como las hamburguesas, se han convertido en una solución a dicha necesidad, aun siendo un alimento no tan saludable. Además de que la comida rápida trae consigo muchas enfermedades cardiovasculares y problemas de sobre peso. Este tipo de comidas rápidas suelen ser de bajo costo, siendo así una fácil opción para la población, con el nuevo auge vegano de comer saludable y el respeto hacia los animales es una problemática para quienes quieren comer rico y saludable.

En base a lo anterior nos damos cuenta de la necesidad de desarrollar la variedad de productos veganos de fácil acceso y nutritivos. La elaboración de hamburguesas a partir de hongos y vegetales representa una buena alternativa para darle solución a esta problemática debido a las mejorías que estos brindan.

El presente trabajo fue enfocado al estilo de vida vegano, elaborando una hamburguesa a partir de una variedad de hongo cremini (*Agaricus Bisporus var. brunnescens*) y vegetales, como una opción para todas aquellas personas que cuidan su salud y respetan a los animales ya que las ventajas que ofrece son: como sustituto de carne debido a la cantidad de aminoácidos que contiene, mayor contenido de fibra y menor contenido de grasa en comparación de tres diferentes reformulaciones.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la calidad nutrimental de producto desarrollado, en base a reformulaciones.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Seleccionar la variedad de hongo sustancioso con mayor contenido proteico para la elaboración de la hamburguesa vegana.

- Determinar el mejor método de escaldado con soluciones de agua purificada, bisulfito, y ácido cítrico, para inactivar enzimas.
- Evaluar el contenido nutrimental de la hamburguesa vegana.
- Determinar la reformulación que se asemeje a la consistencia de una hamburguesa de carne.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Definición de hamburguesa y torta vegana

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

Las hamburguesas veganas son una mezcla de alimentos vegetales a la que se da forma redonda u ovalada, se aplana y se cocina a la freidora, sartén, microondas, horno o parrilla para utilizar exactamente igual que cualquier otra hamburguesa.

Suelen hacerse mezclando verduras, legumbres y cereales. A veces se añaden varios tipos, y hasta más ingredientes diferentes como frutos secos, frutas, caldos, leches vegetales, aceites, sémolas o pan rallado.

Las verduras le aportan sabor y color, las legumbres consistencia y textura y los cereales, sobre todo en forma de harina, ayudan a aglutinar la masa para que no se deshaga ni al hacer las hamburguesas ni al cocinarlas. Con las leches vegetales y caldos añadimos cremosidad a la mezcla, con el pan rallado las aglomeramos un poco más y con los aceites evitamos que se peguen. (SINTAGMA).

A continuación encontrará información nutricional de la hamburguesa vegana en comparación con la de una hamburguesa sencilla por cada 100 g.

**Cuadro 1.** Composición nutrimental de la hamburguesa vegana por cada 100 g

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	177 kcal
<b>Proteínas</b>	15.7 g
<b>Carbohidratos</b>	14.27 g
<b>Fibra</b>	4.9 g
<b>Azúcar</b>	1.07 g
<b>Grasa</b>	6.3 g
<b>Colesterol</b>	5 mg
<b>Sodio</b>	569 mg
<b>Potasio</b>	333Mg



Fuente: <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/hamburguesas-vegetarianas?portionid=61080&portionamount=100,000>.

**Cuadro 2.** Composición nutrimental de la hamburguesa sencilla por cada 100 g

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	270 kcal
<b>Proteínas</b>	14.61 g
<b>Carbohidratos</b>	28.81 g
<b>Fibra</b>	1.1 g
<b>Azúcar</b>	3.39 g
<b>Grasa</b>	10.97 g
<b>Colesterol</b>	34 mg
<b>Sodio</b>	369 mg
<b>Potasio</b>	157 mg

Fuente: <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/hamburguesa-sencilla>

## 2.2 Ingredientes para la preparación de hamburguesa

La preparación básica de las hamburguesas es muy sencilla. Hay que picar la carne o comprarla ya picada y prensarla a mano, queso fontina, tocino y cebolla, condimentado con la salsa, Por lo que incluso la mejor hamburguesa original de América no la envidiaría (Barbato).

## 2.3 Definición de hongos

Los hongos son organismos microscópicos del reino Fungí que viven en las plantas y en los animales. Nadie sabe cuántas especies de hongos existen, pero se estima que están dentro del rango de diez mil, o tal vez 300,000 o más. La gran mayoría son organismos filamentosos (como hilachas) y la producción de esporas es característica del reino Fungi en general. Estas esporas pueden ser transportadas por aire, agua o insectos. A diferencia de las bacterias que son unicelulares, los hongos están compuestos de muchas células y a veces pueden verse a simple vista. Bajo el microscopio, éstos aparecen como setas delgadas. En muchos hongos, el cuerpo consiste de: Raíces en forma de hilos que invaden los alimentos donde vive, un tallo que crece elevándose por encima del alimento y esporas que se forman al final del tallo (Last Modified, 2013).

Del latín fungus, un hongo es un organismo eucariota que pertenece al reino Fungí. Los hongos forman un grupo polifilético (no existe un antepasado común a todos los

miembros) y son parásitos o viven sobre materias orgánicas en descomposición (Carillo, 2017).

### **2.3.1 Características generales, nutrición y reproducción**

Los hongos en sentido estricto son unos organismos eucariotas heterótrofos (ya que carecen de clorofila), que tienen digestión externa con absorción, y que producen un micelio (salvo raras excepciones ya que algunos son unicelulares), formado por hifas septadas o sifonales cuyas paredes celulares están revestidas por quitina y glucanos. Muchos se reproducen de forma sexual y asexual y sus células o compartimentos tienen por lo general varios núcleos haploides (Asturnatura, 2004).

Los integrantes del reino Fungi poseen las siguientes características: Son eucariontes, aerobios, macro o microscópicos, heterótrofos, la nutrición la efectúan mediante la secreción de enzimas (exoenzimas) que digieren la materia orgánica antes de ingerirla (absorción) y es almacenada en forma de glucógeno, poseen crestas mitocondriales en placa, membrana celular constituida por ergosterol, quitina como principal componente de la pared celular, la síntesis de la lisina la efectúan por el intermediario ácido alfa-amino-adípico (AAA) y se reproducen por propágulos denominados esporas (UNAM, 2011).

### **2.3.2 Definición de hongos comestibles**

*Pleurotus* es el nombre genérico de una gama de hongos comestibles que poseen agua, hidratos de carbono y lípidos. Sus proteínas de alta calidad biológica contienen nueve de los aminoácidos esenciales para el hombre, incluidas lisina y metionina. Son fuente de vitaminas, fibras, minerales, y aportan de 150 a 350 calorías por kilogramo, además de sus propiedades medicinales.

La mayoría de los hongos comestibles no le da un sabor determinado a las comidas, se pueden degustar en forma natural, como ensaladas o acompañados de carnes o huevos. Los maestros de la alta cocina plantean que existen más de 2 000 recetas, y su sabor depende de la preparación. Lo más interesante es que después de su cocción mantienen el contenido de proteínas y vitaminas (Figuroa, 2004).

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

El cultivo de los hongos comestibles en México es una industria que poco a poco ha ido desarrollándose gracias a la iniciativa de diversos profesionales de la Biología. Esta industria tiende a ser una de las más importantes en nuestro país en cuanto a la producción de alimentos.

Recientemente y gracias al esfuerzo económico y gran visión de dos profesionistas se importó de Europa una maquinaria de alto nivel que procesa a gran velocidad el sustrato para el cultivo, lo inocula con la cepa del hongo y luego lo empaca en bolsas de varios kilogramos. Ya empaquetado se incuba durante un tiempo para que después broten los primordios y los hongos, listos para cosecharse.

Esta maquinaria, definitivamente impulsará de manera importante la industria del cultivo de los hongos en nuestro país y ello gracias a la iniciativa de los Biólogos Enrique González Porcayo y el Biólogo Alberto Martínez Gracia, ambos entusiastas y trabajadores incansables en ésta área, me gustaría mencionar que son Egresados de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana de Xalapa, México (López, 2007).

