



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y  
BIOTECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

---

Uso de los hongos comestibles *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* y *Pleurotus ostreatus* var. *florida* en la elaboración de alternativas veganas a salchichas

---

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Pablo Israel Correa Salazar

**Tutora:** Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

**Ambato - Ecuador**

**Febrero - 2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Mg. 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, 20 de diciembre del 2023

---

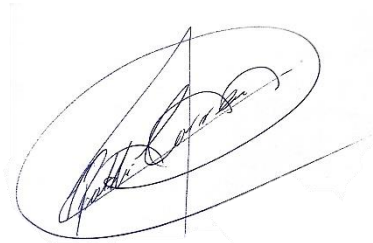
Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

CI: 0604079871

**TUTORA**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo Pablo Israel Correa Salazar, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a faint, light-colored rectangular border. The signature is stylized and appears to read 'Pablo Israel Correa Salazar'.

---

Pablo Israel Correa Salazar

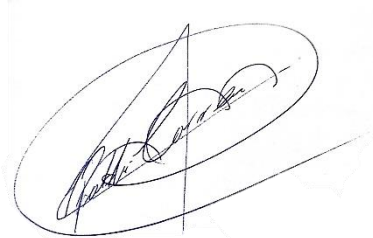
C.I: 1804987707

**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 se respete mis derechos de autor.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a faint, light-colored oval border. The signature is cursive and appears to read 'Pablo Israel Correa Salazar'.

---

Pablo Israel Correa Salazar

C.I: 1804987707

**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 del Tribunal

---

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

180312429-4

---

Dr. Christian David Franco Crespo

171709060-7

Ambato, 18 de enero del 2024

## DEDICATORIA

*Este proyecto está dedicado para mi madre Fabiola Salazar, por todo el sacrificio, apoyo y cariño que me ha brindado en toda mi vida porque ella me ha enseñado que el amor de madre es incondicional, puro y sincero.*

## AGRADECIMIENTO

*"Al ver los resultados logrados en este proyecto y el largo camino que he recorrido para llegar hasta aquí solamente puedo decir: ¡Gracias!*

*Gracias a mi madre y a mi padre, que me apoyaron en cada paso y me brindaron lo que estaba a su alcance para que cumpliera mis metas, a través de consejos y valiosas enseñanzas.*

*De manera especial quiero agradecer a mi tutora la Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica por el apoyo y guía brindada en este trayecto. De igual manera a mis docentes, que han sido parte de mi camino universitario, a todos les extiendo un agradecimiento enorme por la paciencia, la dedicación y por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.*

*Gracias a mis amigos, especialmente a quienes las personas que conforman el grupo "Los más fieles de la FCIAB", que hicieron estos años memorables y me dieron un respiro cuando las cosas se complicaron, quienes me enseñaron el verdadero valor de la amistad. Del mismo modo, agradezco a Monserrath Vásquez, Daniel Gaviláñez y Sebastián Soto por apoyarme y darme ánimos para seguir adelante en esta hermosa Facultad.*

*Y como no agradecer a Emily Pachucho quien ha sido un pilar fundamental en esta época universitaria al estar conmigo en las buenas y en las malas, y ser un apoyo y motivación para lograr mis objetivos.*

*Andrés Perrazo, Rommel Zurita, Ciro Jácome y Lizbeth Flores gracias por el apoyo que me han brindado desde el primer semestre, y a todos quienes han formado parte de mi vida universitaria no me queda más que agradecerles, sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras se las lleva el viento, pero hoy son hechos y a todos ustedes. Gracias."*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	ii
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	iii
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	iv
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	viii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Producción y consumo de alimentos de origen animal .....	1
1.1.2. Veganismo .....	4
1.1.3. Hongos comestibles .....	7
1.2. Objetivos .....	11
1.2.1. Objetivo general .....	11



1.2.2. Objetivos específicos .....	11
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>12</b>
<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Materiales .....	12
2.1.1. Materia prima .....	12
2.1.2. Equipos.....	12
2.2. Métodos .....	13
2.2.1. Elaboración una salchicha vegana a partir del hongo portobello ( <i>Agaricus bisporus</i> var. <i>brunnescens</i> ) y del hongo ostra blanco ( <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>florida</i> ) .....	13
2.2.2. Determinación de la mejor formulación mediante un análisis del perfil de textura (TPA) y evaluación sensorial. ....	16
2.2.3. Caracterización de la mejor formulación mediante un análisis proximal. .	17
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>23</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Análisis y discusión de resultados .....	23
3.1.1. Salchicha vegana con hongo comestibles .....	23
3.1.2. Análisis de textura.....	25
3.1.3. Análisis sensorial .....	29
3.1.4. Análisis sensorial descriptivo.....	33
3.1.5. Análisis proximal .....	37

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	41
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
4.1. Conclusiones .....	41
4.2. Recomendaciones .....	42
<b>MATERIALES DE REFERENCIA</b> .....	43
Referencias bibliográficas .....	43
Anexos .....	58
Anexo 1. Elaboración de la salchicha vegana con hongo ostra blanco y portobello	58
Anexo 2. Análisis de textura .....	59
Anexo 3. Análisis sensorial .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Descripción taxonómica de los hongos que usados en la elaboración de una salchicha vegana.</i> .....	10
<b>Tabla 2.</b> <i>Diseño experimental para la elaboración de una salchicha vegana.</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> <i>Formulación de la salchicha vegana elaborada a partir de hongos comestibles.</i> .....	15
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados del perfil de textura de cada tratamiento.</i> .....	25
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados de la evaluación sensorial por escala hedónica.</i> .....	29
<b>Tabla 6.</b> <i>Resultados del análisis proximal del tratamiento C (g/100g).</i> .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Salchicha vegana elaborado a partir de hongos comestibles. Tratamiento A (75% Portobello y 25% ostra blanco), tratamiento B (50% Portobello y 50% ostra blanco) y tratamiento C (25% Portobello y 75% ostra blanco). .....	23
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de aceptabilidad de los parámetros de evaluación sensorial de los tratamientos en estudio.....	32
<b>Figura 3.</b> Diagrama radial del perfil de apariencia del tratamiento C.....	34
<b>Figura 4.</b> Diagrama radial del perfil de textura del tratamiento C. ....	35
<b>Figura 5.</b> Diagrama radial del perfil de sabor del tratamiento C.....	36
<b>Figura 6.</b> Recepción y lavado de la materia prima.....	58
<b>Figura 7.</b> Proceso de elaboración de la salchicha.....	58
<b>Figura 8.</b> Cocción y enfriamiento de la salchicha vegana.....	59
<b>Figura 9.</b> Muestras para el análisis de textura .....	60
<b>Figura 10.</b> Análisis de muestras en el texturómetro Bookfield .....	60
<b>Figura 11.</b> Ubicación de muestras para la evaluación sensorial.....	61
<b>Figura 12.</b> Evaluación sensorial de la salchicha vegana .....	61

## RESUMEN EJECUTIVO

El consumo de alimentos de origen animal ha tenido un rol fundamental en la evolución humana. Sin embargo, su producción ocasiona un impacto negativo en el medio ambiente, mientras que el consumo de productos cárnicos produce problemas en la salud humana, siendo el más llamativo el cáncer de colon. Por lo que, en los últimos años, el veganismo ha sido acogido por las nuevas generaciones, ya que esta filosofía promueve una conciencia ambiental, rechazando cualquier tipo de maltrato animal.

En base a lo mencionado, los hongos comestibles pueden ser una alternativa para la carne, ya que contienen un nivel alto de proteína y aminoácidos esenciales. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es evaluar el uso de los hongos comestibles portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) y ostra blanco (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) en la elaboración de alternativas veganas a salchichas. Entonces, se elaboraron tres tratamientos a los que se les realizó un perfil de textura y una evaluación sensorial para determinar el mejor tratamiento, mismo al que se le efectuó un análisis proximal.

La utilización del hongo ostra en un mayor porcentaje que el portobello dio un sabor y color más agradable a la salchicha. Por otro lado, este producto contiene un porcentaje de grasa, proteína y fibra dietética del 3, 19 y 7 por ciento, respectivamente. Por lo tanto, este alimento puede ser considerado saludable ya que es una fuente proteica y de fibra, en conjunto con un nivel lipídico bajo, en comparación con las salchichas de origen animal.

### **Palabras claves:**

Portobello, hongo ostra blanco, salchichas veganas, veganismo, hongos comestibles.

## ABSTRACT

Consumption of foods of animal origin plays a fundamental role in human evolution. However, its production has a negative impact on the environment, and the consumption of meat products causes problems for human health, the most striking being colon cancer. Therefore, in recent years, veganism has been embraced by new generations, as this philosophy promotes environmental awareness and rejects any type of animal abuse.

