



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ALIMENTOS**



---

Uso del hongo comestible *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* en la elaboración de una alternativa vegana tipo nugget

---

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previa a la obtención de Título de Ingeniera en Alimentos, otorgados por la Universidad Técnica de Ambato, a través de La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Fátima Germania Perugachi Cerna

**Tutor:** Ing. Manoella Alejandra Sánchez Gárnica

**Ambato – Ecuador**

**Febrero – 2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

### **CERTIFICA:**

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 8 de enero del 2024

---

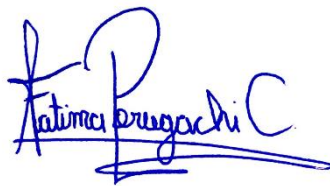
Ing. Manoella Alejandra Sánchez Gárnica

C.I. 0604079871

TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Fátima Germania Perugachi Cerna, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, bajo la Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



---

Fátima Germania Perugachi Cerna

C.I. 0504308172

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, proceso de integración, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y realice respetando mis derechos de autor.



---

Fátima Germania Perugachi Cerna

C.I. 0504308172

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:

---

Presidente de Tribunal

---

Dra. Liliana Alexandra Cerda Mejía

1804148086

---

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

Ambato, 23 de enero del 2023

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico a los motores de mi vida, mis padres, Patricio y Germania, que me han apoyado en cada paso de mi vida, sepan que cada logro es por y para ustedes.*

*A mis hermanos, Monse y Adrián, que nunca me han dejado sola, que han sido los mejores amigos que me dio la vida. Siempre les daré lo mejor de mí.*

*A mis ángeles, mis abuelitos, Nelson y Víctor, que sé que desde el cielo están felices de este logro alcanzado, sepan que todos los días están en mis pensamientos, y que cada cosa que hago es para honrarlos.*

*A mi abuelita Manucita, porque siempre está al pendiente de mí, preocupada de que nunca me falte una comidita. A mi abuelita Carmen, porque a pesar de que no nos veamos muy seguido, el amor de ella se que siempre está presente.*

*A mi enamorado, Daniel, por siempre darme todo su apoyo desde que lo conocí, por ser parte de toda esta aventura.*

***Fátima Perugachi***

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme vida, sabiduría y fuerza para poder alcanzar un logro más en mi vida, porque en los días más oscuros siempre estuvo él.

A mis padres, Patricio y Germania, por siempre apoyarme, cuidarme y darme mucho amor. Porque nunca me ha faltado nada y siempre me han dado lo mejor. Valoro mucho el esfuerzo que han hecho para sacarnos adelante. Son unos grandes padres y un gran ejemplo. Nunca me alcanzarán las palabras y la vida para agradecerles todo lo que han hecho y hacen por mí. Les amo mucho.

A mis hermanos, Monse y Adrián, por siempre escucharme y levantarme el ánimo, por cada risa y momento que compartimos. Gracias por toda la confianza que me dan.

A mi noviecito, Daniel, por darme fuerza cuando más lo necesito, por nunca dejarme sola cuando quizá el estar lejos de mi familia me afectaba un poquito. Gracias por cada momento juntos, me haces muy feliz. Te amo de aquí a la luna, gracias por ser el verbo to be.

A mis tías, Adry y Anita, por todo el amor que me han dado desde que era pequeña y que hasta el momento siempre se han preocupado por mi bienestar.

A mi tutora, Inge Ale Sánchez, por toda la paciencia que me ha tenido en todo este tiempo, por cada enseñanza y consejo que me ha dado. Estoy eternamente agradecida con usted. Le llevaré por siempre en mi corazón.

A mis mejores amigas, Kathy y Mirkis, sepan que hicieron de la U una experiencia inigualable, gracias por cada risa, por cada llanto, por cada momento juntas. Les amo mucho mis chickens. A mi mejor amigo Sebas, por siempre escucharme, por nunca dejarme sola y siempre darme ánimos para seguir. Te quiero mucho amigo.

Y finalmente, a mis dos chiquitos, Capu y Leo, mis mascotas, porque a pesar de ser dos animalitos, me han demostrado el amor más puro que puede existir.

Con amor, Fati.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1. Historia del consumo de carne animal .....	1
1.1.2. Producción de carne animal en el mundo.....	1
1.1.3. Producción y consumo de carne animal en el Ecuador .....	2
1.1.4. Efectos ambientales sobre la producción de carne animal .....	3
1.1.5. Efectos en la salud humana sobre el consumo de proteína animal .....	4
1.1.6. Historia y origen del veganismo.....	4



1.1.7.	Sustitutos de carne en el mundo.....	5
1.1.8.	Veganismo en el Ecuador.....	6
1.1.9.	Historia de los hongos comestibles.....	7
1.1.10.	Hongos comestibles.....	7
1.1.11.	<i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> .....	8
1.1.12.	Análisis nutricional del <i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> .....	8
1.2.	Objetivos.....	9
1.2.1.	Objetivo General.....	9
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO II.....		10
2. METODOLOGÍA.....		10
2.1.	Métodos.....	10
2.1.1.	Elaboración de un nugget vegano a partir del hongo portobello ( <i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> ) utilizando diferentes pretratamientos del hongo.....	10
2.1.1.1.	Preparación del hongo.....	10
2.1.1.2.	Elaboración del nugget.....	10
2.1.2.	Caracterización de los nuggets obtenidos mediante análisis sensorial y proximal.....	11
2.1.2.1.	Análisis sensorial.....	11
2.1.2.2.	Análisis proximal.....	12
2.1.2.2.1.	Contenido de humedad.....	12
2.1.2.2.2.	Contenido de proteína.....	12

2.1.2.2.3.	Cuantificación de carbohidratos totales .....	13
2.1.2.2.4.	Análisis de grasa .....	14
2.1.2.2.5.	Análisis de ceniza .....	15
2.1.2.2.6.	Fibra dietética total .....	15
CAPÍTULO III .....		21
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		21
3.1. Nugget vegano a partir del hongo comestible <i>Agaricus bisporus</i> var.		
brunnescens. ....		21
3.1.1.	Análisis Sensorial.....	23
3.1.2.	Análisis sensorial descriptivo.....	26
3.1.3.	Análisis proximal .....	29
3.1.4.	Propiedades Térmicas.....	31
CAPÍTULO IV .....		36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		36
4.1.	Conclusiones.....	36
4.2	Recomendaciones .....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		38
ANEXOS .....		45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	11
<b>Tabla 2</b> .....	17
<b>Tabla 3</b> .....	18
<b>Tabla 4</b> .....	23
<b>Tabla 5</b> .....	29
<b>Tabla 6</b> .....	32
<b>Tabla 7</b> .....	46
<b>Tabla 8</b> .....	46
<b>Tabla 9</b> .....	46
<b>Tabla 10</b> .....	47
<b>Tabla 11</b> .....	47
<b>Tabla 12</b> .....	50
<b>Tabla 13</b> .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Masas de nuggets obtenidas. A: Tratamiento 1 (Hongo portobello sin pre – tratamiento, humedad del 90%), B: Tratamiento 2 (Hongo portobello con semideshidratación, humedad del 45%), C: Tratamiento 3 (Hongo portobello deshidratado, humedad del 15%).....	21
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de aceptabilidad obtenido en los tres tratamientos.....	25
<b>Figura 3.</b> Representación radar de los descriptores de sabor de nuggets veganos con <i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> .....	26
<b>Figura 4.</b> Representación radar de los descriptores de olor de nuggets veganos con <i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> .....	27

**Figura 5.** Representación radar de los descriptores de textura de nuggets veganos con  
*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*..... 28

## RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, la producción de carne ha generado un impacto negativo en el medio ambiente ya que, el sacrificio de los animales genera emisiones de gases de efecto invernadero. Además, que la crianza de los animales usa de forma intensiva la tierra y el agua, provocando una pérdida de diversidad biológica. Por este motivo, el objetivo de esta investigación fue analizar el uso del hongo comestible *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* como sustituto de carne animal en nuggets.

Se realizaron 3 tratamientos variando el pretratamiento del portobello. En el primer tratamiento se empleó el hongo con una humedad del 91 por ciento, siendo el tratamiento hidratado, para el tratamiento 2 se aplicó un proceso de deshidratación hasta alcanzar una humedad del 45 por ciento siendo el tratamiento de semideshidratación y para el tercer tratamiento, se aplicó un proceso de deshidratación hasta alcanzar el 15 por ciento de humedad. Se analizaron los nuggets obtenidos mediante un análisis sensorial y proximal, y se realizó un estimado de las propiedades térmicas mediante el modelo matemático de Choi y Okos.

El tratamiento de mayor aceptación fue el realizado bajo el tratamiento de semideshidratación, el mismo que tuvo textura consistente y sabor umami por el portobello. En la caracterización proximal del nugget elaborado se obtuvo 23.4 por ciento de carbohidratos, 10.4 por ciento de proteína y 5.85 por ciento de fibra dietética. Estos resultados permiten considerar a los hongos como alternativas a alimentos de origen animal sin afectar la nutrición de los consumidores.

**Palabras clave:** nugget, veganismo, hongos comestibles, hongos portobello, carne vegetal.

## ABSTRACT

In recent years, meat production has had a negative impact on the environment, because the slaughter of animals generates greenhouse gas emissions. In addition, the intensive use of land and water in animal husbandry leads to loss of biological diversity. For this reason, the aim of this research was to analyze the use of the edible mushroom *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* as a substitute for animal meat in nuggets.

Three treatments were carried out by, varying the pretreatment of the portobello. In the first treatment, the mushroom was used with a moisture content of 91 percent, in being the hydrated treatment, for treatment 2, a dehydration process was applied until a moisture content of 45 percent, being the semi-dehydration treatment, and for the third treatment, a dehydration process was applied until reaching 15 percent moisture content. The obtained nuggets were analyzed by sensory and proximal analyses, and the thermal properties were estimated using the mathematical model of Choi and Okos.