#### **2.3.4 Valor económico de los hongos comestibles**

La producción mundial de los hongos cultivados supera los 6.2 millones de toneladas, cuyo valor se aproxima a los 30 billones de dólares. La tasa de incremento de la producción anual es del 11% y esto se debe a la investigación, confirmación y difusión de sus propiedades medicinales y nutritivas. Por esta razón, se observa un alza en la demanda de productos derivados de hongos comestibles. El volumen de producción de hongos frescos en México se estima en 38 708 toneladas anuales, lo que representa alrededor del 59 % del total de la producción en Latinoamérica, siendo este país el 18° productor a nivel mundial. Su exportación genera divisas por más de cuatro millones de dólares anuales. Las operaciones comerciales tienen un monto anual aproximado de 150 000 000 de dólares, generando alrededor de empleos directos e indirectos. La importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 386 000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales obtenidos del hongo (Cano, 2017).

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

El uso de hongos en la dieta de los seres humanos ha prevalecido debido a su sabor y olor característico. Sin embargo, en los últimos años el interés por los HCS se ha intensificado, ya que constituyen una fuente importante de nutrientes. Presentan una composición química que los hace atractivos desde el punto de vista nutricional; en general, contienen 90 % de agua y 10 % de materia seca, de los cuales 27-48 % son de proteína, aproximadamente 60 % corresponde a carbohidratos, en especial fibras dietéticas (D-glucanas, qui-tina y sustancias pécticas) y 2-8 % son lípidos, entre los cuales destaca el ácido linoléico. El alto contenido proteico, (15 al 35% del peso seco), refleja las creencias que los hongos son un sustituto efectivo de la carne, aunque no todos los hongos silvestres contienen gran cantidad de proteínas, su valor nutritivo puede ser comparado con el de muchas especies vegetales. El contenido de minerales en los hongos comestibles varía entre 6 y 11 % según la especie; los que aparecen en mayor cantidad son el calcio, potasio, fósforo, magnesio, zinc y cobre. En cuanto al contenido de vitaminas, los hongos comestibles son ricos en riboflavina (B<sub>2</sub>), niacina (B<sub>3</sub>) y folatos (B<sub>9</sub>). (Cano, 2017).

A continuación se presentan las propiedades químicas de algunas especies de hongos silvestres.

**Cuadro 3.** Propiedades químicas de los hongos comestibles silvestres

Especie de hongo	Humedad*	Grasa cruda*	Minerales*	Proteína cruda*	Fibra cruda*
<i>Agaricus bisporus</i>	91.4	0.3	0.8	1.8	2.0
<i>Amanita caesarea</i>	93.8	nr	0.7	0.81	1.02
<i>Boletus edulis</i>	90.8	0.5	0.6	1.7	2.1
<i>Pleurotus ostreatus</i>	92	0.4	0.9	1.6	nr
<i>Pleurotus spp</i>	92.4	nr	0.6	1.2	1.7
<i>Ramaria flava</i>	92.7	nr	0.6	1.1	1.7

\*Gramos por cada 100 g de materia fresca

Fuente: [https://www.researchgate.net/publication/304337647\\_valor\\_economico\\_nutricional\\_y\\_medical\\_de\\_hongos\\_comestibles\\_silvestres?token=17abcd1dd66c4dd2a31998f1a85aa84c](https://www.researchgate.net/publication/304337647_valor_economico_nutricional_y_medical_de_hongos_comestibles_silvestres?token=17abcd1dd66c4dd2a31998f1a85aa84c)

#### 2.4 Hongo cremini/ crimini (*Agaricus Bisporus var. brunnescens*)

Es un amplio género de hongos, que pertenecen al orden de los Agaricales y a la familia de los Agaricaceae. Las principales características de las especies que pertenecen a este género son: velo general no diferenciado del revestimiento de píleo. Sombrero frecuentemente convexo, de colores blancos, pálidos y marrones. Láminas libres al pie, de jóvenes cremosas o rosadas y en su madurez café a negruzcas; estípite central separable del píleo con un anillo membranoso sencillo o doble, superior o inferior.

*Agaricus bisporus* es la especie más representativa de este género, comúnmente conocido como champiñón y es el más cultivado a nivel mundial. Se estima que en el 2009 se produjeron alrededor de 4 000 000 de toneladas. En cuanto a su composición química se reporta un contenido de humedad del 91.4% y por lo tanto 8.6 % de materia seca, de las cuales alrededor del 19% son proteínas, 23 % fibra y 12 % minerales cuyo análisis mostró altas cantidades de potasio, fósforo, cobre y hierro.

Estudios han revelado que *Agaricus bisporus* posee actividad antioxidante atribuida a la presencia de aproximadamente 7 µg de compuestos fenólicos y alrededor de 3 µg de flavonoides, ayudando a prevenir el envejecimiento celular, con la reducción de los efectos de las especies reactivas de oxígeno; además de poseer propiedades antiinflamatorias y ayudar a prevenir cierto tipo de cáncer (Cano, 2017).

En la Figura 2, se muestra la apariencia de los hongos variedad cremini en fresco.



**Figura 2** Hongo cremini (*Agaricus Bisporus var. brunnescens*)

A continuación se describe la clasificación a la cual pertenecen los hongos cremini, dentro del Reino Fungí.

**Cuadro 4.** Clasificación científica del hongo cremini

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

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

### 2.4.1 Valor nutricional

El champiñón y las setas son alimentos con unas propiedades nutricionales muy apreciadas. Destaca el bajo aporte calórico que tienen debido a su gran contenido en agua (80%-90%), entre 26-35 kcal por cada 100 gramos. Además son una buena fuente de proteínas con una composición en aminoácidos más parecida a la proteína animal que a la vegetal, siendo el complemento ideal para dietas vegetarianas. Su alto contenido en fibra y bajo aporte graso son características deseables para una alimentación saludable. En cuanto a los microelementos, los hongos son una fuente importante de vitaminas del grupo B, sobre todo B2 y B3, y de precursores de vitamina D como el ergosterol que favorecen la absorción de calcio y de fósforo (Barros et al., 2007a). Contienen también minerales esenciales para el correcto funcionamiento de nuestro organismo, principalmente selenio, fósforo y potasio (Manzi et al., 2001). Su contenido en sodio es muy bajo lo que permite utilizar estos productos para dietas con menor contenido en sal (Roncero, 2015).

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

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

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	27.47 kcal
<b>Proteínas</b>	3.81 g
<b>Agua</b>	93.35 g
<b>Carbohidratos</b>	4.12 g
<b>Fibra</b>	1.70 g
<b>Azúcar</b>	1.72 g
<b>Grasa</b>	0.85 g
<b>Grasa saturada</b>	0.13 g
<b>Grasa polinsaturada</b>	0.45 g
<b>Grasa monoinsaturada</b>	0.03 g
<b>Colesterol</b>	0.00 mg
<b>Sodio</b>	163.45 mg
<b>Potasio</b>	255.50 mg
<b>Hierro</b>	0.90 mg
<b>Zinc</b>	0.38 mg
<b>Selenio</b>	0.90 µg
<b>Vitamina B2</b>	0.25 mg

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

## **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 recipientes de cierre hermético con el fin de lograr una estabilidad biológica (NOM, 1995).