Thus, edible mushrooms can be an alternative to meat, as they contain high levels of protein and essential amino acids. The objective of this study was to evaluate the use of edible Portobello mushrooms (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) and white oysters (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) in the elaboration of vegan alternatives to sausage. Three treatments were then elaborated, and a texture profile and sensory evaluation were performed to determine the best treatment, which was then subjected to proximate analysis.

The use of oyster mushrooms at a higher percentage than portobello mushrooms gave a more pleasant flavor and color to the sausages. However, this product contains 3, 19, and 7 percent fat, protein, and dietary fiber, respectively. Therefore, this food can be considered healthy because it is a source of protein and fiber, together with a low lipid level, compared to sausages of animal origin.

### **Keywords:**

Portobello, white oyster mushroom, vegan sausages, veganism, edible mushrooms.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

#### 1.1.1. Producción y consumo de alimentos de origen animal

##### 1.1.1.1. Historia

Los alimentos de origen animal o *animal source foods* (ASF) han tenido un papel crítico en la evolución de la especie humana. Según estudios antropológicos, hace cuatro millones de años los primeros homínidos bípedos iniciaban con el consumo de ASFs, evolucionando de un sistema frugívoro a uno omnívoro. Por consiguiente, la cantidad de frutos disponibles disminuyó y los animales de pastoreo incrementó (**Mann, 2018**). Por lo que, el cambio de dieta incentivó el hurgamiento de restos de animales herbívoros; evolucionando a un sistema de caza directa. A causa de esto, el género homínido comenzó a consumir carne y médula de animales grandes hace aproximadamente 2.6 millones de años (**Libera, Howiecka y Stasiak, 2021**). Como consecuencia, nuestros ancestros mostraron múltiples adaptaciones fisiológicas como la alteración de la estructura intestinal y un crecimiento acelerado del cerebro (**Mann, 2018**).

##### 1.1.1.2. Análisis mundial

La población mundial aumentó de 3 a 7 billones de individuos entre los años 1961 y 2011, mientras que la producción y consumo de carne per cápita se incrementó en un 75% (**Milford, Le Mouël, Bodirsky y Rolinski, 2019**). Por este motivo, la producción de carne se duplicó entre 1988 y 2018, y se cuatriplicó desde los años sesenta (**Libera et al., 2021**). La principal causa es que, aproximadamente el 90% de la población mundial prefiere una dieta basada en carne (**Behera y Adhikary, 2023**). En el año 2022, el consumo mundial de carne de res fue de 71 mil toneladas, 112 mil de cerdo, 133 mil de pollo y 16 mil de ovejas. Estados Unidos fue el principal consumidor de carne vacuna, China de cerdo y pollo e India de ovino (**OECD, 2023**). Por otro lado, en Sudamérica, los mayores consumidores de carne vacuna son Uruguay, Argentina y

Brasil; por el contrario, Perú y Chile lideran la compra de pollo y cerdo, respectivamente (**Chamba, 2021**).

#### **1.1.1.3. Análisis en Ecuador**

La producción de carne en el país está dividida entre pollo, cerdo y res. Alrededor de 1400 granjas se destinan para la crianza de aves, que producen 480 mil toneladas de carne avícola por año (**El Universo, 2022**). Por otro lado, la producción anual de cerdo fue de 206 mil toneladas. La Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) reveló que el 63% de la producción porcina procede de granjas industriales, principalmente de Pronaca (**El Universo, 2023**). Del mismo modo, la producción nacional promedio de carne bovina fue de 200 mil toneladas en el 2017 (**Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2017**). Por último, cabe señalar que el consumo de carne en el país es alto, siendo el pollo el animal preferido por los ecuatorianos, seguido por el cerdo, res y oveja. En el año 2022, el consumo per cápita de pollo fue de 27 kg, 11.44 de cerdo y 8 de carne de res (**El Universo, 2023**).

#### **1.1.1.4. Productos cárnicos o embutidos**

Un producto cárnico es fabricado a base de grasa, carne y vísceras de origen animal, con adición o no de especias y sustancias permitidas, sometidas a procesos tecnológicos específicos (**NTE INEN 1338, 2010**). La elaboración de productos cárnicos es uno de los procesos alimenticios más antiguos de la historia. En el siglo XX, Alemania fue el precursor del conocimiento en la elaboración de embutidos de calidad, priorizando un buen proceso de fabricación (**Carballo, 2021**). La industria cárnica posee cuatro aspectos fundamentales: los mataderos, la sala de despiece, la inocuidad alimentaria y la elaboración de productos cárnicos o embutidos (**Vega, 2021**). En el mercado, se encuentran productos crudos, cocidos, escaldados, curados y secos (**Hui, 2012**).

En Ecuador, el consumo per cápita de embutidos es de 4.1 kilos anual. Las provincias que tienen la mayor producción son Pichincha, Guayas, Azuay y Cotopaxi. Entre las principales empresas productoras se encuentran Pronaca, Juris, Avícola Fernández y Piggis (**Corporación Financiera Nacional, 2018**). En el 2020, el 16% de carne de

cerdo se destinó a la producción de tocino, jamón, mortadela, chorizo y salchicha, lo que equivale a 30 mil toneladas de embutidos **(Vicente, 2021)**.

#### **1.1.1.5. Salchichas**

La salchicha es un producto fabricado con una masa emulsificada, elaborada a partir de grasa animal, carne, aditivos e ingredientes autorizados; embutida en tripas artificiales o naturales, y que según el proceso pueden ser un alimento crudo, cocido, ahumado o madurado. En Ecuador, este embutido se clasifica en tipo I, II y II. Esta caracterización se lo realiza de acuerdo con el contenido proteico animal y vegetal del producto **(NTE INEN 1338, 2010)**. Finalmente, cabe mencionar que, a nivel nacional el 88% de la población consume salchichas por lo menos dos veces por semana **(Guzmán, Rizzo y García, 2023)**.

#### **1.1.1.6. Impacto ambiental**

En los últimos años, la demanda de alimentos de origen animal se ha incrementado debido al crecimiento poblacional, aumento de ingresos y factores socioculturales **(Sanchez-Sabate y Sabaté, 2019)**. Por lo que, el impacto ambiental causado por esta industria se ha fortalecido. Entre sus consecuencias se incluyen, el uso de tierra y agua, eutrofización, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y alteraciones en la biodiversidad. Por este motivo, el consumo de carne es un factor que favorece el calentamiento global y la degradación ambiental **(Scarborough et al., 2023)**.

El sector ganadero afecta la calidad y accesibilidad de los recursos hídricos **(González, Marqués, Nadal y Domingo, 2020)**. Este campo reduce la disponibilidad de agua dulce para el consumo humano; puesto que, la industria animal utiliza un tercio del agua global. Por ejemplo, en Estados Unidos el ganado vacuno consume alrededor del 22% del agua total del país. A su vez, en su región occidental, se utiliza más del 50% del agua de los ríos para regar cultivos de forraje **(Richter et al., 2020)**. Además, cabe mencionar que el agua dulce es contaminada con hormonas, sustancias químicas y antibióticos usados en la crianza animales **(Scarborough et al., 2023)**.



Por otra parte, los principales GEI emitidos por el sector de alimentos son el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. La industria de alimentos contribuye con el 35% de la emisión total de GEI (**Parlasca y Qaim, 2022**). De este porcentaje, el sector ganadero aporta el 60% de emisiones mediante la producción de carne y la elaboración de alimentos para animales (**Higuita, LaRocque y McGushin, 2023**). Por lo que, si se plantea reducir las emisiones de gases contaminantes, se debería reducir el consumo de carne y alimentos de origen animal (**González et al., 2020**).

#### **1.1.1.7. Efectos en la salud humana**

En los últimos años, el consumo de carne ha sido asociada con algunos resultados negativos en la salud humana (**Harguess, Crespo y Hong, 2020**). La Agencia Internacional para la investigación del cáncer (IARC) menciona que existe una posible relación entre la ingesta de carne y el cáncer (**World Health Organization, 2015**). Por lo que, las dietas ricas en carnes rojas y procesadas han sido asociadas con enfermedades como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y en la mayoría de los casos, con el cáncer de colon (**Qian, Riddle, Wylie-Rosett y Hu, 2020**).

Los productos cárnicos utilizan nitritos para evitar el crecimiento de *Clostridium botulinum*, además de la oxidación de lípidos y proteínas (**Zhang et al., 2023**). Sin embargo, los embutidos poseen compuestos N-nitroso (NOC) cancerígenos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y genotóxicos, lo que ha puesto en duda la seguridad alimentaria de estos tipos de productos (**Shakil et al., 2022**). Los procesos cárnicos como el ahumado o el curado favorecen la producción de dichos compuestos. Del mismo modo, su cocción con temperaturas altas a través de parilla o fritura producen una mayor cantidad de estas moléculas (**Bouvard et al., 2015**).