The most acceptable treatment was the one carried out under the semi-dehydration treatment, which had a consistent texture and umami flavour due to the portobello. In the proximal characterization of the nugget, 23.4 percent carbohydrates, 10.4 percent protein and 5.85 percent dietary fiber were obtained. These results allow us to consider mushrooms as alternatives to foods of animal origin without affecting the nutrition of consumers.

**Keywords:** nugget, veganism, edible mushrooms, portobello mushrooms, vegetable meat.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

#### 1.1.1. Historia del consumo de carne animal

El consumo de carne empieza hace aproximadamente 2.5 millones de años, los cuales correspondían de restos de mamíferos por medio del carroñeo en conjunto con la caza. Un avance importante dentro del consumo de carne fue la domesticación del fuego, ya que a partir de este los hombres comienzan a asar la carne. Esta oportunidad proporcionó a los hombres mayor disponibilidad de nutrientes, la disminución del tamaño de los dientes y un aumento del cráneo (**Urrego, 2014**). La cultura alimentaria en Norteamérica, Unión Europea, América Latina y el Caribe se enfoca en el consumo de carnes rojas y de aves, cabe aclarar que carnes rojas se refiere a músculos de mamíferos de res, ternera, cordero, cerdo e incluso de caballo o cabra (**Alzate Yepes, 2019**).

#### 1.1.2. Producción de carne animal en el mundo

Actualmente, en el mercado internacional existe una alta demanda de alimentos de origen animal que no contienen sustancias que causen un riesgo a la salud humana. Como bien se sabe, la industria cárnica se encarga de la línea de producción, procesamiento y distribución de la carne animal a los distintos centros de venta y consumo como almacenes, tiendas departamentales y mercados. En la industria cárnica,

cada año se puede visualizar un aumento en las cifras de exportación de productos de origen animal **(Garza Castro et al., 2021)**.

En el mundo, la producción de carne animal se centra en tres grandes grupos, de cerdo, bovino y aves. Además, su nivel de producción es influenciado por el consumo que existe a nivel local y como se encuentran las relaciones comerciales a nivel mundial. Por otro lado, la producción de carne también se ve influenciado por el crecimiento disparado de la población mundial actual **(Sánchez Lunavictoria & Delgado Rodríguez, 2021)**. Los 10 principales países productores representan aproximadamente el 50% de la producción a nivel global. Además, que los 3 principales productores aportan con el 40% del total, entre ellos se encuentra China en primer lugar, seguido por Estados Unidos y Brasil **(Sánchez Lunavictoria & Delgado Rodríguez, 2021)**.

### **1.1.3. Producción y consumo de carne animal en el Ecuador**

Para el periodo 2014 – 2019, en el Ecuador, la producción de carne vacuna abarcó el 66% de la producción ganadera final, mientras que, para la producción de ganado porcino y ovino fue del 21% y 7%, respectivamente. Las principales provincias productoras de carne son, Manabí con el 19%, Azuay con el 8%, Guayas y Cotopaxi con el 7% **(Sánchez Lunavictoria & Delgado Rodríguez, 2021)**.

Los derivados de la carne es uno de los principales productos alimenticios que se consumen en el Ecuador, destacando a los embutidos como producto de consumo diario entre los ecuatorianos. De igual forma, la carne bovina tiene un índice de consumo alto, se puede evidenciar que, diariamente en supermercados y tiendas, la compra de este tipo de carne va más allá de una libra **(Pino Peralta et al., 2023)**.



#### **1.1.4. Efectos ambientales sobre la producción de carne animal**

La producción y el consumo de carne a lo largo de los años ha producido ciertas consecuencias relacionadas con el medio ambiente, ya que, se sabe que el sector cárnico dentro de la industria alimentaria es uno de los más contaminantes. Existen 3 puntos problemáticos, el primero que se genera elevados residuos, segundo, el desconocimiento de los niveles contaminantes de estas industrias, y finalmente, el alto consumo de agua en la limpieza para estas industrias (**Arteaga & Pasquali, 2013**).

Una de las instalaciones más contaminantes de la industria cárnica son los camales, ya que, estas desechan materia orgánica, huesos y grasa que son procedentes del sacrificio de animales. El proceso de faenamiento genera residuos líquidos, sólidos y semisólidos los mismos que no son tratados de forma adecuada para su eliminación. Este es una de las principales preocupaciones ambientales y sanitarias, debido a que los desechos poseen una alta capacidad patogénica a nivel microbiano. De igual forma, la emisión de gases invernadero es otros de los problemas que relacionan el cambio climático con la producción de carne (**Soto Cabrera et al., 2020**).

En la mayoría de los casos, el trato a los animales no cumple con los estándares adecuados, ya que, son explotados y maltratados durante su crianza y posterior sacrificio. Además, en la industria se utilizan métodos de medicación animal, con el fin de acelerar su metabolismo y promover un rápido crecimiento y engorde, convirtiéndolos así en meros productos comerciales, por lo que, el maltrato animal es otro efecto negativo de la producción de carne animal (**Soto Cabrera et al., 2020**).

### **1.1.5. Efectos en la salud humana sobre el consumo de proteína animal**

Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se debe llevar una dieta sostenible, la cual, debe ser nutricionalmente correcta, segura, con un bajo efecto sobre el medio ambiente, económicamente accesible y socialmente aceptable. El consumo de carne por parte de los seres humanos, generalmente se justifica por el alto porcentaje de proteína que esta matriz contiene. Además, que es una excelente fuente de hierro, zinc, vitaminas del complejo B y aminoácidos esenciales **(Quesada & Gómez, 2019)**.

Por otro lado, según la OMS, el consumo en exceso de proteína animal se ha asociado con un mayor riesgo de mortalidad y de adquirir una enfermedad cardiovascular, las mismas que afectan a 17.9 millones de personas al año. De igual forma, si una persona padece de al menos un factor de riesgo como sedentarismo, fumador u obesidad, al consumir proteínas de origen animal aumenta el riesgo de mortalidad en un 10.8% **(Quesada & Gómez, 2019)**.

### **1.1.6. Historia y origen del veganismo**

El movimiento vegano, surgió a finales del siglo XVIII promovido por médicos, escritores y comerciantes. En el año 1809, el Dr. William Lambe redactó un libro que explicaba el veganismo estricto y los beneficios que este tenía en el tratamiento de cáncer de estómago, hígado y algunas enfermedades crónicas. El veganismo desde sus inicios se ha definido como, el conjunto de prácticas que tiene como objetivo principal salvaguardar el derecho de los animales, esto lleva a las personas que lo practican a adoptar una dieta vegetariana estricta. De igual forma, los veganos poseen como base ética que, los animales son seres que sienten y que no deben ser considerado como propiedad o como materia prima para un proceso de producción **(Magalhães & Carlos De Oliveira, 2019)**. El veganismo hace referencia a una práctica ética y política que,

demuestra la oposición al uso y explotación de los animales no humanos. Por otro lado, el veganismo también ha sido considerada como, un tipo de dieta la cual brinda beneficios para la salud humana. El veganismo basa su dieta en el consumo de granos, frutos secos, legumbres, semillas, verduras y frutas **(Magalhães & Carlos De Oliveira, 2019)**.

Los motivos por los cuales las personas adoptan al veganismo como un estilo de vida o dieta son variados, entre ellos incluyen motivos religiosos, éticos, alimentarios, de salud, estéticos, emocionales, políticos y sociales. De igual forma, la ética principal es que, los humanos deben poseer la integridad moral para no destruir ni sacrificar a los animales, para utilizarlos como alimento o en algunos casos como pruebas de laboratorio **(Mota Rojas et al., 2023)**.

#### **1.1.7. Sustitutos de carne en el mundo**

Durante varios años, en los países orientales se ha utilizado productos derivados de la soja, como el tofu o el seitán, como sustitutos de los alimentos de origen animal. En la actualidad, hay una creciente preferencia por el consumo de sustitutos de carne elaborados con vegetales en todo el mundo, ya que los consumidores están prestando más atención a la salud y al medio ambiente.

Los sustitutos de carne elaborados a partir de proteínas vegetales deben cumplir con tres principios fundamentales. En primer lugar, deben ser seguros e inocuos para el consumidor. En segundo lugar, deben cumplir con todas las propiedades que se esperan de manera tradicional en los alimentos que suelen reemplazar, ya que, generalmente se utilizan como alternativas a los productos de origen animal. Por último, es importante que el producto cuente con un etiquetado adecuado para no inducir errores al consumidor **(Martín Pariente, 2022)**.

Es importante tener en cuenta que el perfil nutricional de los sustitutos de carne elaborados con proteínas vegetales no es idéntico al de la carne convencional, especialmente en nutrientes como el hierro, la vitamina B12 o el zinc (**Martín Pariente, 2022**). Los productos sustitutos de carne elaborados con proteínas vegetales buscan combinar adecuadamente los aminoácidos esenciales y cumplir con los requisitos de proteínas para los consumidores (**Loor, 2019**). Los sustitutos de carne a base de plantas son, productos elaborados utilizando fuentes de proteína vegetal como la soja, otras legumbres, gluten de trigo y, en algunos casos, proteína de huevo o leche. Estos ingredientes se procesan junto con saborizantes y otros aditivos para brindar características organolépticas similares a las de las proteínas animales. En el mercado, hay una amplia variedad de productos sustitutos, como hamburguesas, carne picada, salchichas, fiambres y filetes, que imitan la apariencia y el sabor de la carne real e incluso pueden llegar a producir un efecto similar a la "sangre" (**Audino et al., 2020**).

#### **1.1.8. Veganismo en el Ecuador**

El consumo de alimentos por parte de los ecuatorianos ha sido influenciado por el bienestar y la salud. Durante el primer semestre de 2022, se observó un incremento del 42% en la compra de productos saludables en la sección de consumo masivo de los mercados en Ecuador (**Coba, 2022**). En este mismo año, la empresa Pronaca lanzó por primera vez un producto de carne vegetal llamado Veggie Deli, que ofrece sustitutos de carne como salchichas, carne molida, nuggets y hamburguesas elaboradas con proteína de arveja (**Fuentes Cuiñas et al., 2020**). Los ecuatorianos, actualmente, buscan productos que mejoren su salud como efecto de la pandemia, ya que el país fue uno de los más golpeados por dicho acontecimiento. Después de esto, la mayor parte de la población decidió ser más consciente sobre su alimentación, por lo que, a partir de dicho año la tendencia hacia productos saludables aumentó (**Coba, 2022**).