#### **2.5.1.1 Escaldado**

Es una operación relacionada con la transmisión de calor, pero no es un proceso de esterilización ni de conservación. La finalidad del escaldado es la inactivación de enzimas presentes en ciertos alimentos que posteriormente van a ser enlatados, congelados o deshidratados. De no proceder de esta forma, la actividad enzimática residual de estos alimentos podría dar lugar a

la aparición de colores, sabores y olores indeseables. Además el escaldado presenta una serie de ventajas importantes, ya que al realizarse con agua, es un sistema eficaz de lavado y limpieza de los alimentos al tiempo que los reblandece mejorando su textura. Asimismo, el aumento de la temperatura provoca el desprendimiento de los gases ocluidos en el alimento (Seoanes, 2003). Estos gases son parte del metabolismo celular, ya que la eliminación de los gases en espacios intercelulares permite que se genere un vacío relativo (Sánchez-Pineda, 2003) y esta desgasificación favorece las operaciones posteriores. Los métodos de escaldado más utilizados son la inmersión en agua caliente y el tratamiento con vapor de agua y el menos usual es la radiación por microondas (Seoanes, 2003). También el escaldado contribuye a fijar el color y retener el sabor (Sánchez-Pineda, 2003).

### **2.5.1.2 Objetivos del escaldado**

Este proceso consiste en elevar la temperatura de la materia prima, exponiéndola a un medio calórico húmedo (generalmente entre 70°C - 100°C), mantener dicha temperatura por un tiempo determinado y luego enfriar el producto rápidamente a una temperatura cercana a la ambiental (FELLOWS, 1988; ACHONDO, 1991), para así evitar que el producto alcance la precocción y en algunos casos la cocción.

El escaldado persigue distintos objetivos:

- Limpieza del producto (HERSOM y HULLAND, 1984; SHAMS y THOMPSON, 1987; RESS y BETTISON, 1993).
- Inhibir las reacciones enzimáticas indeseables, por destrucción térmica de las enzimas responsables presentes en los vegetales que en otro caso darían lugar a aromas, sabores o coloraciones extrañas y causarían la pérdida de vitamina C; provocando un efecto adverso en la calidad y valor nutritivo del producto. (BURNETTE, 1977; LUND, 1977; SINGH y CHEN, 1980; HERSOM y HULLAND, 1984; POULSEN, 1986; SHAMS y THOMPSON, 1987; KARLSSON y LUH, 1988; RESS y BETTISON, 1993; BARRET y THEERAKULRAIT, 1995).
- Posibilitar un mejor aprovechamiento de los recipientes al disminuir el tamaño de la materia prima como consecuencia de la coagulación forzada de las proteínas y contracción por la liberación de agua (POULSEN, 1986).
- Expulsar los gases (aire) ocluidos en los espacios intercelulares de las hortalizas (GANTHAVORN y POWERS, 1988) evitando, por lo tanto, el aumento de la presión desarrollada en las conservas durante el procesamiento debido a la expansión de los gases presentes (SHAMS y THOMPSON, 1987; RESS y BETTISON, 1993; LUH y KEAN, 1988; BARRET y THEERAKULRAIT, 1995), es decir se previene la reducción del vacío (HERSOM y HULLAND, 1984; LUH y KEAN, 1988).

- Mejorar el sabor (LUND, 1977; HERSOM y HULLAND, 1984) y estabilizar el color verde de los vegetales por activación de las clorofilas en sus respectivos clorofílicos (FENNEMA, 1993).
- Reducir la carga microbiana viable, ya sean células vegetativas, levaduras y/o hongos (POULSEN, 1986; BARRET y THEERAKULRAIT, 1995).
- Incremento de textura en algunas verduras, atribuido a la activación de la pectinmetilesterasa, que cataliza la conversión de la pectina en ácidos pectínicos de naturaleza iónica, que facilita su interacción con iones bivalentes como el calcio, que aumenta la rigidez de las estructuras (FENNEMA, 1993).
- Disminución del tiempo de cocimiento del producto final (POULSEN, 1986).

### 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.

## 2.6 Definición de coliflor

Coliflor, *brassica oleracea var. Botrytis / cruciferae* (brassicaceae). La coliflor es una hortaliza perteneciente a la familia de las coles. La parte que se consume es la flor o inflorescencia, muy apreciada por su sabor. Se puede utilizar de distintas maneras, tanto cruda como cocinada. Es una fuente importante de vitaminas y minerales. Además aporta fibra y es un alimento bajo en calorías (Interempresas Media, S.L., 2018).

La coliflor es una inflorescencia de forma redondeada, carnosa y de gran tamaño. Pertenece a la familia de las Crucíferas, que engloba a más de 300 géneros y unas 3.000 especies propias de regiones templadas o frías del hemisferio norte. El término Brassica, género al que pertenecen, es el nombre latino de las coles. Dentro de dicha



familia se encuentran otras muchas variedades: brócoli, col blanca o repollo, col lombarda, coliflor, nabo, rábano, etc.

### 2.6.1 Valor nutricional

El principal componente de la coliflor es el agua, lo que, acompañado del bajo contenido que presenta tanto de hidratos de carbono y proteínas como de grasas, la convierte en un alimento de escaso aporte calórico. Se considera buena fuente de fibra, así como de vitaminas y minerales. En relación con las vitaminas destaca la presencia de vitamina C, folatos y vitamina B<sub>6</sub>. También contiene otras vitaminas del grupo B, como la B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>, pero en menores cantidades.

La vitamina C tiene acción antioxidante, interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos, además de favorecer la absorción del hierro de los alimentos y mejorar las defensas frente a las infecciones.

Los folatos participan en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico. La vitamina B1 actúa en el metabolismo de los hidratos de carbono. Por ello, los requerimientos de esta vitamina dependen, en parte, del contenido en hidratos de carbono de la dieta diaria. Su deficiencia se puede relacionar con alteraciones neurológicas o psíquicas (cansancio, pérdida de concentración, irritabilidad o depresión) (EROSKI CONSUMER, 2017).

**Cuadro 6.** Composición nutrimental de la coliflor por cada 100 g

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	25 kcal
<b>Proteínas</b>	1.98 g
<b>Carbohidratos</b>	5.3 g
<b>Fibra</b>	2.5 g
<b>Azúcar</b>	2.4 g
<b>Grasa</b>	0.1 g
<b>Colesterol</b>	0 mg
<b>Sodio</b>	30 mg
<b>Potasio</b>	303 mg

Fuente: <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/coliflor?portionid=59058&portionamount=100,000>

## 2.7 Definición de calabacín

El calabacín es una hortaliza que pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Esta familia comprende unas 850 especies de plantas, en su mayoría herbácea, trepadora o rastrera, que producen frutos grandes y protegidos por una corteza firme. Frutas tales como la sandía y el melón pertenecen a esta misma familia, junto con hortalizas tan comunes como el pepino o la calabaza.

### 2.7.1 Valor nutricional

El calabacín pertenece a la misma especie que la calabaza. Sin embargo, presenta propiedades nutritivas propias. Su principal componente es el agua, seguido de los hidratos de carbono y pequeñas cantidades de grasa y proteínas. Todo esto, unido a su aporte moderado de fibra, convierte al calabacín en un alimento de bajo aporte calórico, idóneo para incluir en la dieta de personas con exceso de peso.

En relación con su contenido vitamínico, destaca la presencia discreta de folatos, seguido de la vitamina C. También contiene vitaminas del grupo B como B1, B2 y B6, pero en menores cantidades. La calabaza se caracteriza por su alto contenido en beta-carotenos (provitamina A), algo que no ocurre con el calabacín.

Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis del material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico (EROSKI CONSUMER, 2017).

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	26 kcal
<b>Proteínas</b>	1 g
<b>Carbohidratos</b>	6.5 g
<b>Fibra</b>	0.5 g
<b>Azúcar</b>	1.36 g
<b>Grasa</b>	0.1 g
<b>Colesterol</b>	0 mg
<b>Sodio</b>	1 mg
<b>Potasio</b>	340 mg

**Cuadro 7.** Composición nutrimental de calabacín por cada 100 g

Fuente: <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/calabaza?portionid=59282&portionamount=100,000>

## 2.8 Definición de patata

Con la denominación genérica de patatas, se conocerán los tubérculos procedentes de la planta *Solanum tuberosum*, L, sanos, maduros, limpios de tierra u otras

impurezas y que, en su estado natural o debidamente conservados, sean aptos para el consumo humano (Código Alimentario Español. Capítulo XIX, apartado 3.19.00).