### **1.1.2. Veganismo**

#### **1.1.2.1. Filosofía**

En primer lugar, se menciona al vegetarianismo, que se caracteriza por la exclusión total o parcial de la carne en la dieta, y se clasifica en flexitarianos, pescatarianos, ovolactovegetarianos, entre otros (**Gheihman, 2021**). Los vegetarianos se dividen en dos

categorías: vegetarianos por necesidad y vegetarianos por elección. En la primera condición, la carne no está disponible o sus costos son altos; mientras que, en la segunda situación, las personas eligen no consumir carne, a pesar de su disponibilidad en el medio (Nezlek y Forestell, 2020).

El vegetarianismo estricto se denomina veganismo, ideología que también rechaza el uso de artículos fabricados a partir de la explotación y maltrato animal, como prendas de cuero o cosméticos (Gheihman, 2021). Por lo tanto, la identidad social del vegano es elegir no consumir carne, ni usar ningún producto con procedencia animal (Nezlek y Forestell, 2020). Por este motivo, en 1944, el inglés Donald Watson cuestionó a los vegetarianos de la época por consumir subproductos animales. Por lo que, después de un tiempo, Leslie Cross definió al veganismo como “el principio de emancipación de los animales por parte del hombre” (The Vegan Society, 2004).

#### **1.1.2.2. Historia y origen**

El vegetarianismo tiene su origen en Egipto, en el siglo III a.C., debido a que los pobladores creían que el consumo de carne imposibilitaba la reencarnación. De igual forma, la cultura hindú no consumía carne por su veneración a las vacas y apoyo a la no violencia contra estos animales (Hargreaves, Raposo, Saraiva y Zandonadi, 2021). La antigua Grecia también adoptó un modelo vegetariano, influenciados por pensamientos de filósofos como Pitágoras. Sin embargo, en la edad media el vegetarianismo perdió fuerza, debido a que la iglesia promulgaba la idea que los animales no tenían alma y solo existían para el servicio de los seres humanos (Eisert y Savage, 1996). En tiempos modernos, esta filosofía está resurgiendo, debido al cambio de paradigma de las nuevas generaciones (Pariente, 2022).

#### **1.1.2.3. Situación actual en el mundo**

En el 2021, se registró alrededor de 79 millones de veganos a nivel mundial, lo que representa el 1% de la población total. En el año 2018, el nicho de alimentos veganos se valoró en 14 millones de dólares, y se proyectó que, en el 2026, la cifra aumentará a 31 millones (Redefine Meat, 2021). En una encuesta realizada por NSF en el 2021, el 74%

de los consumidores veganos mencionaron que eligen productos de origen vegetal para una dieta más saludable. Por otro lado, el 60% lo hacía por apoyar a la conservación del medio ambiente (**The Vegan Society, 2023**).

En Estados Unidos el número de veganos se triplicó entre el 2012 y el 2018. En la actualidad, 10 millones de estadounidenses se declaran veganos (**Mccarthy y Dekoster, 2020**). Por otra parte, en el 2022, Alemania fue el país que tenía más búsquedas sobre veganismo, según *Google Trends*, seguida de Austria y Reino Unido (**The Vegan Society, 2023**). De este modo, se evidencia que el veganismo sigue creciendo en el mundo por la conciencia ambiental, ética y un estilo de vida saludable que los jóvenes están promoviendo. Por este motivo, en la actualidad, la popularidad del veganismo se ha incrementado (**Gheihman, 2021**).

#### **1.1.2.4. Situación actual en el Ecuador**

Después de la pandemia del Covid-19, los ecuatorianos eligen sus alimentos priorizando su salud y bienestar. Por esta razón, para el primer semestre del 2022, en los mercados del Ecuador se incrementó la compra de productos saludables en un 42%. En ese mismo año, por primera vez, la empresa Pronaca lanzó una marca de productos no cárnicos bajo el nombre de *Veggie Deli*, que comercializa alimentos como salchichas, carne para hamburguesa y chorizos, elaborados a partir de proteína de arveja, soya y trigo (**Coba, 2022**).

En el 2021, la demanda de productos veganos aumentó entre un 10% y 40% durante la pandemia (**Zapata, 2021**). En el Ecuador existen varias organizaciones orientadas a la protección animal que promueven el veganismo como El Movimiento Animalista Nacional del Ecuador (MAN), ¡Libera! y Activistas por la Defensa y Liberación Animal (ADLA) (**Pérez, 2019**). Actualmente, en el mercado existe una amplia gama de productos veganos (**Loor, 2019**). Sin embargo, todos los productos veganos del mercado ecuatoriano son elaborados a base de plantas, siendo los hongos comestibles una alternativa para las dietas de este tipo.

### **1.1.3. Hongos comestibles**

#### **1.1.3.1. Generalidades**

Los hongos son organismos eucariotas que pertenecen al reino fungi, los cuales ayudan a mantener el equilibrio ecológico mediante procesos de descomposición. Por lo que poseen la capacidad de producir compuestos inorgánicos, mediante la descomposición de las sustancias orgánicas. El reino fungi contiene cinco filos: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Glomeromycota y Basidiomycota. Los hongos comestibles o setas se encuentran en este último. Además, poseen un cuerpo macroscópico visible, conocido como cuerpo fructífero (**Arazoe, 2021**). Asimismo, las setas tienen estructuras filamentosas denominadas hifas, y su conglomeración se conoce como micelio (**Rexhepi y Murati, 2018**).

#### **1.1.3.2. Historia del consumo**

El consumo de los hongos comestibles se remonta hasta la antigua Grecia, donde se creía que la ingesta de setas concedía fuerza a los soldados antes de la guerra; por otro lado, los romanos los denominaban alimento de los dioses. Durante siglos, los hongos han sido atesorados por la civilización china como alimentos saludables. Como se observa, a lo largo de la historia, importantes civilizaciones han mostrado interés por estos productos debido a sus características culinarias y sensoriales. En la actualidad, la ingesta de hongos podría ser una alternativa para el consumo de carne, ya que son ricos en proteína, con aminoácidos esenciales, poseen poca cantidad de grasa y, además, tienen compuestos antimicrobianos (**Valverde, Hernández-Pérez y Paredes-López, 2015**).

#### **1.1.3.3. Producción y consumo de hongos**

A nivel mundial, el hongo que más se cultiva es *Agaricus bisporus*, seguido de los géneros *Flammulina velutipes*, *Pleurotus* y *Lentinus edodes* (**Valverde et al., 2015**). La producción global de hongos ha tenido un aumento de 30 veces desde 1978 hasta 2013. En el 2020, la industria de hongos fue valorada con 45.42 mil millones de dólares. Los hongos comestibles y silvestres representaron el 62% de la producción con 28 mil millones de dólares. El país con más producción de hongos en el mundo ha sido China,

en el 2013 cultivó 30 millones de kg, constituyendo el 87%; mientras que, en el 2020, representó el 93% de la producción global (Niego et al., 2023; Royse, Baars y Tan, 2017). En términos económicos, el valor de mercado de las setas cultivadas fue de 24.53 millones de dólares, representando el 54% de la población mundial del 2020 (Niego et al., 2023).

El consumo per cápita de setas es de 4.7 kg por año. Se proyecta que el consumo aumente dado los beneficios saludables de incorporar hongos en su dieta. Los principales consumidores son China, la Unión Europea e India, ya que son países auto abastecedores. Por otra parte, a pesar de que Australia, Japón, Estados Unidos y Canadá poseen una producción interna, necesitan de cantidades sustanciales para abastecer a su población, por lo que recurren a la importación de setas (Royse et al., 2017).

#### **1.1.3.4. *Agaricus bisporus* var. *brunnenscens***

Este hongo, comúnmente denominado portobello, pertenece al grupo de los champiñones, su característica principal es su sombrilla de color café pálido. El hongo joven es denominado como cremini, mientras que en su estado maduro se lo nombra portobello. Por otra parte, cuando la seta alcanza el estado de madurez, su sombrilla se aplana, llegando a tener un diámetro entre 5.0 a 10.0 cm. Del mismo modo, el estipe puede alcanzar una altura de 12 cm y un ancho de 6 cm. Adicionalmente, contiene un anillo delgado o ancho en la parte superior. Las esporas son de color café oscuro (Pandita y Pandita, 2023). Finalmente, la clasificación biológica se lo describe en la Tabla 1.

El portobello fresco contiene nutrientes como proteínas, carbohidratos, fibra dietética, lípidos y minerales, 29.14%, 50%, 23.3%, 11% y 2.53%, respectivamente (Atila, Owaid y Shariati, 2017). Del mismo modo, la harina de portobello contiene una composición proximal de 18.23%, 32.10%, 10.23% y 1.95%, respectivamente (Botella-Martínez et al., 2023). Además, el portobello contiene todos los aminoácidos esenciales, en conjunto con lectinas, compuestos bioactivos,  $\beta$ -glucanos y polifenoles (García-Sanmartín et al., 2022; Ramos et al., 2019).