### **1.1.9. Historia de los hongos comestibles**

Las setas o denominados hongos comestibles han estado acompañando a los seres humanos en su dieta durante toda su historia; ya que, en las sociedades antiguas como la romana, se pensaba que los hongos estaban relacionados con la muerte, mientras que, en la cultura egipcia, era un alimento exclusivo de dioses, por lo que, su consumo estaba prohibido. Los registros de cultivos de setas más antiguos se encuentran en China, alrededor del año 600 D.C. Por otra parte, el primer cultivo realizado en Europa fue el champiñón *Agaricus campestris*, alrededor del año 1650. En la actualidad, los hongos forman parte de las dietas de todas las personas de todo el mundo, aunque todavía existe un desconocimiento de su potencial como alimentos funcionales (**Montenegro & Stuardo, 2021**).

### **1.1.10. Hongos comestibles**

Alrededor del mundo, se estima que existen más de 10000 especies de hongos comestibles (**Montenegro & Stuardo, 2021**), sin embargo, también hay especies que son tóxicas y venenosas para el ser humano. De manera general, las especies de hongos comestibles más conocidas y utilizadas para el ámbito gastronómico y alimenticio son, los champiñones, champiñones crimini, champiñón Portobello, champiñón morel, champiñón langosta, hongo enoki, champiñón rebozuelo, hongo porcini, hongo maitake, hongo erizo, setas shiitake y setas shimeji (**Kumar et al., 2017**).

Por otro lado, los hongos comestibles son alimentos naturales, que, además, poseen un buen sabor y son excelentes en el contenido nutricional que tiene. De igual forma, los hongos comestibles son considerados como un alimento funcional, ya que, tiene la capacidad de elaborar compuestos bioactivos.

### **1.1.11. *Agaricus bisporus* var. *brunnescens***

El champiñón Portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) es conocido de manera común como champiñón Portobello y pertenece al filo Basidiomycota. *Agaricus bisporus* es uno de los hongos comestibles que más aceptación tiene en la sociedad, con una contribución del 31.8% de la producción global de hongos (**Kumar et al., 2017**).

La especie de *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* son muy apreciadas por sus propiedades nutricionales, sus cualidades organolépticas y medicinales. De igual forma, es de las especies con mayor producción y cultivo en el mundo. El Portobello es una fuente de alimento funcional, ya que, en su composición química se encuentra un contenido proteico alto, gran cantidad de minerales y vitaminas, lectinas y compuestos bioactivos como complejos proteína-polisacáridos, polifenoles y  $\beta$ -glucanos. Además, posee polisacáridos que han sido asociados con un efecto hepatoprotector, con efectos preventivos contra la obesidad y componentes activos sobre la diabetes (**Ramos et al., 2019**).

### **1.1.12. Análisis nutricional del *Agaricus bisporus* var. *brunnescens***

El hongo Portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) es considerado un alimento vegetal muy saludable. Tiene la capacidad de aportar mínimamente energía, ya que, luego del agua su componente principal son los hidratos de carbono. Posee una humedad del 91,4% y el 8,6% restante corresponde a materia seca, donde, el 19% son proteínas, el 23% fibra y el 12% minerales como el fósforo, cobre, hierro y potasio (**Ramos et al., 2019**).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el uso del hongo comestible *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* en la elaboración de una alternativa vegana tipo nugget.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar un nugget vegano a partir del hongo portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) utilizando diferentes pretratamientos del hongo.
- Caracterizar los nuggets obtenidos mediante análisis sensorial y proximal.
- Estimar las propiedades térmicas del nugget de mayor aceptación mediante la utilización del modelo matemático de Choi y Okos.

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Métodos

##### 2.1.1. Elaboración de un nugget vegano a partir del hongo portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) utilizando diferentes pretratamientos del hongo

###### 2.1.1.1. Preparación del hongo

Se llevó a cabo un proceso de limpieza del hongo, en el cual, se empleó un cepillo de cerdas finas para retirar las partículas extrañas presentes en el hongo. Posterior, se realizó un proceso de lavado del portobello con inmersiones sucesivas en agua potable.

Para el primer tratamiento, se utilizó un hongo con humedad del 90%, considerándose como el hongo hidratado. Para el segundo tratamiento, se deshidrató al portobello en una freidora de aire por 20 minutos a 150°C, hasta que alcanzó una humedad del 45%. Para el tercer tratamiento, el hongo tuvo una humedad del 15%, el mismo que fue deshidratado por 55 minutos a 150°C.

###### 2.1.1.2. Elaboración del nugget

Para la elaboración del nugget, se adaptó el proceso seguido por **Lasso Guayasamín (2019)**. Se colocaron los portobellos previamente tratados, en una procesadora de alimentos en conjunto con la avena, aceite, sal y especias según las formulaciones que



se encuentran en la Tabla 1, mismas que fueron adaptadas de **Kumar et al. (2017)**. Se mezcló y trituro hasta que se forme una masa homogénea e integrada por todos los ingredientes.

Para el rebosado y ensamble, se tomó 12 gramos de la masa formada y se aplicó una capa fina de harina de trigo para manejar con facilidad la masa. Seguido de esto, se sumergió la masa en agua y se rebosó con apanadura vegana a base de sémola de trigo. Finalmente se aplicó un proceso de congelación para la conservación.

**Tabla 1.**

*Formulaciones empleadas para la elaboración de los nuggets a base de *Agaricus bisporus* var. *brunnescens**

TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3	
Ingrediente	Porcentaje	Ingrediente	Porcentaje	Ingrediente	Porcentaje
Portobello	64%	Portobello	75%	Portobello	73%
Avena	28%	Avena	18%	Avena	13%
Aceite	4%	Aceite	4%	Aceite	8%
Sal	2%	Sal	2%	Sal	5%
Especias	2.2%	Especias	1.7%	Especias	1%

**Adaptado de: Kumar et al. (2017).**

### **2.1.2. Caracterización de los nuggets obtenidos mediante análisis sensorial y proximal.**

#### **2.1.2.1. Análisis sensorial**

La prueba de aceptabilidad se realizó con 30 catadores no entrenados, en donde se evaluó la aceptabilidad de los nuggets en una escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada, 2 = no me gusta, 3 = ni me gusta, ni me desagrada, 4 = me gusta, 5 = me

gusta mucho). Se evaluaron los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de los tres tratamientos. El análisis sensorial se desarrolló de 2pm a 4pm, las 3 muestras de nuggets fueron servidas fritas en platos desechables con un vaso de agua y la hoja de catación.

Una vez obtenidos los datos del análisis de aceptabilidad, se realizó un perfil sensorial de sabor, apariencia y textura del nugget con mayor aceptación. La escala de intensidad utilizada en dicho análisis fue de 0 a 5 (0 = ausencia total, 1 = casi imperceptible, 2 = ligera, 3 = media, 4 = alta, 5 = extrema). Los atributos analizados en el perfil de sabor fueron metal, rancio, grasa, umami, salada. Para el perfil de olor, se analizaron las características de tostado, carne hervida, herbal, ahumado, carne asada. Finalmente, para el perfil de textura se evaluó jugosidad, sensación grasa, consistente, fibrosidad y firmeza. Para el análisis se presentó un nugget frito en platos desechables en conjunto con un vaso de agua además de la hoja de respuesta.

### **2.1.2.2. Análisis proximal**

#### **2.1.2.2.1. Contenido de humedad**

El análisis de contenido de humedad se realizó por medio de una balanza de infrarrojo. Primero, se pesó 3g de la muestra, se colocó en la balanza de infrarrojo y se esperó el resultado por aproximadamente 25 minutos. Se realizó dicha prueba por triplicado.

#### **2.1.2.2.2. Contenido de proteína**

El análisis de proteína se realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) mediante el método Kjeldhal, siguiendo la metodología AOAC. Edición, 22, 2023, 2001.11.

Se pesó 1 gramo de muestra en papel celofán y se colocó en un vaso de precipitación. Seguido de esto, se añadió 20 ml de ácido sulfúrico al 98%, sulfato de potasio y sulfato de cobre. La muestra se sometió a un proceso de ebullición en un depurador Turbosog Gerhardt TT625 a 420°C por 60 minutos. Luego se dejó enfriar por 15 minutos y se colocó 50 ml de hidróxido de sodio y 70 ml de agua destilada. Después, se trasladó al destilador de proteína en el cual se empleó un tiempo de 390 segundos. La solución resultante, se valoró con ácido clorhídrico al 0.1N. Finalmente, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de porcentaje de proteína.

$$\%Proteína = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 14.01 \times 6.25}{W \times 10}$$

(Ecuación 1)

Donde

$V_b$  es el volumen del blanco (0.2 ml).

$V_s$  es el volumen del HCl gastado en la titulación (ml)

N es la normalidad del HCl.

W es el peso de la muestra (g).

#### 2.1.2.2.3. Cuantificación de carbohidratos totales

La cuantificación de carbohidratos totales fue realizada mediante la siguiente ecuación.

$$\%CT = 100 - (H + A + P + L)$$

(Ecuación 2)

Donde

$H$  es el porcentaje de humedad.

$A$  es el porcentaje de cenizas.

$P$  es el porcentaje de proteína.

$L$  es el porcentaje de lípidos.

#### **2.1.2.2.4. Análisis de grasa**

El análisis de grasa se elaboró por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) mediante el método de gravimetría, siguiendo la metodología AOAC 2003.06. Edición, 22, 2023.