### 2.8.1 Valor nutricional

La patata contiene un elevado porcentaje de agua (77%), es fuente importante de almidón; un hidrato de carbono complejo (18%), y de sustancias minerales como el potasio. Su contenido en proteínas (2,5%), fibra y vitaminas es escaso. Destacan las vitaminas B6 y C en el momento de la recolección (en la piel) pero durante el almacenamiento y la cocción de este alimento, su contenido se ve significativamente reducido. Por otro lado, la papa o patata de carne amarilla tiene mayor contenido en pro-vitamina A que la de carne blanca. Su valor calórico no es elevado; 80 calorías/100 g, pero si se consume frita o guisada, puede triplicar ese valor ya que absorbe gran parte de la grasa que se emplea durante su cocinado. Lo ideal es tomarlas hervidas o cocinadas al vapor o asadas al horno con su piel, ya que es la forma en que conservan mejor sus propiedades nutritivas (Eroski Consumer, 2017).

**Cuadro 8.** Composición nutrimental de patata por cada 100 g

Contenido nutricional	Por 100g
<b>Energía</b>	70 kcal
<b>Proteínas</b>	1.68 g
<b>Carbohidratos</b>	15.71 g
<b>Fibra</b>	2.4 g
<b>Azúcar</b>	1.15 g
<b>Grasa</b>	0.1 g
<b>Colesterol</b>	0 mg
<b>Sodio</b>	6 mg
<b>Potasio</b>	407

Fuente: [https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/papa-blanca-\(cuerpo-y-c%C3%A1scara\)?portionid=59224&portionamount=100,000](https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/papa-blanca-(cuerpo-y-c%C3%A1scara)?portionid=59224&portionamount=100,000)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materia prima**

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

Los ingredientes fueron adquiridos en un centro comercial de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

- Hongos cremini.
- Calabacín.
- Coliflor.
- Patata.
- Avena.
- Harina La Perla.
- Pan rallado.
- Perejil.
- Ajo en polvo.
- Pimienta.
- Aceite de oliva.

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

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

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

- Estufa de secado Marca Robertsha (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 (Enfría 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 N° 42.
- Espátulas.
- Matraz volumétrico (100 mL).
- Extractor Soxhlet (sifón, refrigerante, manta de calentamiento).
- 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 0.105263 N.
- Solvente: éter de petróleo.
- Granallas de zinc.
- Solución de ácido sulfúrico 0.225 N o al 25%.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N o al 25%.
- Mezcla reactiva de selenio (catalizador).
- 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 el 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 proteico

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 el método Microkjeldhal.

#### 3.6.1 Determinación de proteína por el método microkjeldhal

##### Digestión

1. Pesar 0.5 g 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 del 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 realizaron las siguientes formulas

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

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

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

### 3.7 ETAPA 2 Selección del escalde

Una vez seleccionada la mejor molienda para los hongos se decidió realizar 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 9.** Temperatura y tiempos para escalde de hongos

Tratamiento	Concentración (%)	Temperatura (° C)			Tiempo (segundos)				
<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 1L 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 una olla.
7. Con un cronometro 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 colocaron 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 de 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 se tomaron fotos de cada tratamiento.

En la figura 3, se muestra cada uno de los tratamientos utilizados en el escalde, bisulfito, ácido cítrico y agua purificada respectivamente.



**Figura 3.** Selección del escalde.

### **3.8 ETAPA 3 Formulación y Desarrollo de la Hamburguesa**

#### **3.8.1 Elaboración de la hamburguesa a base de hongos y vegetales**

1. Se procedió a pesar los ingredientes, de acuerdo a la formulación establecida (cuadro X).
2. Se colocaron cada una de las tres formulaciones en un recipiente distinto y se incorporaron los ingredientes uno a uno y se mezclaron manualmente, por varios minutos, todo esto para homogenizar lo más posible la mezcla.
3. Se dividió la mezcla de cada reformulación en cinco 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 y Vegetales, antes y después del freído.



**Figura 4.** Hamburguesa elaborada a base de hongos y vegetales en crudo



50%V – 50%H

75%V – 25%H

25%V – 75%H



50%V – 50%H

75%V – 25%H

25%V – 75%H

**Figura 5.** Hamburguesa elaborada a base de hongos y vegetales en freído.

### **Freído**

1. Las piezas se frieron en una cacerola con dos cucharadas de aceite de oliva, por un periodo de tiempos de 8-10 minutos. Hasta cambio de color.
2. Ya freídas las hamburguesas, se enfriaron a temperatura ambiente por 5 minutos.

### **3.9 ETAPA 4 Análisis Bromatológico de la Hamburguesa Vegana**

A cada una de las hamburguesas control: 50% Vegetal-50% Hongo, 75%Vegetal -25% Hongo y 25% Vegetal- 75% Hongo, se les realizaron análisis por triplicado.

### 3.9.1 Preparación para el Análisis de las Muestras de Hamburguesas

Se prepararon las muestras de hongo con vegetales de acuerdo a la formulación ya mencionada.

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 frascos de vidrio con tapa identificadas, para su conservación y utilización.



**Figura 6.** Preparación de la muestra

### 3.10 Determinación de Materia Seca Total o Solidos Totales

#### Fundamento

La materia seca total se obtiene mediante la evaporación total de la humedad a una temperatura de varía entre 100-105°C. (AOAC, 1990).

#### Procedimiento

1. Se utilizaron crisoles de porcelana a peso constante de la estufa, la cual mostraba temperatura 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 en el crisol, después se introducen de nuevo en la estufa por un periodo de 24 horas.
4. Pasado el tiempo, se sacan los crisoles de la estufa, se colocan y se dejan enfriar en el desecador por 20 minutos, se procede a pesar y se registra peso.
5. Realizar cálculos correspondientes.



**Figura 7.** Equipo utilizado para Determinación De Solidos Totales.

### Cálculos

Para calcular el % de materia seca total (%MST), se utilizaron las siguientes formulas:

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

### 3.11 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 temperatura de 55-60 °C para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen.

El agua es un 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.

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

### **3.12 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 óxido de nitrógeno. La mayor parte de los elementos inorgánicos son convertidos a sus óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros, y silicatos (Nielsen, 2003).

### **Fundamentos**

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

### **Procedimiento**

1. Posteriormente de haber determinado la Materia Seca Total, los crisoles con la muestra se pre incineran en parrillas eléctricas, hasta que dejen de sacar humo.
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 el desecador por 20 minutos.
5. Pesar en balanza analítica.
6. Realizar cálculos correspondientes.

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



**Figura 8.** Equipo utilizado para determinación de cenizas totales.

### **3.13 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 humedada 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 el vapor para liberar el amoníaco que es atrapado en el 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. Posteriormente se agrega al matraz 4 perlas de vidrio, una cucharada de catalizador (mezcla reactiva de Selenio) y 30 ml de Ácido sulfúrico concentrado.
4. Conectar el matraz al aparato de Kjeldhal, en la sección de digestión, encender parrilla.

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 0.105263 N, hasta que cambie de color verde a rojo.
2. Realizar los cálculos.



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

### **Cálculos**

Para realizarlos cálculos, se utilizaron las siguientes formulas.

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

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

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

### **3.14 Determinación 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 cuantificación es importante a causa de los requisitos reglamentarios, el valor nutritivo y las propiedades funcionales (Nielsen, 2003).

#### **Fundamento**

La muestra seca se extrae con algún 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. Poner en estufa, matraces bola fondo plano boca esmerilada con tres perlas de vidrio por un periodo de 12 horas, hasta peso constante.
2. Pasado 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, 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 el peso.
13. Realizar los cálculos.



**Figura 12.** Equipo para determinación de extracto etéreo.

## Cálculos

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

### 3.15 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 acida y otra, alcalina diluida hirviendo.



Los hongos contienen 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 corresponden 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 cuándo empieza a hervir.
5. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la 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 empieza a hervir.
7. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la 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 Labconco utilizado en Determinación de Fibra Cruda.