#### **1.1.3.5. *Pleurotus ostreatus* var. *florida***

Este tipo de hongo pertenece al grupo de los hongos ostra, su característica principal es su píleo de color blanquecino a blanco grisáceo. La superficie posee una textura suave similar al terciopelo. Además, la forma del píleo es similar al de una concha. Cuando la seta está madura su píleo se ubica convexo al suelo y su diámetro varía entre 6.0 a 7.0 cm. Del mismo modo, el estipe puede alcanzar una altura de 12 cm y un ancho de 6 cm. Además, las branquias son de color blanco grisáceo, cerradas hacia el estipe. Los estipes son cortos y gruesos, con dimensiones promedios entre 3,0 a 4,3 cm de largo y 1,0 a 2,0 cm de grosor, excéntricos y laterales con densos pelos blancos en la base **(Mala, Thakur, Kamal, Attri y Jandaik, 2023)**. De igual forma, la clasificación taxonómica se lo describe en la Tabla 1.

Por otra parte, el hongo ostra blanco ha tenido un gran impacto en la industria agroalimentaria, aunque no ha sido completamente explotada. A nivel mundial, *Pleurotus* spp. es el segundo hongo que posee un valor culinario destacado debido a su alto valor nutricional, ya que en su composición se encuentran moléculas bioactivas **(Morris-Quevedo, Yebra-Díaz, Arce-Ferrera, Perera-Segura y García-Oduardo, 2021)**. El *Pleurotus ostreatus* fresco contiene entre 85 a 95% de humedad, un porcentaje de proteína entre 17 a 40%, posee carbohidratos, y una cantidad no significativa de grasa. Además, su cuerpo fructífero contiene diferentes compuestos bioactivos y fenólicos, incluyendo ácidos fenólicos, flavonoides, ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, lignanos, taninos, estilbenos y polifenoles oxidados. Además, poseen una cantidad alta de vitaminas B1, B2, B12, C, D, E Y K y minerales como el cobre, zinc, manganeso, potasio y hierro **(Lesa et al., 2022)**.

**Tabla 1**

*Descripción taxonómica de los hongos que usados en la elaboración de una salchicha vegana.*

<b>Categorías taxonómicas</b>	<b><i>Agaricus bisporus</i> var. brunnescens</b>	<b><i>Pleurotus ostreatus</i> var. florida</b>
Reino	Fungi	Fungi
Filo	Basidiomycota	Basidiomycota
Clase	Agaricomycetes	Agaricomycetes
Orden	Agaricales	Agaricales
Familia	Agaricaceae	Pleurotaceae
Género	<i>Agaricus</i>	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>bisporus</i>	<i>ostreatus</i>
Variedad	brunnescens	florida

**Fuente:** Adaptado de **Pandita y Pandita (2023)**.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar el uso de los hongos comestibles *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* y *Pleurotus ostreatus* var. *florida* en la elaboración de alternativas veganas a salchichas.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Elaborar una salchicha vegana a partir del hongo portobello (*Agaricus bisporus* var. *brunnescens*) y el hongo ostra blanco (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*).
- Determinar la mejor formulación mediante un análisis del perfil de textura (TPA) y evaluación sensorial.
- Caracterizar la mejor formulación mediante un análisis proximal.



## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Materiales

##### 2.1.1. Materia prima

El hongo ostra blanco (*Pleurotus ostreatus* var. florida) fue obtenido de la empresa *Kallampa Wasi* ubicada en la ciudad de Ibarra. El hongo portobello (*Agaricus bisporus* var. brunnescens) en la empresa Cepa, localizada en la ciudad de Quito.

##### 2.1.2. Equipos

Los equipos que se ocuparon en el presente trabajo de titulación están ubicados en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (FCIAB) de la Universidad Técnica de Ambato. En la elaboración de la salchicha vegana se utilizó el cutter, embutidora, cocina industrial y cámara de refrigeración. En el análisis de textura se utilizó el analizador de textura Brookfield CT3 del Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Finalmente, para el análisis proximal se usaron equipos como balanzas, potenciómetro, mechero, estufa, mufla, baño térmico con agitación, analizador de grasa, sistema de filtración de fibra, destilador de proteína, y un depurador Turbosog.

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Elaboración una salchicha vegana a partir del hongo portobello (*Agaricus bisporus var. brunnescens*) y del hongo ostra blanco (*Pleurotus ostreatus var. florida*)

#### 2.2.1.1. Diseño Experimental

Para la elaboración de la salchicha vegana con base en hongos comestibles, se adaptó la metodología descrita por **Mazumder, Sujintonniti, Chaum, Ketnawa y Rawdkuen (2023)**, donde se cambió la concentración de hongos, obteniendo 3 tratamientos, indicados en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Diseño experimental para la elaboración de una salchicha vegana.*

---

<b>Tratamiento</b>	<b><i>Agaricus bisporus var. brunnescens</i> (%)</b>	<b><i>Pleurotus ostreatus var. florida</i> (%)</b>
A	75	25
B	50	50
C	25	75

---

### **2.2.1.2. Preparación del hongo**

Los hongos *Agaricus bisporus* var. *brunnescens* y *Pleurotus ostreatus* var. *florida* frescos se lavaron con agua potable para eliminar cualquier material extraño. Después, se retiró el exceso de agua manteniendo el hongo en un colador durante 20 min. Luego, los dos tipos de hongos se utilizaron en la elaboración del embutido, dependiendo de la concentración establecida en la tabla 2.

### **2.2.1.3. Elaboración de la salchicha vegana**

Inicialmente se humectó la proteína de soya con 140 g de agua y se agregó en el cutter junto con los hongos comestibles. Cuando la masa fue uniforme, se adicionaron los demás ingredientes mencionados en la tabla 3 y se homogenizó durante 5 minutos en el equipo. Después, la mezcla se amasó manualmente durante 1 minuto y se trasladó a la embutidora. La mezcla fue embutida en tripas artificiales de celofán y cocida durante 30 minutos a 90°C. Finalmente, el embutido fue almacenado en cámaras de refrigeración a 4°C (Mazumder et al., 2023).

**Tabla 3**

*Formulación de la salchicha vegana elaborada a partir de hongos comestibles.*

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>
Hongos comestibles	26%
Agua	15%
Gluten	15%
Proteína de soya	12%
Almidón de yuca	10%
Harina de trigo	5%
Aceite de canola	5%
Especias	5%
Hidrocoloides	7%

**Fuente:** Adaptado de Mazumder et al. (2023).

## **2.2.2. Determinación de la mejor formulación mediante un análisis del perfil de textura (TPA) y evaluación sensorial.**

### **2.2.2.1. Análisis del perfil de textura (TPA)**

El TPA se realizó mediante el equipo PRO CT3 BROOKFIELD (EE. UU). Los parámetros que se analizaron fueron dureza, masticabilidad, adhesividad, cohesividad y elasticidad de cada uno de los tratamientos. La muestra del embutido fue un cilindro con un diámetro y altura de 22 mm. Se utilizó una sonda cilíndrica de 38.1 mm de diámetro y 20 mm de espesor (TA4/1000), una velocidad de prueba de 1,5 mm/s y una compresión del 50%. La prueba se realizó en 2 ciclos. Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion versión 16.103.

### **2.2.2.2. Análisis sensorial**

Para la prueba de aceptabilidad se utilizó un panel sensorial de 25 catadores semientrenados. La escala hedónica que se usó tuvo 5 puntos (1 = me desagrada, 2 = no me gusta, 3 = ni me gusta, ni me desagrada, 4 = me gusta y 5 = me gusta mucho). Los atributos sensoriales que fueron evaluados son olor, color, sabor, textura y aceptabilidad (**Mazumder et al., 2023**). Las evaluaciones fueron realizadas en la mañana entre 9 a 11 horas. Las muestras de las salchichas se sirvieron en platos desechables, en conjunto con un tenedor plástico (**Espinosa, 2007**).

Cada catador fue colocado en una cabina individual de evaluación sensorial. Se entregó tres muestras de salchicha vegana con un tamaño de 4 cm, identificadas con códigos aleatorios, junto con un vaso de agua. Posteriormente, cada catador realizó su evaluación en la hoja de respuesta. La evaluación se realizó por duplicado (**Espinosa, 2007; Mazumder et al., 2023**).