Se pesó 8 gramos de muestra, la misma que fue secada en una estufa por 3 horas a 105°C. Seguido de esto, se colocó en un cartucho de extracción libre de grasa. De manera simultánea, se pesó el recolector de grasa de aluminio y se colocó 50 ml de hexano en los recipientes. Los cartuchos y los depósitos fueron puestos en un analizador de grasa. Seguido de esto, se realizó un proceso de tres etapas, el primero, una ebullición por 40 minutos, el segundo, un enjuague por 60 minutos y finalmente, una recolección por 30 minutos. Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo del porcentaje de grasa total.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

(Ecuación 3)

Donde

$W_2$  es la masa del recolector de grasa con grasa.

$W_1$  es la masa del recolector de grasa vacío.

$W$  es el peso de la muestra.

#### 2.1.2.2.5. Análisis de ceniza

Se pesó 3g de muestra en una cápsula de porcelana previamente tarada, se carbonizó en estufa y luego se incineró en mufla a 500°C (Se mantuvo hasta obtener cenizas). Finalmente, se retiró la cápsula de la mufla y se mantuvo a temperatura ambiente en un desecador y se pesó (**Lopez & Malagon, 1995**). Dicho procedimiento se realizó por triplicado y para el cálculo del porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P3-P1}{P2-P1}$$

(Ecuación 4)

Donde:

$P1$  es el peso de la cápsula vacía.

$P2$  es el peso de la cápsula con muestra.

$P3$  es el peso de la cápsula con cenizas

#### 2.1.2.2.6. Fibra dietética total

La cuantificación de la fibra dietética se elaboró por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) mediante el método gravimétrico-enzimático, siguiendo la metodología AOAC 985.29. Edición, 21, 2019.

Se pesó 8 gramos de muestra, se aplicó un proceso de secado en estufa de 3 horas por 105°C. Seguido de esto, se aplicó el proceso de desengrasado utilizando el método AOAC 2003.06. Edición, 22, 2023. Luego se pesó 1 gramo de la muestra seca y desengrasada y se colocó en un vaso de precipitación, añadiendo 50 ml de buffer fosfato (pH 6) y 50 µl de enzima α – amilasa termoestable. Después se tapó el vaso con aluminio y se colocó en un baño termostático con agitación. Las muestras fueron calentadas por 30 minutos a 100°C. Se ajustó el pH a 4.5 con ácido clorhídrico y se agregó 200 µl de la solución amiloglucosidasa y se incubó por 30 minutos a 60 °C.

Mientras la muestra se enfrió, se pesó 0.5 gramos de celite en un crisol. El celite se distribuyó en el crisol con 3 ml de agua destilada. Se agregó la mezcla de enzimas al recipiente y se trasladó al sistema de filtración de fibra. Se lavó dos veces la muestra con 60 ml de alcohol etílico al 78% y 96%. Luego, se secó los residuos en una estufa a 103°C durante toda la noche.

Finalmente, se analizó si existen residuos de ceniza y proteína. Para la ceniza, se incineró el crisol con la muestra a 500°C por 5 horas, se enfrió en un desecador y se pesó. Para la proteína se aplicó el método Kjeldahl del laboratorio. La ecuación utilizada fue la siguiente.

$$\% \text{ Fibra dietética} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} - A - B - p}{\frac{m_1 + m_2}{2}} \times 100$$

(Ecuación 5)

Donde

$m_1$  es el peso de la muestra 1.

$m_2$  es el peso de la muestra 2.

$R_1$  es el peso del residuo 1 de  $m_1$ .

$R_2$  es el peso del residuo 2 de  $m_2$ .

$A$  es el peso de las cenizas de  $R_1$ .

$p$  es el peso de proteína de  $R_2$

$B$  es el blanco (valor dado por el laboratorio).

### 2.1.3. Determinación de las propiedades térmicas del nugget de mayor aceptación mediante la utilización del modelo matemático de Choi y Okos.

Para la predicción de las propiedades térmicas del producto obtenido se realizó mediante las ecuaciones desarrolladas por Choi & Okos y que se presentan en la tabla 2. Además, se empleó los datos obtenidos en el análisis proximal.

**Tabla 2.**

*Ecuaciones utilizadas para el cálculo de propiedades térmicas establecido por Choi & Okos.*

Propiedad Térmica	Ecuación
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho = \frac{1}{\sum \frac{X_i}{\rho_i}}$
Calor específico (Kj/kg°C)	$C_p = \sum C_{pi} \times X_i$
Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s)	$\alpha = \sum \alpha_i \times X_i$
Conductividad térmica (W/m°C)	$k = \sum k_i \times X_i$

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna

Donde

$X_i$  es la fracción del componente del alimento.

$\rho_i$  es la densidad del componente del alimento.

$C_{pi}$  es la capacidad calorífica del componente del alimento.

$\alpha_i$  es la difusividad térmica del alimento.

$k_i$  es la conductividad térmica del alimento.

Para el cálculo total de cada propiedad térmica se emplea los valores de densidad, calor específico, difusividad y conductividad térmica de cada componente del alimento (grasa, proteína, carbohidratos, fibra, agua, ceniza) a 4 °C. Las ecuaciones para esto, se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Modelo matemático para predecir las propiedades térmicas de cada componente de un alimento propuesto por Choi & Okos.*

<b>Propiedad térmica de alimento</b>	<b>Componentes</b>	<b>Ecuación para la propiedad térmica de los componentes del alimento</b>
Conductividad Térmica (W/mK)	Grasa	$k_g = 1.8071 \cdot 10^{-1} - 2.7604 \cdot 10^{-3} T + 1.7749 \cdot 10^{-7} T^2$
	Proteína	$k_p = 1.7881 \cdot 10^{-1} + 1.1958 \cdot 10^{-3} T - 2.7178 \cdot 10^{-6} T^2$



	Carbohidratos	$k_c = 2.0141*10^{-1} + 1.3874*10^{-3} T - 4.3312*10^{-6} T^2$
	Fibra	$k_f = 1.8331*10^{-1} + 1.2497*10^{-3} T - 3.1683*10^{-6} T^2$
	Agua	$k_a = 5.7109*10^{-1} + 1.7625*10^{-3} T - 6.7036*10^{-6} T^2$
	Ceniza	$k_{ce} = 3.2962*10^{-1} + 1.4011*10^{-3} T - 2.9069*10^{-6} T^2$
Difusividad Térmica  (m <sup>2</sup> /s)	Grasa	$\alpha_g = 9.8777*10^{-2} - 1.2569*10^{-4} T - 3.8286*10^{-8} T^2$
	Proteína	$\alpha_p = 6.8714*10^{-2} + 4.7578*10^{-4} T - 1.4646*10^{-6} T^2$
	Carbohidratos	$\alpha_c = 8.0842*10^{-2} + 5.3052*10^{-4} T - 2.3218*10^{-6} T^2$
	Fibra	$\alpha_f = 7.3976*10^{-2} + 5.1902*10^{-4} T - 2.2202*10^{-6} T^2$
	Agua	$\alpha_a = 1.3168*10^{-1} + 6.2477*10^{-4} T - 2.4022*10^{-6} T^2$
	Ceniza	$\alpha_{ce} = 1.2461*10^{-1} + 3.7321*10^{-4} T - 1.2244*10^{-6} T^2$
Calor Específico	Grasa	$C_{pg} = 1.9842 + 1.4733*10^{-3} T - 4.8008*10^{-6} T^2$
	Proteína	$C_{pp} = 2.0082 + 1.2089*10^{-3} T - 1.3129*10^{-6} T^2$
	Carbohidratos	$C_{pc} = 1.5488 + 1.9625*10^{-3} T - 5.9399*10^{-6} T^2$
	Fibra	$C_{pf} = 1.8459 + 1.8306*10^{-3} T - 4.6509*10^{-6} T^2$

$$\begin{aligned} \text{Agua} \quad C_{pa} \\ = 4.0817 - 5.3062 \cdot 10^{-3} T + 9.9516 \cdot 1.319 \cdot 10^{-4} T^2 \end{aligned}$$

$$\text{Ceniza} \quad C_{pc} = 1.5488 + 1.9625 \cdot 10^{-3} T - 5.9399 \cdot 10^{-6} T^2$$

---

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna

Donde

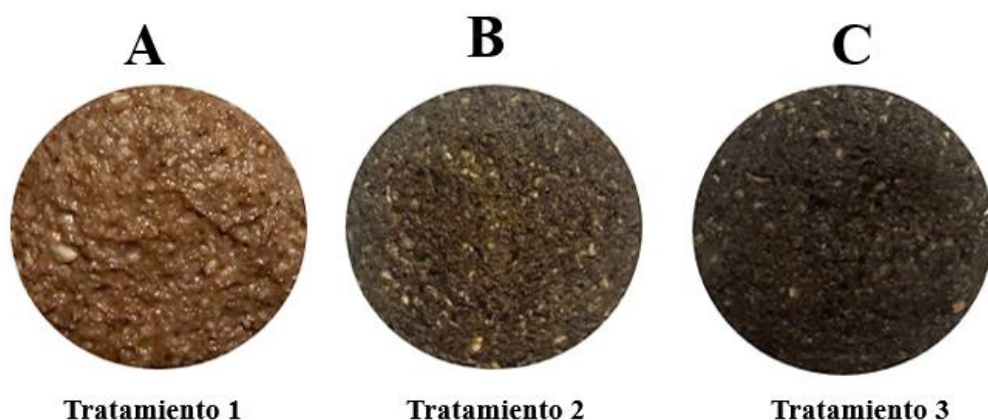
T es la temperatura a la que se realiza el cálculo.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Nugget vegano a partir del hongo comestible *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.

En la figura 1 se presenta la masa obtenida para la formación de los nuggets a partir del *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.



**Figura 1.** Masas de nuggets obtenidas. A: Tratamiento 1 (Hongo portobello sin pre – tratamiento, humedad del 90%), B: Tratamiento 2 (Hongo portobello con semideshidratación, humedad del 45%), C: Tratamiento 3 (Hongo portobello deshidratado, humedad del 15%).

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna.