### **Cálculos**

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

## 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 consistió en seleccionar la variedad de hongo con mayor contenido de proteína. Las variedades que se evaluaron se encontraban Portobello, Cremini y Champiñón. Los resultados alcanzados se muestran a continuación en el siguiente cuadro No. 10.

**Cuadro 10.** Resultados del análisis nitrógeno y proteína de las 3 variedades de Hongo

Variedad	N (%)	Proteína (%)	Promedio (%)
Portobello	4.40	27.50	28.56
Portobello	4.72	29.50	
Portobello	4.59	28.68	
Cremini	5.48	34.25	*34.14
Cremini	5.43	33.93	
Cremini	5.48	34.25	
Champiñón	4.56	28.50	28.40
Champiñón	4.62	28.87	
Champiñón	4.60	28.75	

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

Como se observa en la tabla anterior se analizó la cantidad de nitrógeno y proteína, la variedad con mayor porcentaje fue la de **Cremini** con un 34.14% convirtiéndose en la mejor opción para la formulación de hamburguesas veganas, seguida del portobello con 28.56 y finalmente la de champiñón 28.40.

### 4.2 ETAPA 2 Selección de Escalde

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

El tratamiento con bisulfito tuvo cambios no deseados: presentó olores desagradables, cambios de textura y pérdida de volumen, lo cual fue descartado ese tratamiento (Se observó menor oxidación en la concentración del 0.1% a 90° C por 60 segundos y mayor oxidación al 0.1% a 70° C en 30 segundos).

Por otra parte el tratamiento con Ácido Cítrico provocó cambios de textura, volumen y apariencia. (Se observó menor oxidación al 0.1% a 70° C por 90 segundos y mayor oxidación al 0.3% a 70° C por 30 segundos).

Y finalmente el tratamiento con Agua a una temperatura de 98° C durante 150 segundos fue la aceptable para realizar el Escalde. Este tratamiento fue el que menos efectos negativos tuvo en el hongo seleccionado, que muestran menor oxidación, menor pérdida de volumen y textura, además del mejor aspecto en comparación con los demás. Lo que coincide con el trabajo realizado por el Dr. De

Michelis Antonio 2009. Donde indica que el escalde en agua caliente y aun tiempo de 150 segundos, es el tiempo de escaldo recomendado, ya que el encogimiento y pérdida de peso son mínimos y la actividad enzimática es nula.

### 4.3 ETAPA 3 Formulación y desarrollo de la hamburguesa vegana

Se elaboraron tres formulaciones para realizar el comparativo: la primera con un 50% Vegetal y 50% Hongo, la segunda con 75% Vegetal y 25% Hongo, y la tercera con 25% Vegetal y 75% Hongo. Utilizando como vegetales: papa, calabaza y coliflor.

Después de probar con diferentes formulaciones para la hamburguesa vegana, se decidió elegir aquella que presentara una mejor apariencia y sabor después del freído. Las formulaciones finales son las siguientes.

**Cuadro 11.** Formulación de la hamburguesa con 50% Vegetal y 50% Hongo

Ingredientes	Unidades
Hongos	165 g
Vegetales	165 g
Avena	80 g
Harina	60 g
Pan molido	60 g
Perejil	10 g
Ajo	15 g
Pimienta	1 pizca
Sal	15 g

**Cuadro 12.** Formulación de la hamburguesa con 75% Vegetal y 25% Hongo

Ingredientes	Unidades
Hongos	83 g
Vegetales	248 g
Avena	80 g
Harina	60 g
Pan molido	60 g
Perejil	10 g
Ajo	15 g
Pimienta	1 pizca
Sal	15 g

**Cuadro 13.** Formulación de la hamburguesa con 25% Vegetal y 75% Hongo

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidades</b>
<b>Hongos</b>	248 g
<b>Vegetales</b>	83 g
<b>Avena</b>	80 g
<b>Harina</b>	60 g
<b>Pan molido</b>	60 g
<b>Perejil</b>	10 g
<b>Ajo</b>	15 g
<b>Pimienta</b>	1 pizca
<b>Sal</b>	15 g

#### **4.4 ETAPA 4 Análisis bromatológico**

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 Estéreo (EE%) y Fibra Cruda (FC%), en las 3 formulaciones de hamburguesas (50%V-50%H, 75%V-25%H, 25%V-75%H), con tres repeticiones por tratamiento. Para posteriormente ser analizados con el paquete estadístico InfoStat. Los resultados obtenidos se describen a continuación.

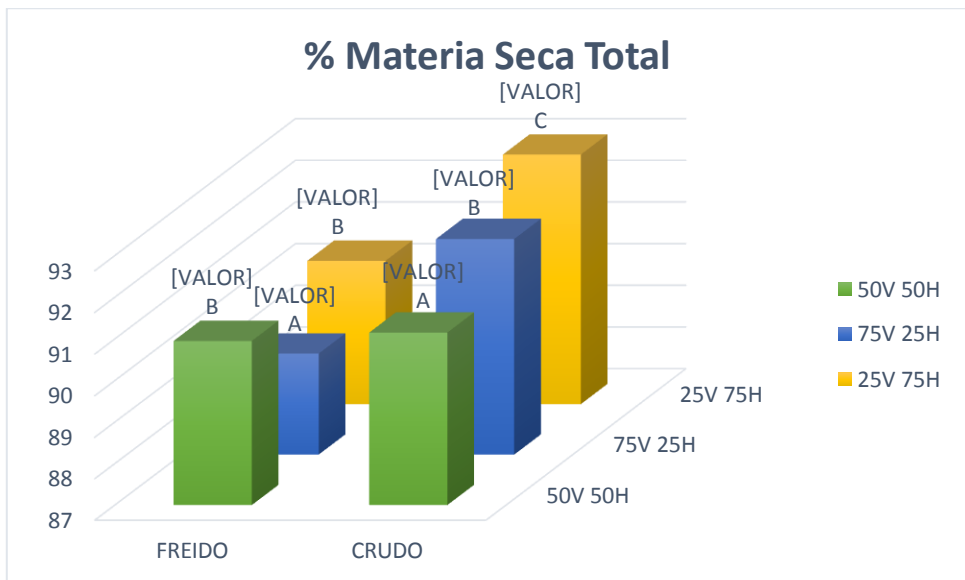
##### **4.4.1 Materia Seca Total**

Como podemos observar en el cuadro 14 y figura 14 en freído, que la hamburguesa de 50V-50H fue la que mayor contenido obtuvo de materia seca con 90.95%, esto debido en gran medida a los ingredientes utilizados en esta como: hongo, papa, coliflor y calabaza, de las cuales hay un valor considerable de vegetales, que muy probablemente influyo en que la composición de agua está por sobre el 90 por ciento (Busch, 2017). En segundo lugar encontramos 25V-75H con 90.44%, de cual hay un valor considerable de hongo, que de acuerdo con 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) como lo menciona Cena en su tesis desarrollo de un producto tipo hamburguesa a base de hongo cremini, lo cual estadísticamente hace iguales a la hamburguesa 50V-50H y 25V-75H.Y en tercer lugar la hamburguesa de 75V-25 con 89.43% el cual su valor de vegetales influye con el bajo contenido de agua.