Una vez que se analizaron los datos obtenidos de aceptabilidad, a la muestra que obtuvo una mayor aceptación se le realizó un perfil sensorial evaluando el perfil de sabor, apariencia y textura. La escala de medición fue del 1 al 5 (1 = imperceptible, 2 = ligero, 3= moderado, 4 = fuerte y 5 = muy fuerte) (**Espinosa, 2007**). Los atributos para el perfil de sabor fueron umami, metálico, salado, amargo, astringente (**Qin, Li, Huang, Li y**

**Chen, 2023**). Por otro lado, para el perfil de textura se analizaron características como la granulosidad, jugosidad, suavidad, sensación grasa y sequedad (**Aguayo-Mendoza, Martinez-Almaguer, Piqueras-Fiszman, y Stieger, 2020**). Finalmente, los atributos para el perfil de apariencia fueron la homogeneidad de color, compactación, pureza, brillantez y oleosidad (**Hernández, Gómez, Escutia, Buendía, y Pérez 2013**). La evaluación se inició cortando la salchicha en rebanadas de 5 mm de largo, que fueron colocadas en platos desechables para ser entregadas a cada evaluador, junto con un vaso de agua. Después, cada catador realizó su evaluación en la hoja de respuesta (**Qin et al., 2023**). La prueba se realizó por duplicado.

### **2.2.3. Caracterización de la mejor formulación mediante un análisis proximal.**

#### **2.2.3.1.Preparación de la muestra**

Los análisis de fibra dietética total, grasa, proteína y carbohidratos totales fueron realizados en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), por otro lado, en los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (FCIAB) se realizó cenizas y humedad. Para la realización de estos análisis fue necesario que la salchicha sea desmenuzada mediante un proceso de ralladura.

#### **2.2.3.2.Contenido de humedad**

Según **NTE INEN ISO 1442 (2013)** el proceso se inició cuando un crisol vacío y su tapa sean secados a 105°C durante 3 horas. Luego, fue llevado al desecador hasta que alcance la temperatura ambiente. Después, se pesó el crisol y su tapa. Inmediatamente, se pesó 3 gramos de la muestra y se colocó en el crisol. Posteriormente, Se ubicó el crisol con la muestra en un horno a 105°C durante 3 horas. Una vez que el tiempo se cumplió, el crisol fue trasladado hacia el desecador. Después de alcanzar la temperatura ambiente, se pesó el crisol con la muestra seca. La ecuación utilizada para los cálculos fue la siguiente.

$$\%humedad = \frac{W1 - W2}{W1} \cdot 100$$

Donde

W1, es el peso de la muestra antes de ser secada.

W2, es el peso de la muestra después de ser secada.

### 2.2.3.3. Contenido de proteína

El análisis de proteína se realizó mediante la adaptación realizada por LACONAL del método Kjeldahl (2001.11) definido por la **AOAC Internacional (2022)**. El procedimiento empleado se describe a continuación.

Se pesó 1 g. de muestra en papel celofán y se colocó en un vaso de precipitación. Luego, se añadió 20 ml de ácido sulfúrico al 98%, en conjunto con sulfato de potasio y sulfato de cobre. La muestra fue puesta en ebullición en el depurador Turbosog Gerhardt TT625 a una temperatura de 420°C por 60 minutos para su digestión. Al finalizar el tiempo establecido se enfrió por 15 minutos y se colocó 50 ml de hidróxido de sodio (NaOH) y 70 ml de agua destilada. Después, se trasladó al destilador de proteína Vapodest Gerhardt TT625, previamente lavado. El refrigerante del destilador se sumergió en 30 ml de una muestra indicadora de ácido bórico al 4% (color rosa). El tiempo establecido para la destilación fue de 390 segundos. Inmediatamente, la solución resultante (color verde) se valoró con ácido clorhídrico (HCl) al 0.1 N. El viraje de color fue de verde a rosa. Finalmente, se utilizó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de proteína total.

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

Donde

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

$V_s$  es el volumen de HCl gastado en la titulación final (ml).

N es la normalidad del HCl.

W es el peso de la muestra (g).

#### 2.2.3.4. Análisis de grasa

El análisis de grasa se realizó mediante la adaptación realizada por LACONAL del método 991.36 definido por la **AOAC Internacional (2022)**. El procedimiento empleado se describe a continuación.

En un inicio, se pesó 8 g. de muestra y se secó a 105 °C durante 3 horas en la estufa Memmert M400. Luego, la muestra seca se colocó en un cartucho de extracción libre grasa. De manera simultánea se pesó el recolector de grasa de aluminio y se colocó 50 ml de hexano en estos recipientes. Los cartuchos y los depósitos fueron puestos en el analizador de grasa Selecta DET-GRAS. Ahí, el proceso se dividió en tres etapas, ebullición por 40 minutos, enjuague por 60 minutos y la recolección final por 30 minutos. Finalmente, se utilizó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de grasa total. El procedimiento se realizó por duplicado. La ecuación utilizada para los cálculos fue la siguiente.

$$\% \text{grasa} = \frac{W_2 - W_1}{W} \cdot 100$$

Donde

$W_2$  es la masa del recolector de grasa con grasa (g).

$W_1$  es la masa del recolector de grasa vacío (g).

W es el peso de la muestra (g).

#### 2.2.3.5. Análisis de ceniza

En primer lugar, los crisoles fueron lavados con alcohol etílico y esterilizados durante 1 hora a 100 °C en la estufa. Luego, se pesó 3 gramos de muestra en una cápsula de porcelana previamente tarada, se carbonizó con un mechero y luego se incineró en una mufla a 500 °C, donde se mantuvo hasta obtener cenizas. Finalmente, se retiró la cápsula de la mufla y se enfrió en un desecador por una hora, para luego ser pesado (**Polonia,**



López y Malagón, 1995). El procedimiento se realizó por triplicado. La ecuación utilizada para los cálculos fue la siguiente.

$$\%ceniza = \frac{P3 - P1}{P2 - P1} \cdot 100$$

Donde

P1 es el peso de la cápsula vacía.

P2 es el peso de la cápsula con muestras.

P3 es el peso de la cápsula con cenizas.

#### **2.2.3.6. Fibra dietética total**

El análisis de fibra dietética total se realizó mediante la adaptación realizada por LACONAL del método 985.29 definido por la **AOAC Internacional (2022)**. El procedimiento empleado se describe a continuación.

Previamente, se pesó 8 g. de muestra y se secó a 105 °C durante 3 horas en la estufa Memmert M400. Se realizó dos pesajes, para cenizas y proteína. Luego, se desengrasó en el analizador de grasa Selecta DET-GRAS, siguiendo el proceso de grasa de AOAC. Edición, 22, 2023, 991.36. Luego, se pesó 1 g. de muestra seca y desengrasada y se colocó en un vaso de precipitación, junto con 50 ml de buffer fosfato (pH 6) y 50 µl de la enzima termoestable α-amilasa. Después, el vaso fue tapado con aluminio y se trasladó al baño termostático con agitación Velp Scientifica F30400207. Las muestras se calentaron a 100°C por 30 minutos. Posteriormente, se añadió 100 µl de la solución proteasa y se incubó a 60 °C por 30 minutos. Luego, se ajustó el pH a 4.5 con ácido clorhídrico (0.5N) y se agregó 200 µl de la solución amiloglucosidasa y se incubó por 30 minutos a 60 °C. Transcurrido el tiempo establecido, se dejó enfriar (**Megazyme, 2017**).

Mientras la muestra se enfrió, se colocó 0.5 g de celite en un crisol y se pesó el conjunto. El celite fue distribuido 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 Velp Scientifica F30430210. Ahí la muestra fue lavada 2 veces por agua destilada previamente calentada a 70°C. Luego se lavó dos veces con 60 ml de alcohol etílico al 78% y 96%, respectivamente. Luego, se secó los dos residuos en la estufa a 103 °C durante toda la noche (Megazyme, 2017).

Finalmente, se analizó los dos residuos, en busca de ceniza y proteína. En el primer caso, se incineró el crisol con la muestra a 500°C por 5 horas en una estufa, se enfrió en un desecador y se pesó. Por el otro lado, se usó el método Kjeldahl del laboratorio. La ecuación utilizada para los cálculos fue la siguiente.

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

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).

### **2.2.3.7. Cuantificación de carbohidratos totales**

La cuantificación de carbohidratos se realizó mediante el método interno del laboratorio, en donde se aplicó la ecuación descrita mencionada por **Corrêa, Silva, Ferreira y Guerra (2023)**.

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

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.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1. Salchicha vegana con hongo comestibles

En la figura 1 se observa las salchichas veganas obtenidas con hongos comestibles.



*Figura 1.* Salchicha vegana elaborado a partir de hongos comestibles. Tratamiento A (75% portobello y 25% ostra blanco), tratamiento B (50% portobello y 50% ostra blanco) y tratamiento C (25% portobello y 75% ostra blanco).

Se visualiza que el color es la característica más destacable de las salchichas veganas, ya que se puede relacionar con la concentración de hongos utilizados en cada tratamiento.

Se evidencia que el tratamiento C obtuvo un color más claro en comparación al A y B, mientras que el color del tratamiento B fue más oscuro que el A, aunque este último presentó un tono rojizo marcado. Según **Rangel-Vargas et al. (2021)** el uso del portobello en alimentos altera el color de los productos, ya que disminuye el valor de luminosidad, tornándolos de un color más oscuro. Por lo que, al utilizar una mayor cantidad de hongo ostra blanco en la formulación, el color resultante fue más blanquecino en la formulación C.