La textura y el color de la masa (figura 1) son unas de las principales características al formar los Nuggets, ya que se pueden ver afectados por el pretratamiento que se haya aplicado al portobello. En relación con la textura de la masa se evidencia que, el tratamiento 1 presentó una masa con alta viscosidad y poca manejabilidad al momento

de ensamblar el nugget, en comparación a los tratamientos 2 y 3, los cuales presentaron una masa moldeable y con facilidad del montaje del nugget. Esto puede deberse al porcentaje de humedad que poseían los portobellos previos a ser colocados en la formulación. Según **Ramos et al. (2019)** los hongos *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* poseen una alta humedad, brindando una textura viscosa a la masa del nugget. En relación con los tratamientos 2 y 3, se obtuvieron masas menos viscosas, efecto de la aplicación del proceso térmico para la deshidratación de los hongos, ya que, como menciona **Moreno Guarín et al. (2012)**, un proceso de deshidratación genera cambios significativos en la textura de un alimento.

El hongo portobello posee coloraciones marrones por naturaleza; menciona **Moreno Guarín et al. (2012)**, que los procesos térmicos como la deshidratación y secado alteran el color de los alimentos, provocando el oscurecimiento del portobello. Además, **Kumar et al. (2017)** indica que el hongo portobello posee un alto porcentaje de azúcares reductores, este tipo de azúcares son propulsores de la reacción de Maillard, la misma que provoca un pardeamiento no enzimático por medio de una serie de reacciones químicas. Este tipo de reacciones genera un fenómeno de oscurecimiento que promueve la aparición de colores amarillentos y cafés. Esto concuerda con lo sucedido en los tratamientos 2 y 3, ya que presentaron colores más oscuros que el tratamiento 1, debido a la aplicación del proceso de deshidratación de los portobellos (**Arias Giraldo & López Velasco, 2019**).

Los nuggets formados presentaron propiedades físicas similares a los nuggets de origen animal. En relación al rebozado, los tres tratamientos tuvieron un apanado prolijo, sin embargo, al momento de ensamblar y darles una forma geométrica redonda, el tratamiento 1 no presentó concordancia con la forma de los nuggets del tratamiento 2 y 3. Esto se debe a lo mencionado anteriormente, que el hongo portobello del tratamiento 1 no fue sometido a ningún proceso de deshidratación, utilizando al hongo fresco, el mismo que poseía una humedad alta, obteniendo así una masa con alta viscosidad y poco manejable.

### 3.1.1. Análisis Sensorial

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en el análisis sensorial de los tres tratamientos realizados. Los atributos evaluados fueron el olor, color, sabor, textura y aceptabilidad. La prueba de ANOVA mostró diferencias significativas únicamente para el atributo de sabor y aceptabilidad ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 4.**

*Resultados del análisis sensorial por escala hedónica.*

Tratamiento	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	3.96 <sup>A</sup>	3.33 <sup>A</sup>	3.88 <sup>AB</sup>	3.84 <sup>A</sup>	3.58 <sup>AB</sup>
2	4.1 <sup>A</sup>	3.41 <sup>A</sup>	4.17 <sup>B</sup>	3.68 <sup>A</sup>	3.85 <sup>B</sup>
3	3.00 <sup>A</sup>	3.35 <sup>A</sup>	3.36 <sup>A</sup>	3.67 <sup>A</sup>	3.38 <sup>A</sup>

**Nota:** Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos mediante la aplicación del método de comparación de Tukey.

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna.

Se evidencia que en los atributos de olor, color, textura de los tres tratamientos no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). De igual forma se puede visualizar que el tratamiento 2 con la aplicación del pretratamiento de semideshidratación tuvo mayor puntuación en los atributos de color, olor y sabor. Por otro lado, el tratamiento 1 tuvo mayor puntuación en atributos como sabor y textura por lo que se puede decir que dicho tratamiento es el segundo con mayor aceptación. Finalmente, el tratamiento menos puntuado en todos los atributos fue el tratamiento 3.

El olor no presentó diferencias significativas en los tres tratamientos, esto puede deberse a que, en cada uno de ellos se utilizó el mismo tipo de especias en la formulación. Además, los nuggets elaborados, poseían un olor terroso agradable por la presencia del hongo comestible portobello. En los tres tratamientos, los nuggets presentaron un color marrón con la misma intensidad, por lo cual, no existía diferencias perceptibles. El color marrón se debe a la adición del portobello en la formulación, ya que **Mata et al. (2016)** indican en la descripción morfológica del *Agaricus bisporus*, que este posee un píleo de color café claro con el centro de color café oscuro, dicha coloración presente en el portobello brindó la coloración marrón a los nuggets.

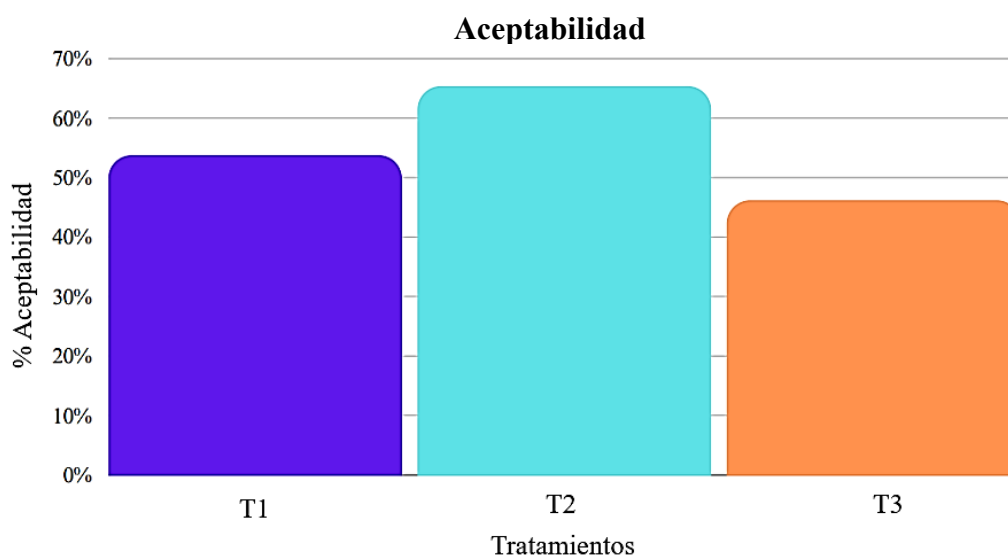
La masa del nugget en el tratamiento 1 poseía una textura viscosa, ya que, como mencionan **Ramos et al. (2019)**, el hongo *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* es un vegetal con alta humedad y al no aplicar un proceso de deshidratación la humedad se mantiene. De igual forma, **Moreno Guarín et al. (2012)** mencionan que un proceso de deshidratación genera cambios significativos en la textura de un alimento, esto coincide con los tratamientos 2 y 3, los cuales tuvieron una masa más moldeable.

Para el atributo del sabor se infirió que el pretratamiento del hongo en el nugget sí influye sobre el sabor que este posee. Esto se debe a que los hongos comestibles de tipo *Agaricus bisporus* poseen aromas y sabores similares a la tierra, heno, soja, papa y madera sabores que para los catadores no resultan del todo agradables, influyendo de manera significativa en su puntuación (**Moreno Guarín et al., 2012**).

En un estudio realizado por **Du et al. (2021)**, se analizó como influía el proceso de asado en el sabor de hongos comestibles y se encontró que los catadores puntuaban de manera satisfactoria a los champiñones luego de la aplicación del proceso térmico, esto llevó a que los hongos tengan un olor similar al de una carne asada. Esto justifica los

valores obtenidos en el tratamiento 2, donde se aplicó un proceso de semideshidratación al portobello.

En la figura 2 se indica el índice de aceptación de los tres tratamientos analizados. El tratamiento 1 obtuvo un porcentaje de aceptación del 53.8%, el tratamiento 2 un 65.4% y finalmente, el tratamiento tuvo una aceptabilidad del 46.2%.



**Figura 2.** Porcentaje de aceptabilidad obtenido en los tres tratamientos.

El tratamiento 2 fue el que más aceptación tuvo por parte de los catadores, mencionando que les gustó mucho, obteniendo un 65.4% de aceptación. Por otro lado, el tratamiento 1 fue el segundo que tuvo más aceptación y el tratamiento 3 fue el que tuvo un porcentaje de aceptabilidad menor. Esto se pudo ver influenciado por el sabor y la textura, ya que el tratamiento dos presento una humedad adecuada, a diferencia del tratamiento 3 que presentaba una textura arenosa y seca.

La elección y la gran preferencia de dicho tratamiento se debe a que como se menciona en la tabla 4, este tuvo mayor puntuación en los atributos de color, olor y sabor. Además, que el sabor en dicho tratamiento pudo verse afectado por la aplicación del

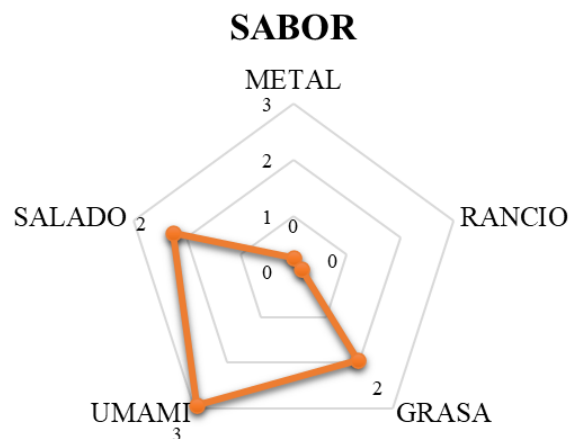
proceso de semideshidratación, el cual como se mencionó anteriormente, mejora el sabor del nugget y brinda un sabor de carne asada al hongo comestible, siendo más agradable para el consumidor (Du et al., 2021). Añadiendo que, se utilizó especias en la formulación del nugget las cuales brindan un olor agradable herbal al producto desarrollado (Navas Hernández, 2016).