**Cuadro 14.** Comparación de medias de %MST

	<b>FREIDO</b>	<b>CRUDO</b>
<b>50V 50H</b>	90.95	91.15

<b>75V 25H</b>	89.43	92.18
<b>25V 75H</b>	90.44	92.99



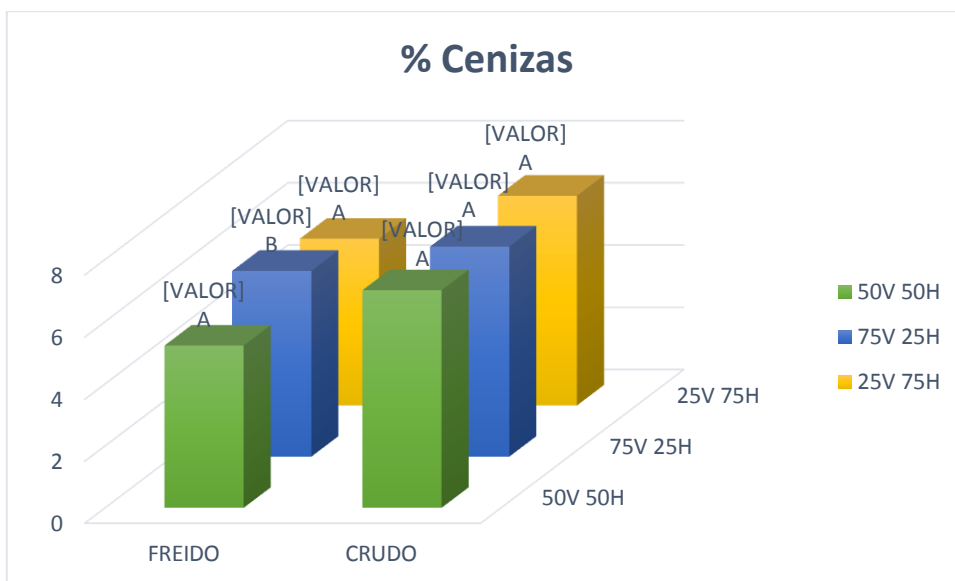
**Figura 14.** Comparación de medias del porcentaje de Materia Seca Total obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas.

#### 4.4.2 Cenizas

Como podemos observar en el cuadro 15 y figura 15 en freído, que la hamburguesa de 75V-25H fue la que mayor cantidad obtuvo de cenizas con 5.98%, esto debido a en gran medida a que los vegetales son una buena fuente de elementos minerales que muy probablemente influyo en que los vegetales poseen un gran poder selectivo, cuando se trata de absorber elementos minerales del suelo (TORIJA ISASA, M<sup>a</sup> E. y MARTINEZ RINCON. M<sup>a</sup> C.1983).En segundo lugar encontramos a 25V-75H con 5.36% 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.*, 2017; Barros *et al.*, 2008).Y finalmente la hamburguesa 50V-50H con 5.23 dicho valor se le atribuye a un valor considerable de hongo que de acuerdo con Beluhan y Ranogajec (2011), donde ellos reportan un contenido de cenizas de 3.5 a 10.08 g/100 en hongos comestibles, lo cual estadísticamente hace iguales a la hamburguesa 50V-50H y 25V-75H.

**Cuadro 15.** Comparación de medias de %Cenizas

	<b>FREIDO</b>	<b>CRUDO</b>
<b>50V 50H</b>	5.23	7.01
<b>75V 25H</b>	5.98	6.76
<b>25V 75H</b>	5.36	6.74



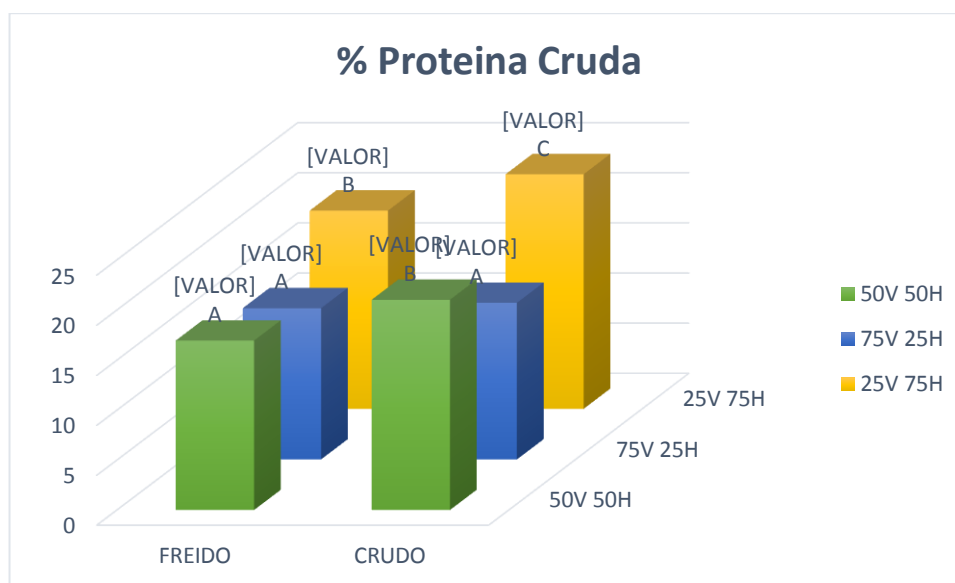
**Figura 15.** Comparación de medias del porcentaje de Cenizas obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas.

#### 4.4.3 Proteína Cruda

Con respecto al contenido de proteína en el cuadro 16 y figura 16 en freído, se puede observar que la hamburguesa 25V-75H fue la que presentó mayor contenido con 19.78%, esto se le atribuye a que contiene un valor considerable de hongo, por lo que de acuerdo con estudios realizados por Beluhan y Ranogajec (2011), se reportan valores promedio de proteína de 24.22 a 47.21 g/100 g respectivamente. Cabe mencionar 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 la cosecha (Colak *et al.*, 2009), como lo menciona Cena en su tesis desarrollo de un producto tipo hamburguesa a base de hongo cremini. En segundo lugar se encuentra la hamburguesa 50V-50H con 16.95% de la cual hay un valor considerable de hongo, similar a lo que reporta Cena en su tesis desarrollo de un producto tipo hamburguesa a base de hongo cremini, con un 19.59% de proteína. En tercer lugar está la hamburguesa 75V-25H con 15.11% esto se le atribuye a un valor considerable menor de hongos, y por consecuencia de proteína. Lo cual estadísticamente hace iguales a la hamburguesa 50V-50H y 75V-25H.

**Cuadro 16.** Comparación de medias de %Proteína Cruda

	FREIDO	CRUDO
<b>50V 50H</b>	16.95	21.02
<b>75V 25H</b>	15.11	15.65
<b>25V 75H</b>	19.78	23.4



**Figura 16.** Comparación de medias del porcentaje de Proteína Cruda obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas.