En la elaboración del embutido se utilizó hongos frescos debido a que **Kic (2018)** menciona que el secado de setas ocasiona un oscurecimiento; sin embargo, el grado de variación depende del tipo de secado que se utilice en el proceso. Por otro lado, **Sławińska, Sołowiej, Radzki y Fornal (2022)** señalan que los hongos secos poseen un color más oscuro, ya que las condiciones térmicas de estos procesos, la presencia de azúcares reductores y aminoácidos libres ayudan a que se produzca la reacción de Maillard. Según **Wang, Li, Li, Wu y Tang (2018)** el portobello contiene un porcentaje alto de azúcares reductores como la glucosa y fructosa y aminoácidos libres como el ácido glutámico, valina, prolina, arginina, alanina y lisina.

Las salchichas veganas obtuvieron propiedades físicas similares a las salchichas de origen animal. En la figura 1 se muestra que los tratamientos A, B y C poseen una estructura compacta. En la salchicha del tratamiento A se observa leves irregularidades en la superficie por la presencia de pequeños orificios, la salchicha B presenta grietas laterales y pequeñas cavidades en su superficie, mientras que en la salchicha C se observa menos presencia de orificios y una superficie más lisa con respecto a los otros tratamientos. Se puede inferir que estas irregularidades se deben al proceso de embutido, ya que se utilizó un equipo que no regula la velocidad automáticamente, sino que depende completamente del operario.

En los embutidos veganos se necesitan ingredientes vegetales para reemplazar la capacidad emulsificante que poseen las proteínas miofibrilares de la carne. **Kyriakopoulou, Keppler y van der Goot (2021)** mencionan que compuestos como la

metil celulosa, ayudan a unir el agua y/o grasa, reteniendo la humedad y lípidos deseables; mientras que la carragenina, la proteína de soya y la goma xantana poseen propiedades gelificantes y espesantes que mejoran la consistencia, suavidad y jugosidad del producto. En el estudio realizado por **Arora, Kamal y Sharma (2017)** se observó que el uso de carragenina mejoró las propiedades físicas y de textura de las salchichas veganas elaboradas a partir de champiñones blancos en comparación al uso de goma xantana y proteína de soya concentrada (PSC).

### 3.1.2. Análisis de textura

En la tabla 4 se presenta las medias de los resultados de las características mecánicas de textura seleccionadas para el perfil de textura (TPA) que son la dureza, adhesividad, cohesividad, masticabilidad y elasticidad. Se muestra los resultados para cada tratamiento.

**Tabla 4**

*Resultados del perfil de textura de cada tratamiento.*

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Masticabilidad (mJ)	Elasticidad (mm)
A	41.97±1.41 <sup>A</sup>	0.29±0.41 <sup>A</sup>	0.56±0.05 <sup>A</sup>	216.47±18.26 <sup>A</sup>	9.10±0.15 <sup>A</sup>
B	30.91±1.36 <sup>B</sup>	0.20±0.18 <sup>A</sup>	0.53±0.02 <sup>A</sup>	117.71±7.39 <sup>B</sup>	7.15±0.23 <sup>B</sup>
C	40.73±2.05 <sup>A</sup>	0.20±0.14 <sup>A</sup>	0.58±0.04 <sup>A</sup>	222.04±12.82 <sup>A</sup>	9.38±0.13 <sup>A</sup>

**Nota:** Las letras diferentes indican una diferencia significativa entre los tratamientos, aplicado el método de comparación de Tukey.

En el análisis estadístico de los datos mostrados en la tabla 4 se visualiza que existen diferencias significativas en las características de dureza, masticabilidad y elasticidad (p

< 0.05). Se observa que los tratamientos A y C presentan una dureza, masticabilidad y elasticidad similar, mientras que la formulación B es la que posee una variación considerable en estos atributos. Por otro lado, todos los tratamientos presentan un grado análogo de adhesividad. Además, se observa que el tratamiento B posee los valores más bajos en los demás parámetros evaluados, sin embargo, no llega a ser significativamente diferente. Por otro lado, se observa que el tratamiento C presenta mayor cohesividad, masticabilidad y elasticidad respecto a los otros tratamientos.

### **Dureza**

Se observa que la variación en el porcentaje de los hongos trabajados afecta la dureza de la salchicha. El tratamiento que contenía una mayor cantidad de *Agaricus bisporus* var. *brunnenscens* presentó una dureza mayor. **Espinosa (2007)** menciona que la dureza es la fuerza que se requiere para deformar un producto a través de la compresión entre los molares. Cabe mencionar que la dureza se calcula en el primer ciclo o proceso de masticación (**Di Monaco, Cavella y Masi, 2008**). De acuerdo con **T. Zhang et al. (2021)** el uso de la proteína de soya en las salchichas veganas contribuye a la dureza al producto, ya que crea estructuras de fibra anisotrópica; además de ser un agente gelificante. Además, **Fu et al. (2023)** menciona que la dureza de la salchicha depende del contenido de agua y la cantidad de proteína de los hongos utilizados.

En el estudio realizado por **Mazumder et al. (2023)** se observa que las salchichas elaboradas con la harina de hongo ostra gris y la harina de garbanzo tuvieron valores de dureza entre 5028 N y 5485 N, lo que es significativamente mayor a lo encontrado en la tabla 4. La dureza alta se debió a la cantidad de proteína y fibra presente en la harina de garbanzo y la utilización de más tipos de harinas.

El motivo de esta variación se debe a la utilización de hongos frescos, ya que a medida que aumenta la cantidad de hongo en la formulación la textura será más suave (**Sharima-Abdullah, Hassan, Arifin y Huda-Faujan, 2018**). Por otro lado, en la investigación realizada por **Petrášová et al. (2019)** la salchicha cárnica con la adición completa o parcial de colágeno desnaturalizado tuvo una fuerza de 32 N, valor similar al

tratamiento B; el uso de colágeno sin desnaturalizar ayudó a un incremento de 38 N, sin embargo, los tratamientos A y C presentaron un valor mayor.

Los tratamientos A y C, cada uno, tienen en su composición un tipo de hongo específico al 75%, mientras que el tratamiento B mantiene el porcentaje de los dos hongos por igual. Se puede inferir entonces, que cuando se tiene la misma concentración de hongos en una formulación, la dureza del producto es bajo, esto permite el diseño de productos con características sensoriales específicas.

### **Adhesividad**

La característica de la adhesividad se refiere a la fuerza que se requiere para remover el sustrato o producto que se adhiere al paladar (**Zamora, 2000**). Por otra parte, en el estudio realizado por **Stephan, Ahlborn, Zajul y Zorn (2018)** se menciona que la fuerza de adhesión se relaciona con el grado con la pegajosidad y que, en las albóndigas hechas con el hongo ostra, los niveles de adhesividad decrecieron cuando se aumentó la concentración de la proteína aislada de guisantes. Por lo que una variación de los porcentajes de la proteína de soya y gluten en la formulación de la tabla 3 podría alterar los niveles de adhesividad de la salchicha. Del mismo modo, en la investigación realizada por **Momchilova, Gradinarska-Ivanova, Yordanov y Zsivanovits (2023)** una salchicha tradicional presentó un valor de adhesividad de 0.15, un valor menor a lo obtenido en este estudio; los autores mencionan que la adhesividad de un embutido depende del tipo de aceite vegetal que se utilice.

### **Cohesividad**

En los tratamientos donde existe una mayor cantidad de portobello (B y A), el nivel de cohesividad disminuye en comparación al tratamiento C, que contiene un mayor porcentaje de hongo ostra blanco. La cohesividad es un atributo mecánico que se refiere a la fuerza que se necesita para romper un producto en migajas (**Espinosa, 2007**). Este resultado concuerda con lo obtenido por **Fu et al. (2023)**, las características texturales de las salchichas decrecen cuando se aumenta la concentración de *Agaricus bisporus*, puesto que los hongos poseen una textura más suave, dado que su contenido de humedad



es alto. El valor de la cohesividad del tratamiento C (0.58) es mayor a lo mostrado por una salchicha de pechuga de pollo (0.46) en el estudio de **Rigdon et al. (2021)**.

### **Masticabilidad**

El tratamiento C contiene un menor porcentaje de portobello y presenta el valor de masticabilidad más alto de todos los tratamientos. La masticabilidad es la energía que se requiere para dejar un producto en condiciones óptimas para ser tragado (**Sarıçoban, Yilmaz, y Karakaya, 2009**). Sin embargo, **Ketnawa, Chaijan, Grossmann y Rawdkuen (2023)** mencionan que la adición del polvo de hongos disminuye significativamente los niveles de masticabilidad. Esto concuerda con lo encontrado por **Fu et al. (2023)**, ya que indican que la masticabilidad decrece cuando se aumenta la cantidad de *Agaricus bisporus*. Sin embargo, en el estudio realizado por **Wu et al. (2022)**, la salchicha con una sustitución del 30% de *Pleurotus ostreatus* presentó valores similares de masticabilidad con el tratamiento C, el motivo es que los dos presentan un alto porcentaje del hongo ostra en su composición, y eso hace que el nivel de masticabilidad también disminuya.