### 3.1.2. Análisis sensorial descriptivo

La escala de intensidad utilizada en este análisis fue de 0 a 5 (0 = ausencia total, 1 = casi imperceptible, 2 = ligera, 3 = media, 4 = alta, 5 = extrema).

#### Perfil de sabor

En la figura 3 se presenta el perfil de sabor para el tratamiento 2 con el Portobello semideshidratado que fue el tratamiento con mayor aceptación. Los sabores analizados fueron metal, salado, rancio, umami, grasa.



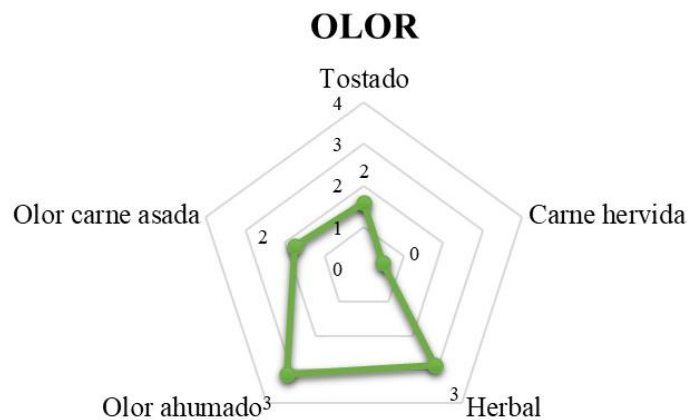
**Figura 3.** Representación radar de los descriptores de sabor de nuggets veganos con *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.



Se observa que el tratamiento 2 presentó un grado de intensidad medio (puntuación 3) en el sabor umami, lo que coincide con lo mencionado por **Ortiz Serrano (2020)** que, los hongos como el *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* poseen el sabor característico umami, el mismo que se encuentra de forma natural en alimentos ricos en glutamato monosódico. El glutamato corresponde a un aminoácido presente en la mayoría de los alimentos con contenido proteico alto. Por otro lado, el nugget elaborado presentó ausencia total con relación al sabor de metal y rancio. Estos sabores no corresponden con el perfil de sabor que normalmente poseen los hongos comestibles.

### Perfil de olor

En la Figura 4 se presenta el diagrama de perfil de olor del tratamiento 2 (tratamiento con mayor aceptación).



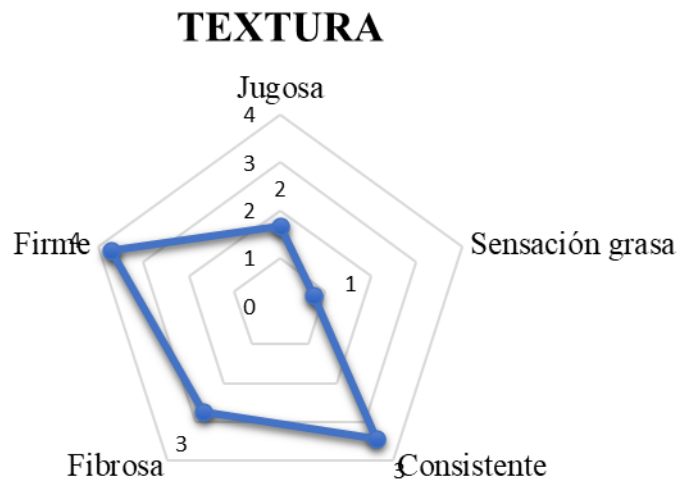
**Figura 4.** Representación radar de los descriptores de olor de nuggets veganos con *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.

Referente al perfil de olor, presentó un grado de intensidad media (puntuación 3) para el olor herbal y ahumado. El olor herbal se debe a la adición de especias, ya que, como

menciona **Navas Hernández (2016)**, la adición de especias se realiza con la finalidad de sazonar, conservar y mejorar las características organolépticas de un producto, de igual forma, a las especias se le atribuye sus propiedades culinarias por los componentes fitoquímicos que estas poseen. El olor ahumado se presentó debido al proceso de fritura al que se sometió los nuggets, este fue a una temperatura de 100°C por 15 minutos (**Moreno Guarín et al., 2012**).

### Perfil de textura

En la figura 5 se encuentra el diagrama del perfil de textura del tratamiento con mayor aceptación (Tratamiento 2).



**Figura 5.** Representación radar de los descriptores de textura de nuggets veganos con *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.

El nugget analizado presentó una textura consistente y fibrosa con grado de intensidad alto. Esto se debe a que, al reducir la cantidad de agua presente en el portobello se obtiene una textura consistente en el interior del nugget. Además, durante el proceso de cocción al utilizar calor, se reduce la humedad interior del nugget brindando consistencia al mismo, esto coincide con lo mencionado por **Bonato et al. (2006)**

donde indican que la humedad del alimento se relaciona de forma directa con la percepción de la textura.

Cabe mencionar que, dentro de la formulación no se utilizó gluten y almidón, ingredientes que por lo general son utilizados para brindar una textura característica a los productos veganos. Dichos ingredientes, fueron reemplazados por la avena, ya que como menciona **Salmenkallio et al. (2010)** es un cereal que posee un efecto gelificante, esta al entrar en contacto con líquidos y calentarla es capaz de formar geles, esto proporciona textura y mejor consistencia al producto, además que proporciona mayor tiempo de almacenamiento al alimento.

### 3.1.3. Análisis proximal

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis proximal realizado. Las variables analizadas fueron humedad, carbohidratos, proteína, fibra dietética total, grasa y cenizas.

**Tabla 5.**

*Análisis proximal de nuggets veganos con Agaricus bisporus var. brunnescens (g/100g).*

<b>Variable</b>	<b>Resultados (%)</b>
Humedad	52.74
Carbohidratos	23.4
Proteína	10.4
Fibra Dietética	5.85
Grasa	4.84
Cenizas	2.8

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna

## Humedad

Según **Ramos et al. (2019)**, la humedad del *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* es cercana al 91.4% en estado fresco, al aplicar el tratamiento de semideshidratación, dicha humedad fue disminuida hasta el 45%. Como se puede evidenciar, existió un aumento de humedad en el nugget obtenido, ya que, alcanzó el 52.74%, esto puede deberse a la combinación de ingredientes para la formación del nugget. Adicionalmente, **Tejeda Martínez (2018)** menciona que la disminución de la temperatura que se aplica para la conservación del alimento, por medio de la refrigeración, va a generar un aumento en la humedad del alimento. Esto coincide con lo realizado, ya que al obtener el producto final fue sometido a un proceso de refrigeración para su conservación.

En un estudio realizado por **Banchón García (2021)**, donde se elaboró un nugget vegano de soya con pulpa de remolacha, se obtuvo un porcentaje de humedad del 64.5%. De igual forma, los nuggets de pollo analizados por **Bonato et al. (2006)** presentaron humedades entre el 56 y 57%, dichos valores son mayores a los nuggets elaborados, esto puede deberse al proceso previo de semideshidratación del portobello en el cual se perdió humedad.

## Carbohidratos

Mencionan **García Maldonado et al. (2019)** que, los carbohidratos en los alimentos tienen la función principal de ser una fuente de energía para el consumidor; incluso en las dietas veganas, los carbohidratos representan un mayor aporte energético que en otras dietas, por lo tanto, el porcentaje de carbohidratos presentes en sustitutos veganos es de gran importancia.

Según **Zapata & Aguilera (2014)**, un nugget de pollo contiene 13% de carbohidratos por cada 100g, dicho valor es menor que lo obtenido en el nugget de portobello, esto puede deberse a que la formulación contiene avena, esta posee 12% de carbohidratos y para la apanadura se empleó sémola de maíz duro y harina fortificada, las mismas que poseen 42% de carbohidratos (**Salmenkallio et al., 2010**).

## **Proteína**

En la alimentación vegana, el consumo de proteína debe ser de tal forma, que se pueda cumplir con los requerimientos mínimos diarios recomendados, para esto es necesario que se combinen alimentos que posean una cantidad de proteína adecuada y distintos aminoácidos esenciales (**García-Maldonado et al., 2019**). Por lo general, un nugget de pollo posee 13% de proteína, mientras que el nugget de portobello desarrollado en este proyecto, posee 10% como se indica en la Tabla 5. A pesar de que es un valor similar existió cierta pérdida de proteína, ya que el hongo *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* en estado fresco posee 19% de proteína. Según **Gutiérrez Olvera (2013)**, uno de los efectos de la aplicación de altas temperaturas a los alimentos es la pérdida de nutrientes, esto sucede cuando se aplica temperaturas superiores a los 100°C, lo mismo que ocurrió con el portobello, ya que, al someterlo a un proceso de deshidratación a 150°C las proteínas se desnaturalizaron.

### **3.1.4. Propiedades Térmicas**

Los valores de conductividad térmica, densidad, difusividad térmica y calor específico calculados se encuentran en la Tabla 6. De igual forma, se incluyen propiedades térmicas calculadas de un nugget de pollo de marca comercial, de la carne de pollo, del portobello y del agua. Dichos valores fueron estimados a una temperatura de 4°C la misma que corresponde a la temperatura de refrigeración aplicada.

**Tabla 6.**

*Propiedades térmicas calculadas del nugget vegano con Agaricus bisporus var. brunnescens, de nugget de pollo, de portobello, de carne de pollo y agua.*

	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Calor específico (kJ/kg °C)</b>	<b>Difusividad Térmica (m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Conductividad Térmica (W/m°C)</b>
<b>Nugget vegano</b>	1191.9	3.01	1.14x10 <sup>-7</sup>	0.43
<b>Nugget de pollo</b>	1124.3	3.05	1.14x10 <sup>-7</sup>	0.43
<b>Portobello</b>	1025.0	4	1.31x10 <sup>-7</sup>	0.55
<b>Carne de pollo</b>	1024.1	3.32	1.17x10 <sup>-7</sup>	0.43
<b>Agua</b>	997.0	4.17	1.34x10 <sup>-7</sup>	0.57

**Elaborado por:** Fátima Germania Perugachi Cerna

Las principales propiedades térmicas de un alimento son el calor específico, la difusividad y la conductividad térmicas. Menciona **Rahman, (2009)** que las propiedades térmicas de un alimento varían por factores como la temperatura que se aplica en un proceso térmico o incluso por la composición del alimento.