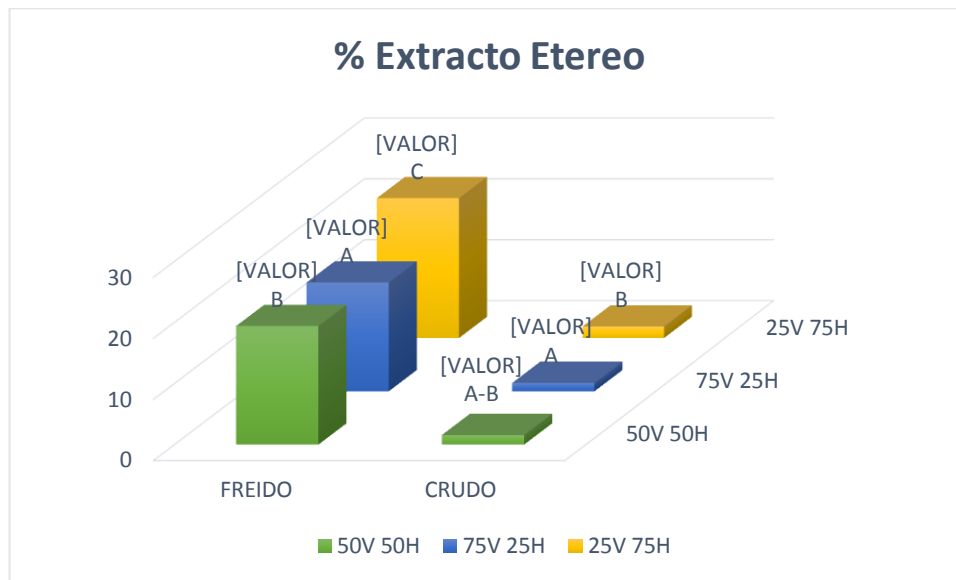
#### 4.4.4 Extracto Etéreo

Con respecto al contenido de Extracto Etéreo se puede observar en el cuadro 17 y figura 17 en freído, que la hamburguesa que presento mayor contenido fue la de 25V-75H con 22.94% lo cual se le atribuye muy probablemente al uso de aceite durante el freído de estas, por lo que difiere de Beluhan y Ranogajec (2011) reportando contenidos de grasa de algunos hongos comestibles que van desde 1.34 a 6.45g/100g. En segundo lugar la hamburguesa 50V-50H con 19.4%, esto es debido al efecto de perdida de agua y absorción de aceite se debe principalmente a las siguientes características: la temperatura, tiempo, composición de los alimentos, agentes humectantes y tratamientos culinarios de pre y post-fritura, son los principales factores que intervienen en la absorción de aceite durante el proceso de fritura. Según Montes (2015) en su trabajo sobre absorción de aceite en alimentos fritos. En tercer lugar está la hamburguesa 75V-25H con 17.79% lo cual se le atribuye a un valor considerable de vegetales, principalmente la papa, que está relacionado con la perdida de agua y por consecuencia absorción de aceite. En relación a los porcentajes de absorción de aceite en los distintos tipos de alimentos, durante el proceso de fritura, existe poca información disponible. Sin embargo existe claridad que las papas fritas chips son las que absorben la mayor cantidad de aceite, en comparación con otros tipos de alimentos fritos, como alimentos apanados, masas y frutos secos (Según Montes, 2015).

**Cuadro 17.** Comparación de medias de %EE

	FREIDO	CRUDO
<b>50V 50H</b>	19.4	1.56
<b>75V 25H</b>	17.79	1.36
<b>25V 75H</b>	22.94	1.87





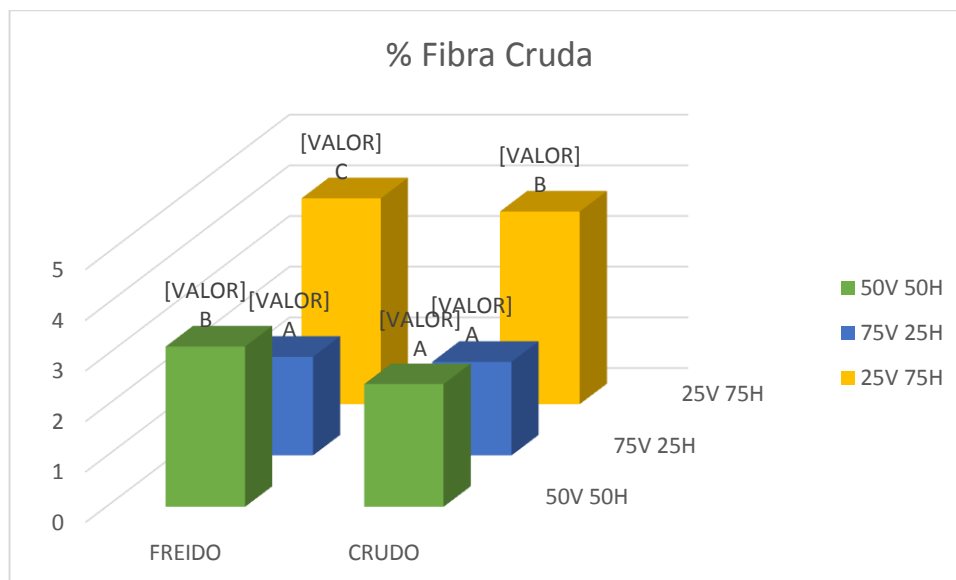
**Figura 17.** Comparación de medias del porcentaje de Extracto Etéreo obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas

#### 4.4.5 Fibra Cruda

Como se observa en el cuadro 18 y figura 18 en freído, la hamburguesa que presento mayor contenido de fibra 25V-75H con 4.06% la cual tiene un valor considerable de hongos. Los hongos principalmente fibra insoluble (quitina y  $\beta$ -glucanos y mánanos) (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 la muestras (Cheung, 2013; Fernández, 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. En segundo lugar tenemos la hamburguesa 50V-50H con 3.17% esto debido a los ingredientes utilizados en estos como los vegetales (papa, coliflor y calabaza) que son ricos en fibra (He 2013). Y finalmente la hamburguesa elaborada de 75V-25H con 1.95% estos valores bajos se le atribuyen a la porción tan pequeña de hongos que se utiliza.

**Cuadro 18.** Comparación de medias de %FC

	FREIDO	CRUDO
<b>50V 50H</b>	3.17	2.43
<b>75V 25H</b>	1.95	1.85
<b>25V 75H</b>	4.06	3.8



**Figura 18.** Comparación de medias del porcentaje de Fibra Cruda obtenido en cada una de las formulaciones de hamburguesas veganas.

**Cuadro 19.** Comparativo de hamburguesa vegana, hamburguesa sencilla y hamburguesa formulada

Contenido nutricional	Hamburguesa vegana por cada 100g	Hamburguesa sencilla por cada 100g	Formulación 25%Vegana-75% Hongo
<b>Energía</b>	177 kcal	270 kcal	-
<b>Proteínas</b>	15.7 g	14.61 g	23.4
<b>Carbohidratos</b>	14.27 g	28.81 g	64.29
<b>Fibra</b>	4.9 g	1.1 g	3.8
<b>Azúcar</b>	1.07 g	3.39 g	-
<b>Grasa</b>	6.3 g	10.97 g	1.87
<b>Colesterol</b>	5 mg	34 mg	-
<b>Sodio</b>	569 mg	369 mg	-
<b>Potasio</b>	333 mg	157 mg	-

**Fuente:** <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/hamburguesa-sencilla>, <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/hamburguesas-vegetarianas?portionid=61080&portionamount=100,000>

## 5. CONCLUSIONES

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

- Sé seleccionó la variedad Cremini, la cual presento mayor contenido proteico con un 34.14%.
- El mejor tratamiento para retrasar la oxidación de los hongos fue, agua purificada a 98 C ° durante 150 segundos.
- Sé elaboró una hamburguesa a partir de hongos comestibles (variedad cremini) y vegetales (papa, calabaza y coliflor) con la formulación 25% Vegetal y 75%Hongo, presentando 19.78% de valor proteico.
- Sé evaluó el contenido nutrimental de la hamburguesa vegana con 25% Vegetal y 75%Hongo obteniendo los siguientes resultados: Materia Seca Total 92.99%, Cenizas 6.74%, Proteína Cruda 23.4%, Extracto Etéreo 1.87%, Fibra Cruda 3.8% respectivamente.
- Sé formula la hamburguesa vegana elaborada a partir de hongos variedad Cremini y vegetales tales como papa, calabaza y coliflor, como una posible alternativa para consumo y sustituto de carne, debido a las características que presenta como mayor contenido de proteína, mayor contenido de fibra, en comparación con una hamburguesa sencilla.