### **Elasticidad**

Los tratamientos A y C presentaron valores de elasticidad mayores a la del tratamiento B, siendo la salchicha C la formulación con más valor. Por lo que se infiere que una mayor cantidad de hongo ostra aumenta la elasticidad del producto. Entonces, el nivel de elasticidad disminuye cuando se utiliza un porcentaje mayor de *Agaricus bisporus*. **Espinosa (2007)** menciona que la elasticidad es dependiente de la velocidad de recuperación de un producto después de ser sometido a una fuerza externa. En el estudio realizado por **Wu et al. (2022)** se obtiene un resultado similar, por lo que a medida que se incrementa el porcentaje de *Pleurotus ostreatus*, la elasticidad aumenta. De igual manera, **Fu et al. (2023)** concuerdan en que también la adición de *Agaricus bisporus* en productos análogos a las salchichas disminuye su elasticidad, aunque en un porcentaje mínimo. Las salchichas cárnicas presentadas por **Shin y Choi (2021)** y **Petrášová et al. (2019)** poseen un valor promedio de elasticidad de 0.8 mm, valores que son inferiores a los tratamientos presentados en este estudio. Se puede inferir, que la presencia de

aglutinantes contribuye a la elasticidad de los alimentos, por tal motivo una salchicha de origen animal va a ser menos elástica, ya que tiene poca concentración de estos hidrocoloides.

### 3.1.3. Análisis sensorial

En la tabla 5 se observa los resultados de la evaluación sensorial de cada uno de los tres tratamientos. Los atributos evaluados fueron el olor, color, sabor, textura y aceptabilidad. Las letras indican las diferencias significativas que existen entre las formulaciones de la salchicha.

**Tabla 5**

*Resultados de la evaluación sensorial por escala hedónica.*

<b>Muestra</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aceptabilidad</b>
A	3.48 <sup>ab</sup>	2.92 <sup>a</sup>	3.50 <sup>b</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>
B	3.20 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	3.14 <sup>a</sup>	2.64 <sup>b</sup>	2.80 <sup>b</sup>
C	3.62 <sup>b</sup>	4.06 <sup>b</sup>	3.74 <sup>b</sup>	4.08 <sup>c</sup>	3.90 <sup>c</sup>

*Nota:* Las letras diferentes indican una diferencia significativa entre los tratamientos, aplicado el método de comparación de Tukey.

La tabla 5 muestra que en todos los atributos sensoriales evaluados existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Se visualiza que el tratamiento C presenta la mayor aceptación en todos los atributos. Este tratamiento presenta una diferencia marcada en la aceptación del color, textura y aceptabilidad general con respecto a los tratamientos A y B. Sin embargo, el tratamiento A posee el mismo grado preferencial de olor que la formulación C. Por otro lado, este mismo tratamiento en conjunto con el tratamiento A presentaron una aceptación significativa en el sabor respecto al tratamiento B. Por lo que se menciona que el tratamiento A es el segundo aceptado por parte de los catadores, mientras que el tratamiento que obtuvo el menor nivel de aceptabilidad fue el B. Según

**Tiziana (2019)** la evaluación sensorial de los alimentos proporciona una comprensión, análisis, comprensión y control en la satisfacción del consumidor.

### **Olor**

El análisis estadístico muestra que los valores de aceptabilidad más altos lo obtuvieron los tratamientos A y C, por lo que no presentaron diferencias significativas entre ellos, lo que indica que el uso de un hongo en un mayor porcentaje respecto a otro influye positivamente en el olor de un producto. La salchicha que presentó la aceptación más baja fue el tratamiento B, formulación que contiene un igual porcentaje de los hongos en su composición.

De acuerdo con **Sissons, Shanks y Du (2019)** se sugiere que los aromas a leñosos, terroso y heno del *Agaricus bisporus* se reducen cuando se someten a un proceso de cocción, por lo que su aroma puede aumentar el nivel de apetecibilidad del consumidor. Sin embargo, **Toros, El-Ramady y Prokisch (2022)** dicen que el género *Pleurotus ostreatus* spp. presenta un gran atractivo sensorial para los consumidores debido a su deseable aroma natural. Por lo que al tener un producto con una mayor cantidad de hongo ostra, tendrá una mejor aceptación por parte de los consumidores.

### **Color**

El tratamiento C obtuvo una diferencia significativa en el nivel de sabor respecto a los demás tratamientos. Esta salchicha contenía un porcentaje mayor de hongo ostra blanco en su formulación. **Wong et al. (2017)** mencionan que la utilización de portobello ocasiona la disminución de color en los productos, causando que la aceptabilidad en el color también se reduzca. Por lo que, el uso del hongo ostra, al estar en una concentración mayor, ocasiona que el color de la salchicha sea más claro (**Proserpio, Lavelli, Laureati y Pagliarini, 2019**). En el estudio realizado por **Lu, Chen, He, Li y Li (2014)** también se evidencia la reducción de color al utilizar *Agaricus brunnescens* en la formulación de salchichas de pechuga de pollo con sustitución de hongos comestibles.

## Sabor

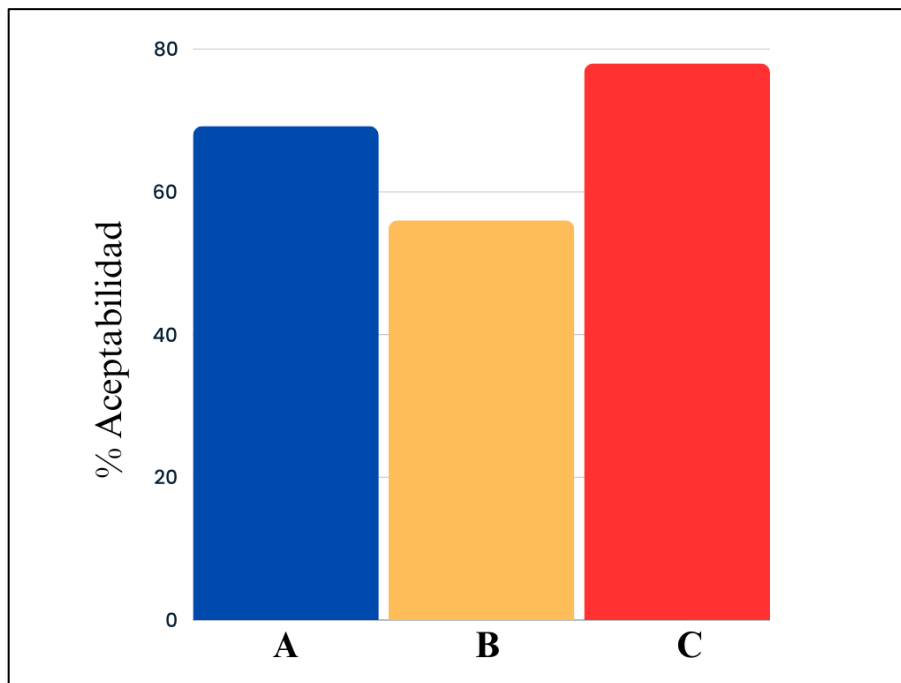
El tratamiento B fue el producto con el sabor menos agradable para los catadores, mientras que la formulación A y C poseen una media similar en el análisis estadístico, por lo que no existe una diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, matemáticamente el tratamiento C fue el que obtuvo el sabor con mayor aceptación. Como se observa, la salchicha con la mayor cantidad de hongo ostra presenta el mejor aroma y color. **Fernández, Pildaín y Barroetaveña (2021)** mencionan que cada género de hongo brinda un sabor especial a cada producto. Sin embargo, por lo observado en los estudios de **Sissons et al. (2019)** la utilización de hongos en diferentes proporciones, pueden alterar el sabor del producto final. En este caso, al utilizar hongo ostra blanco en un porcentaje mayor su sabor será predominante, mismo que es agradable al paladar en estado crudo y cocido, a diferencia del portobello que su sabor es mejorado cuando se somete a un proceso de cocción (**Toros et al., 2022**).