### **Calor Específico**

El calor específico hace referencia a la cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura en un grado Celsius de un gramo de cualquier material (**Fricke & Becker, 2001**). Esta propiedad no depende de la densidad que presente un alimento como lo hacen la conductividad térmica y el calor específico. Además, la capacidad calorífica de un alimento permite el modelado y diseño de procesos de transferencia de calor

para alimentos en específico. **Fricke & Becker (2001)** menciona que en alimentos no congelados el calor específico no varía en relación con la temperatura, es decir, en los alimentos conservados a temperatura ambiente su calor específico se mantendrá constante, mientras que en alimentos congelados siempre existirá una disminución de la capacidad calorífica a medida que la temperatura disminuye. Los nuggets son alimentos que se comercializan congelados, el calor específico permite tener una idea de cuanto calor se necesitará para que el nugget llegue a un estado de cocción.

En la tabla 6 se presentan los valores de capacidad calorífica para distintas materias alimentarias y el nugget vegano elaborado en este trabajo. Al realizar una comparación entre estos, se encuentra que el agua y el portobello poseen valores mayores de capacidad calorífica, en relación con el nugget vegano de portobello, el nugget de pollo y la carne de pollo. Esto se debe a que, como indican **Flores & Valdez (2006)**, la capacidad calorífica depende en cierto grado del estado de agregación del alimento, por lo que, un alimento en estado líquido posee menos sólidos totales como es el caso del agua y el portobello (91% de humedad), esto provoca que el calor ingrese de forma rápida y, por lo tanto, eleve el calor específico.

### **Difusividad térmica**

La difusividad térmica de un alimento define la capacidad que tiene este para transportar calor a través de su masa. Según **Tirano et al. (2016)** el tiempo y la temperatura de cocción de un alimento se encuentra relacionado con el nivel de difusividad térmica; además que, determina la tasa de propagación de calor que existe a través del alimento. De igual forma, la difusividad térmica define el tiempo de cocción que necesita un alimento, mientras mayor sea el valor de difusividad térmica menor será el tiempo de cocción ya que se difunde de mejor manera el calor. Esto sucede sobre todo en alimentos que poseen una humedad alta, ya que existen un mayor movimiento de partículas aumentando de forma gradual y significativa la transferencia

de calor generando una velocidad mayor de calentamiento en menor tiempo (**Muñoz, 2002**)

Al realizar una comparación entre todas las materias alimentarias presentadas en la tabla 6, se encuentra que el agua y el portobello posee un valor mayor de difusividad, esto se debe a que al existir una elevada fracción de agua permite la propagación de calor de forma más fácil (**Unklesbay et al., 1992**). Lo mencionado no cumple con el caso del nugget vegano, ya que al tener menor humedad y tener un elevado porcentaje de carbohidratos presenta una resistencia interna al movimiento lo que provoca un descenso en el valor de la difusividad térmica (**Ly, 2009**).

Menciona **Rao & Anantheswaran (1998)** que la difusividad térmica se ve influenciada por la relación sólido – líquido y la consistencia del alimento, además, por la velocidad de transmisión de calor que se genera hasta el centro del alimento. Esto se visualiza con los valores presentados en la tabla 6, ya que mientras mayor humedad posea un alimento, mayor será el valor de difusividad.

### **Conductividad Térmica**

La conductividad térmica de los alimentos se considera una velocidad a la cual se transmite el calor cuando se presenta un gradiente de temperatura (**Fricke & Becker, 2001**). Esta propiedad puede variar de acuerdo con, la configuración geométrica, la estructura interna, la composición química del alimento y por la temperatura a la que se encuentre el material. De igual forma, menciona **Salvadori (1994)** que esta propiedad varía de forma drástica durante la congelación y descongelación del alimento, añadiendo que la conductividad en sólidos es baja (0.1 – 0.26 W/mK).

Al visualizar los valores de todas las materias alimentarias que se presentan en la tabla 6, se puede decir que el nugget vegano de portobello, el nugget de pollo y la carne de



pollo poseen un valor alto, a lo que se asume que posee un alimento sólido, pero son valores menores a la conductividad que presenta el agua. Esto se debe al ser un alimento preparado presenta porcentajes de carbohidratos, grasas y proteínas, compuestos, que según **Tavman & Tavman (1999)** disminuye la conductividad térmica. Dichos compuestos no se presentan en la composición del agua, ya que como se sabe, el agua es un gran conductor de electricidad.

Otro aspecto para tomar en cuenta es que, la presencia de agua cambia mayoritariamente el valor de la conductividad térmica (**Lind, 1991**), como es el caso del portobello, el cual posee una humedad alta, por lo tanto, su conductividad es mayor, en comparación con el nugget elaborado con dicha materia. Un dato importante al hablar de conductividad térmica es que, en estado sólido la transferencia de calor se realiza por medio de electrones, mientras que, en materia que se encuentra en estado sólido, se lo realiza por movimiento moleculares (**Rios, 1996**).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- El uso del hongo portobello *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* permite la elaboración de alternativas veganas a alimentos convencionales de origen animal, reduciendo la contaminación ambiental generada por la crianza de animales de granja.
  
- El pretratamiento de los hongos no impacta en las características organolépticas de los nuggets, únicamente en el sabor de estos, permitiendo elaborar una alternativa vegana que sea aceptable para los consumidores con características que puedan parecerse a alimentos convencionales y no genere rechazo por los consumidores.
  
- Las propiedades térmicas del nugget vegano elaborado con portobello presentó propiedades térmicas similares a la de un nugget de pollo de marca comercial, a pesar de que la fuente de materia prima fue no animal, permitiendo diseñar procesos de producción estandarizados.

## 4.2 Recomendaciones

- Determinar de forma experimental las propiedades térmicas del nugget obtenido, las cuales permitan corroborar las propiedades calculadas de forma matemática en este trabajo.
- Realizar un modelamiento matemático que permita determinar las condiciones de cocción en términos de temperatura y tiempo de Nuggets congelados, para que se puedan establecer las condiciones de preparación del alimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate Yepes, T. (2019). Consumo de carnes rojas y procesadas. La controversia está servida. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 21(2), 137–142. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n2a01>
- Arias-Giraldo, S., & López-Velasco, D. M. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*, 22, 123–136. <https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Arteaga, M., & Pasquali, C. (2013). Impacto socio-ambiental de las empresas cárnicas de los Valles del Tuy: percepción comunitaria. *Multiciencias*, 13(4), 363–371.
- Audino, A., Bakudila, A., Milano, S., Nano, P., Pantzer, Y., & Ponzio, R. (2020). Los sustitutos de la carne. *Slow Food Foundation for Biodiversity*, 1–16. <https://www.wcrf.org/dietandcancer/recommendations/limit-red-processed-meat>
- Banchón García, K. M. (2021). *Desarrollo de nuggets de soya con pulpa de remolacha para el aprovechamiento de materias prima agroindustriales*. Universidad Agraria Del Ecuador.
- Bonato, P., Perlo, F., Teira, G., Fabre, R., & Kueider, S. (2006). *Características texturales de nuggets de pollo elaborados con carne de ave mecánicamente recuperada en reemplazo de carne manualmente deshuesada\**. 32, 219–239.

- Coba, G. (2022). *Aumento de consumos saludables tras la pandemia*.  
Escuela Politécnica Del Litoral.  
<https://ceap.espol.edu.ec/es/content/tras-la-pandemia-aumenta-el-consumo-de-productos-saludables>
- Du, X., Sissons, J., Shanks, M., & Plotto, A. (2021). Aroma and flavor profile of raw and roasted *Agaricus bisporus* mushrooms using a panel trained with aroma chemicals . *ScienceDirect*, 138(110596).
- Flores, H. R., & Valdez, S. K. (2006). Determinaciones termogravimétricas y de calor específico de un concentrado comercial de ulexita, entre temperatura ambiente y 1.000 °C. *Revista de Metalurgia*, 42(6), 404–408.
- Fricke, B. A., & Becker, B. R. (2001). Evaluation of thermophysical property models for foods. *HVAC and R Research*, 7(4), 311–330.  
<https://doi.org/10.1080/10789669.2001.10391278>
- Fuentes Cuiñas, A. A., Vailati, P. A., & Lazzatti, G. L. (2020). Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires. *Revista RIVAR*, 7(21), 124–135. <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4641>
- García-Maldonado, E., Gallego-Narbón, A., & Vaquero, M. P. (2019). Are vegetarian diets nutritionally adequate? A revision of the scientific evidence. *Nutricion Hospitalaria*, 36(4), 950–961.  
<https://doi.org/10.20960/nh.02550>

- Garza Castro, J. L., Blanco Jimenez, M., & Terán Cazares, M. (2021). Factores estratégicos que mejoran la calidad de la cadena de suministros de la industria cárnica en México. *Red Internacional de Investigadores En Competitividad*, 5, 811–828.
- Gutiérrez Olvera, C. (2013). Aminoácidos y Proteínas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.  
[https://fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_bioquimica/Unidad\\_5.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_5.pdf)
- Kumar, P., Chatli, M. K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O. P., & Verma, A. K. (2017). Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5), 923–932. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>
- Lasso Guayasamín, D. E. (2019). *Formulación de un producto alimenticio a base de hongo ostra (Pleurotus ostreatus)*. Universidad de las Américas.
- Lind, I. (1991). The measurement and prediction of thermal properties of food during freezing and thawing—a review with particular reference to meat and dough. . *Food Engineering*, 4(13), 285–319.
- Loor, M. (2019). *Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal funcional de frijoles rojos (Phaseolus vulgaris L.)* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1055/1/TTMAI5.pdf>

- Lopez, D., & Malagon, M. (1995). Cárnicos - manual de análisis. In *Ministerio de Salud-Colombia* (1st ed.).  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/carnicos-manual-de-analisis.pdf>
- Ly, J. (2009). Boniatos o camotes (*Ipomoea batatas* Lam) para alimentar cerdos: características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Instituto de Investigaciones Porcinas*.
- Magalhães, M. P., & Carlos De Oliveira, J. (2019). Veganism: historical aspects. *Revista Scientiarum Historia*, 2, 8–8.  
<http://teste.portalassistiva.com.br/revistas/index.php/RevistaSH/article/view/68>
- Martín Pariente, P. (2022). *Análisis nutricional y económico de la carne falsa*. Universidad de Valladolid.
- Mata, G., Medel, R., Callac, P., Billette, C., & Garibay Orijel, R. (2016). Primer registro de *Agaricus bisporus* (Basidiomycota, Agaricaceae) silvestre en Tlaxcala y Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 10–17.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.019>
- Montenegro, I., & Stuardo, C. (2021). Introducción al Cultivo de Hongos Comestibles. *Instituto Forestal*, 56, 57.
- Moreno Guarín, D., Sierra Hoyos, H., & Diaz Moreno, C. (2012). Color y textura, características asociadas a la calidad de tomate deshidratado. *Vitae*, 19(0121–4004), 201–203.