## 6. REFERENCIAS:

1. Sáez. C (17, abril, 2014). Sabes quién invento la hamburguesa. Revista Quo. Recuperado el 26 de julio de 2017, de [http://expansion.mx/especiales/2014/04/07/sabes-quien-invento-la-hamburguesa?internal\\_source=PLAYLIST](http://expansion.mx/especiales/2014/04/07/sabes-quien-invento-la-hamburguesa?internal_source=PLAYLIST)
2. Aguilar. E (3, marzo, 2016). Una Burg, por favor. El humilde origen de la hamburguesa. Revista Hello. Recuperado el 9 de agosto de 2017, de <http://blog.openenglish.com/origen-de-la-hamburguesa/?token=01d9a1f0fcc34593a2fd5113dc1157e1>
3. Llantén. F.C (6, noviembre, 2010). Hamburguesa: origen, características, clasificaciones y formas de consumo. Agroindustria cárnica. Recuperado el 20 de agosto de 2017, de <http://agroindustriacarnica.blogspot.mx/2010/06/hamburguesa-origen-caracteristicas.html?token=01d9a1f0fcc34593a2fd5113dc1157e1>
4. Gil. J.L (14 de febrero, 2016). Propiedades de los hongos y las setas. Revista Aroa Fernández. Recuperado el 31 de agosto de 2017, de <http://www.aroafernandez.com/propiedades-los-hongos-las-setas-parte-2/?token=dd703f5e25424f47a3dc885132516c67>
5. Mercola. J (13, mayo, 2013). Los Beneficios de Salud del Consumo de Hongos. Dr. Mercola. Recuperado el 6 de septiembre de 2017, de <http://espanol.mercola.com/boletin-de-salud/beneficios-de-los-hongos.aspx?token=43e6132815c44c5180e857ba1f61ce1a>
6. NOM (1993). Bienes y servicios. Productos de carne molida y carne moldeada. Envasada. Especificaciones sanitarias.NOM-034-SSA1-1993.Recuperado el 12 de septiembre de 2017, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/213ssa102.html>
7. INEN (2001). carne y productos cárnicos, productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados y productos cárnicos recocidos. Requisitos. Quito, Ecuador. 1 1338:2010. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf)
8. Portillo. J .L. Centro Integral de Nutrición Osteopatía y Nutrigenética. SINTAGMA. Recuperado el 24 de septiembre de 2017, <https://nutricionyosteopatia.com/content/¿que-es-una-hamburguesa-vegetal-vegana-o-vegetariana?token=69274838c8124ec3b8f4e1ac6e2c88a1>
9. Barbato. E. hamburguesa casera la mejor receta. Recuperado el 26 de septiembre de 2017, <https://www.chefstefanobarbato.com/es/hamburguesa-casera-la-mejor-receta/?print=pdf>
10. Last Modified (jul 29, 2013). Hongos en los Alimentos: Son Peligrosos. United States Department of Agriculture Food. Safety and Inspection Service. Recuperado el 27 de septiembre de 2017, [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/hongos-en-los-alimentos-son-peligrosos\\_/hongos-en-los-alimentos](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/hongos-en-los-alimentos-son-peligrosos_/hongos-en-los-alimentos)

11. Carrillo. (2017). definición de hongos. SCRIBD. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, <https://es.scribd.com/document/351803205/Definicion-de-Hongos?token=69274838c8124ec3b8f4e1ac6e2c88a1>
12. Asturnatura (2004). Los hongos. Características generales de los hongos. Recuperado el 30 de septiembre de 2017, <https://www.asturnatura.com/articulos/hongos/caracteristicas-generales-hongos.php>
13. Uribarren. B. (2011). GENERALIDADES DE MICOLOGÍA. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM. Recuperado el 2 de octubre de 2017, <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/generalidades.html>
14. Figueroa. E. W. (7 de octubre de 2004). Hongos comestibles. Diario Gramma. Órgano Oficial Del Comité Central Del Partido Comunista De Cuba. Recuperado el 8 de octubre de 2017, <http://www.granma.cu/granmad/secciones/ciencia/ciencia229.htm?token=69274838c8124ec3b8f4e1ac6e2c88a1>
15. López R. A. (26 de marzo 2007). Nueva tecnología para la producción de hongos comestibles en México. Biología Moderna y Sociedad. Recuperado el 11 de octubre de 2017, <http://biologiamoderna.blogspot.mx/2007/03/nueva-tecnologia-para-la-produccion-de.html?token=17abcd1dd66c4dd2a31998f1a85aa84c>
16. Cano. E. A. (2 de junio 2017) Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. ResearchGate. Revista Chilena de nutrición. Recuperado el 12 de octubre de 2017, [https://www.researchgate.net/publication/304337647\\_Valor\\_economico\\_nutricional\\_y\\_medicinal\\_de\\_hongos\\_comestibles\\_silvestres?token=17abcd1dd66c4dd2a31998f1a85aa84c](https://www.researchgate.net/publication/304337647_Valor_economico_nutricional_y_medicinal_de_hongos_comestibles_silvestres?token=17abcd1dd66c4dd2a31998f1a85aa84c)
17. Roncero. R. I. (Abril, 2015). Propiedades nutricionales y saludables del champiñón y las setas. Centro Tecnológico De Investigación Del Champiñón De La Rioja. Recuperado el 14 de octubre de 2017, <http://www.ctich.com/images/pdf/INFORMES-SALUD/Informe propiedades nutricionales hongos-1-ilovepdf-compressed.pdf>
18. NOM. (1995). NORMA Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Recuperado el 16 de octubre de 2017, <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>
19. Interempresas Media, S.L. (2018). Frutas y Hortalizas. Recuperado el 18 de octubre de 2017, <http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Coliflor.html>
20. Eroski Consumer (2017). Hortalizas y verduras. Guía práctica de verduras. Recuperado el 24 de octubre de 2017, <http://verduras.consumer.es/#list-verduras>
21. Anderson. P.R. (2000). Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas. (p.326). Recuperado el 30 de octubre de 2017, <https://books.google.com.mx/books?id=9EIfkks8uxMC&pg=PA326&lpg=PA326&dq=definiciones+de+patata+oficial&source=bl&ots=RJ7QW0ijah&sig=E4VeAi9HnHbEcR0z7UnFSroxubc&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjsn8Dw7cfYAhVs44MKHawmAqQQ6AEIVzAE#v=onepage&q=definiciones%20de%20patata%20oficial&f=false>
22. Eroski Consumer (13 de enero 2017). Legumbres y tubérculos. La patata. Las 80 calorías por 100 gramos que aporta una patata, asada o cocida, se pueden triplicar si se

consume frita o guisada. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/legumbres-y-tuberculos/2001/02/20/34853.php>

23. TORIJA ISASA, M<sup>a</sup>. y MARTINEZ RINCON, M<sup>a</sup> C. (1983). Estudio de algunos minerales en distintas variedades de pimientos frescos y en conserva. Anal. Bromatol. XXXV-1, 141-150. Ed. Sociedad Española de Bromatología. Madrid.

## **PÁGINAS WEB:**

1. [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Sanchez20/publication/256527519\\_Cultivo\\_mercadotecnia\\_e\\_inocuidad\\_alimenticia\\_de\\_Agaricus\\_bisporus/links/004635271170fae3dd000000.pdf#page=7](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Sanchez20/publication/256527519_Cultivo_mercadotecnia_e_inocuidad_alimenticia_de_Agaricus_bisporus/links/004635271170fae3dd000000.pdf#page=7)
2. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=k3Ev9gzvlikC&oi=fnd&pg=PA293&dq=hongo+cremini&ots=slzDluVmPN&sig=J4EzVecCRv4vq5t7PeTJnGHcsxY#v=onepage&q=hongo%20cremini&f=false>
3. [http://cisnex.amc.edu.mx/congreso/Ciencias\\_Naturales/Agrociencias/Soberania\\_Seguridad/ponencias/Martinez\\_Carrera\\_1\\_pdf.pdf](http://cisnex.amc.edu.mx/congreso/Ciencias_Naturales/Agrociencias/Soberania_Seguridad/ponencias/Martinez_Carrera_1_pdf.pdf)
4. [http://www.vrg.org/nutshell/El\\_hierro\\_en\\_la\\_dieta\\_vegana.php](http://www.vrg.org/nutshell/El_hierro_en_la_dieta_vegana.php)
5. <http://www.unionvegetariana.org/dieta-vegana-para-beb%C3%A9s-y-ni%C3%B1os-0>
6. <http://www.unionvegetariana.org/dieta-vegana-para-beb%C3%A9s-y-ni%C3%B1os-0>
7. [http://micologica.mex.tl/989338\\_Propiedades-de-los-Hongos.html](http://micologica.mex.tl/989338_Propiedades-de-los-Hongos.html)
8. <http://jn.nutrition.org/content/early/2014/05/07/jn.114.190728.abstract>
9. <http://www.mushroominfo.com/benefits/>
10. <http://www.foodreference.com/html/a-mushrooms-ff0408.html>