- Mota Rojas, D., Whittaker, A., De la Vega, L., & Dominguez Oliva, A. (2023). Veganism and animal welfare, scientific, ethical, and philosophical arguments. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 2, 3–22.
- Muñoz, J. (2002). Determinación de la difusividad térmica en pasta de murta (*Ugni molinae* Turcz) en función de la temperatura. *Revista Universidad de Chile*, 1.
- Navas Hernández, P. B. (2016). Adición de compuestos bioactivos a un aceite refinado de maíz condimentado con especias. *Saber, Universidad de Oriente*, 28, 257–264.
- Ortiz Serrano, A. M. (2020). *Propuesta gastronómica para el manejo del hongo ostra (Pleurotus Ostreatus) para su utilización en la cocina*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Pino Peralta, S., Aguirre Piedra, J., & Romero Coronado, B. (2023). La incidencia del consumo de carne bovina en la seguridad alimentaria de la población de la ciudad de Guayaquil, período 2015 - 2020. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas*, 5(1390–7492), 6–10.
- Quesada, D., & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 2(1), 79–86. <https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063>
- Rahman, S. (2009). *Food properties handbook*. CRC press.



- Ramos, M., Burgos, N., Barnard, A., Evans, G., Preece, J., Graz, M., Ruthes, A. C., Jiménez-Quero, A., Martínez-Abad, A., Vilaplana, F., Ngoc, L. P., Brouwer, A., van der Burg, B., del Carmen Garrigós, M., & Jiménez, A. (2019). Agaricus bisporus and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 292, 176–187.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.035>
- Rao, M., & Anantheswaran, R. (1998). Convective heat transfer to fluid foods in cans. *Advances in Food Research*, 32, 39–84.
- Rios, T. (1996). *Concepción de un dispositivo para medir la conductividad térmica*. .
- Salmenkallio, M., Liisa, R., Kaukovirta, A., & Poutanen, K. (2010). Flavor and texture in processing of new oat foods. *VTT Technical Research Centre of Finland*, 2, 203–216.
- Salvadori, V. (1994). Transferencia de calor durante la congelación, el almacenamiento y la descongelación de alimentos. *Facultad de Ingeniería*.
- Sánchez Lunavictoria, J. C., & Delgado Rodríguez, C. A. (2021). Análisis de la producción y consumo de carne en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Conciencia Digital*, 4(2.1), 81–91.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1.1709>
- Soto Cabrera, A., Panimboza Ojeda, A., Ilibay Granda, C., Valverde Lara, C., & Diéguez Santana, K. (2020). Impacto ambiental de la operación

- del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador.  
*Prospectiva*, 18(1), 60–68. <https://doi.org/10.15665/rp.v18i1.2101>
- Tavman, I., & Tavman, S. (1999). Measurement of thermal conductivity of dairy products. . *Food Engineering*, 2(41), 109–114.
- Tejeda Martínez, A. (2018). *La humedad en la atmósfera* (Enfoque Académico, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Universidad De Colima. [www.ucol.mx/publicacionesenlinea/](http://www.ucol.mx/publicacionesenlinea/).
- Tirano, D., Torres, J., & Acevedo, D. (2016). Composition thermophysical properties and thermal diffusivity of cooked bollo. *Revisa Politécnica*, 12, 79–86.
- Unklesbay, N., Unklesbay, K., Hsieh, F., & Sandik, K. (1992). Thermophysical properties of extruded beef/corn flour blends. *Journal of Food Science*, 6(57), 1282–1284.
- Urrego, R. (2014). La influencia del consumo de carne en la evolución humana. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(1900–9607), 13.
- Zapata, L., & Aguilera, N. (2014). Estudio comparativo de productos a base de pollo congelados y listos para el consumo. *ODECU*, 1, 13–25.

## ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración de un nugget vegano con *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.



Peso de la materia prima



Lavado



Portobello fresco para deshidratar



Portobello deshidratado



Mezcla y tritura de materias primas



Obtención de masa para nuggets



Ensamble de nuggets



Nuggets formados



Fritura de nuggets

**Anexo 2.** Caracterización del nugget obtenido.

**Análisis sensorial**

**Tabla 7.**

*Anova realizado al atributo de olor.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
Modelo	0.22	2	0.11	0.21	0.8084
Tratamientos	0.22	2	0.11	0.21	0.8084
Error	34.77	69	0.50		
Total	35	71			

**Tabla 8.**

*Anova realizado al atributo de color.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
Modelo	0.08	2	0.04	0.09	0.9144
Tratamientos	0.08	2	0.04	0.09	0.9144
Error	33.74	74	0.46		
Total	33.84	76			

**Tabla 9.**

*Anova realizado al atributo de sabor.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
Modelo	7.57	2	3.79	4.22	0.0188
Tratamientos	7.57	2	3.79	4.22	0.0188
Error	61.05	68	0.90		
Total	68.62	70			

**Tabla 10.**

Anova realizado al atributo de textura.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
Modelo	0.45	2	0.22	0.35	0.7052
Tratamientos	0.45	2	0.22	0.35	0.7052
Error	43.47	68	0.64		
Total	43.94	70			

**Tabla 11.**

Anova realizado al atributo de aceptabilidad.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
Modelo	2.79	2	1.40	3.29	0.0428
Tratamientos	2.79	2	1.40	3.29	0.0428
Error	31.88	75	0.43		
Total	34.68	77			

### **Análisis Proximal**



Análisis de ceniza



Análisis de humedad



Análisis de grasa



Análisis de fibra




Análisis de proteína



Análisis de proteína

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No: 23-244</b>		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-244		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 11 de diciembre de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 12 al 18 de diciembre de 2023					
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC:	0504308172				
Representante: Fátima Perugachi	Tif:					
Dirección: Ambato	Email:	fperugachi8172@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Nuggets veganos	Peso:	300g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Envase de plástico				
Lote: n/a	No de muestras:	una				
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab:	30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Nuggets veganos	24423478	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,25)	10,4
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	4,84
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 22, 2023	%	5,85
Conds. Ambientales: 20,4°C; 50,1%HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 19 de diciembre de 2023						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

*"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."*

**Anexo 3.** Determinación de las propiedades térmicas del nugget elaborado con *Agaricus bisporus* var. *brunnescens*.

**Tabla 12.**

*Calor específico del nugget vegano con portobello determinado mediante las ecuaciones propuestas por Choi & Okos.*

<b>Componente</b>	<b>C<sub>pi</sub></b>	<b>Fracción (X<sub>i</sub>)</b>	<b>C<sub>p</sub> Nugget vegano</b>
Agua	4.18	0.104	0.43
Carbohidratos	1.55	0.0484	0.08
Proteínas	2.01	0.234	0.47
Grasa	2	0.0585	0.12
Ceniza	1.1	0.028	0.03
Fibra	1.85	0.527	0.97
<b>C<sub>p</sub> final (kJ/kg °C)</b>			<b>3.01</b>

**Tabla 13.**

*Difusividad térmica del nugget vegano con portobello determinada mediante las ecuaciones propuestas por Choi & Okos.*

<b>Componente</b>	<b>Difusividad (α<sub>i</sub>)</b>	<b>Fracción (X<sub>i</sub>)</b>	<b>α Nugget vegano</b>
Agua	1.34 x 10 <sup>-7</sup>	0.613	8.22 x 10 <sup>-8</sup>
Carbohidratos	8.29 x 10 <sup>-8</sup>	0.09	1.4 x 10 <sup>-9</sup>
Proteínas	7.05 x 10 <sup>-8</sup>	0.06	6.41 x 10 <sup>-9</sup>
Grasa	9.82 x 10 <sup>-8</sup>	0.17	5.9 x 10 <sup>-8</sup>
Ceniza	1.26 x 10 <sup>-7</sup>	0.013	1.69 x 10 <sup>-9</sup>
Fibra	7.60 x 10 <sup>-8</sup>	0.051	3.94 x 10 <sup>-9</sup>
<b>Difusividad final (m<sup>2</sup>/s)</b>			<b>1.14 x 10<sup>-7</sup></b>



**Tabla 14.**

*Conductividad térmica del nugget vegano con portobello determinada mediante las ecuaciones propuestas por Choi & Okos.*

<b>Componente</b>	<b>Conductividad (<math>k_i</math>)</b>	<b>Fracción (<math>X_i</math>)</b>	<b>k Nugget vegano</b>
Agua	0.58	0.613	0.35
Carbohidratos	0.20	0.09	0.019
Proteínas	0.18	0.06	0.011
Grasa	0.16	0.17	0.029
Ceniza	0.2	0.013	0.019
Fibra	0.2	0.051	0.010
<b>Conductividad térmica final (<math>W/m^{\circ}C</math>)</b>			<b>0.43</b>