## Textura

Los tres tratamientos poseen diferencias significativas entre sus todos sus valores de textura. Se observa que el embutido con la mejor textura para el panel de cata fue el tratamiento C. Por otra parte, la salchicha B obtuvo la calificación sensorial más baja en este atributo, por lo que se aprecia que la utilización del hongo ostra blanco en una mayor proporción afecta positivamente a la textura de la salchicha. De acuerdo con **Moss et al. (2023)**, para que las salchichas presenten una textura similar a las salchichas de origen animal se deben incluir fibras vegetales, almidones y polisacáridos para ayudar a la absorción y unión de agua en el producto. Del mismo modo, **Zahari, Östbring, Purhagen y Rayner (2022)** mencionan que los champiñones se utilizan como sustitutos cárnicos, ya que poseen una textura carnosa. En el estudio realizado por **Lu et al. (2014)** se evidenció que la adición de *Pleurotus ostreatus* spp. mejoró la textura de las salchichas de pollo, esto explica el motivo por el tratamiento con una mayor cantidad de hongo ostra consiguió el mayor grado de aceptación textural.

## Aceptabilidad

En la figura 2 se muestra el porcentaje de aceptabilidad de cada tratamiento, el tratamiento A (portobello 75% - hongo ostra blanco 25%) con el 69%, tratamiento B (portobello 50% - hongo ostra blanco 50%) con el 56% y finalmente, el tratamiento C (portobello 25% - hongo ostra blanco 75%) con el 78% de aceptabilidad.



**Figura 2.** Porcentaje de aceptabilidad de los parámetros de evaluación sensorial de los tratamientos en estudio.

En la tabla 5 se observa que existieron diferencias significativas entre todos los tratamientos. El producto del tratamiento C fue el que los consumidores mencionaron que les gusta mucho y por consiguiente fue el más aceptado. Por otro lado, el tratamiento B fue el menos aceptado por el panel de catación, ya que expresaron que no les gustó. Finalmente, el tratamiento A presenta un nivel de aceptabilidad media, ya que los resultados expresan que a los jueces ni les gusta, ni les disgusta el producto.

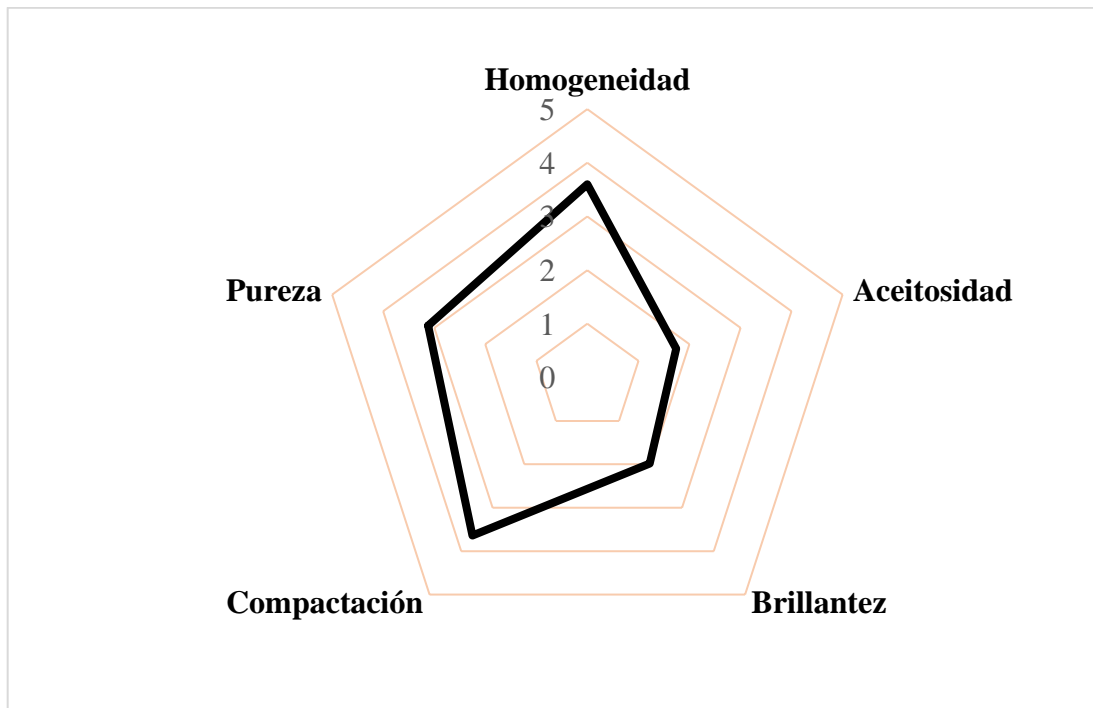
Por otra parte, en la figura 2 se observa que el tratamiento más aceptado fue el C con un porcentaje de aceptabilidad del 78%, superando el valor mínimo (70%) para decidir si un producto fue aceptado o no por los evaluadores sensoriales, lo que significa que a la mayoría de los catadores le gustó esta formulación, dando validez a lo descrito en la tabla 5. La razón principal para este resultado es que el color y la textura de esta salchicha tuvieron un grado aceptación mayor respecto a los otros dos tratamientos (ver figura 2), lo que ocasionó que los jueces eligieran al tratamiento C como su muestra preferida, por lo que esta salchicha se eligió como la mejor formulación para los análisis posteriores.

En segundo lugar, se encuentra el embutido A con un índice de aceptabilidad del 69%, en este tratamiento el sabor y el olor fueron los atributos que se puntuaron de manera similar al tratamiento C, logrando un porcentaje de aceptación significativo. Sin embargo, no superó al 70%, lo que muestra su no aceptación por parte de los consumidores. Finalmente, el tratamiento B obtuvo el índice de aceptabilidad más bajo con el 56%, esto concuerda con la figura 2, que mostró que esta formulación obtuvo el menor puntaje en cada atributo analizado.

#### **3.1.4. Análisis sensorial descriptivo**

##### **Perfil de apariencia**

En la figura 3 se encuentra el perfil de apariencia del mejor tratamiento, que fue la formulación C (portobello 25% - hongo ostra blanco). Los descriptores evaluados fueron la homogeneidad, aceitosidad, brillantez, compactación y pureza.

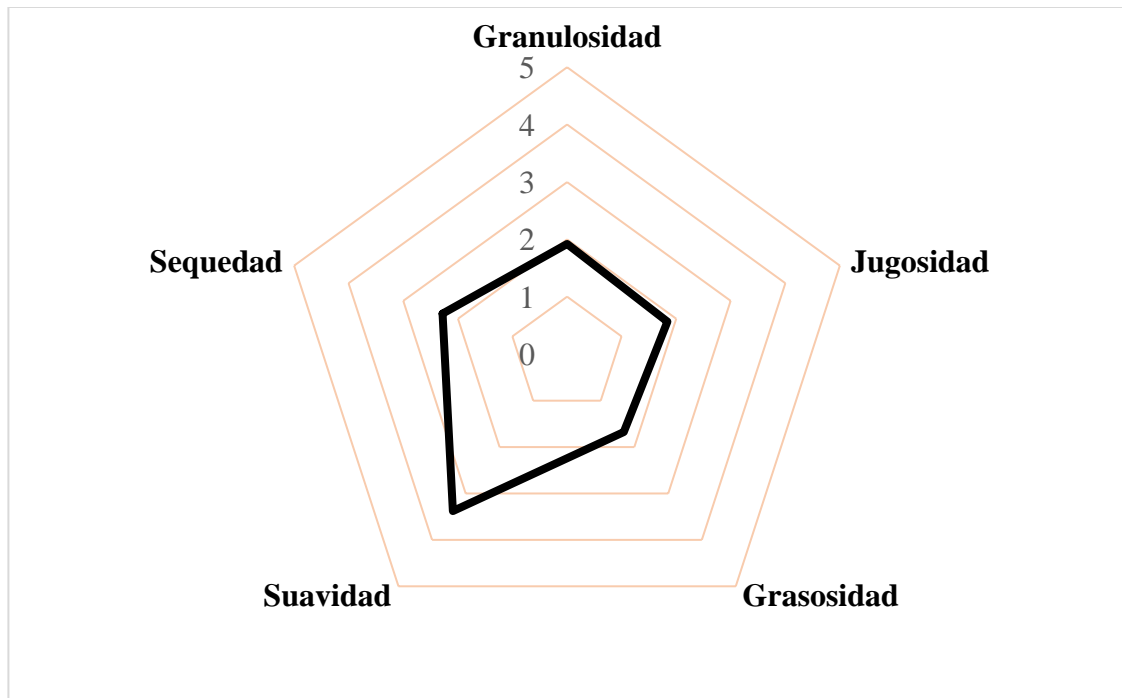


**Figura 3.** Diagrama radial del perfil de apariencia del tratamiento C.

Se observa que el tratamiento C tuvo una homogeneidad y compactación fuerte, en conjunto con una pureza moderada. Por el contrario, el embutido presentó un ligero grado de aceitosidad y brillantez. El motivo de este resultado fue que en la formulación se utilizó hongos comestibles o setas, por lo que **Corrêa et al. (2023)** mencionan que los hongos poseen un nivel de grasa muy bajo. Las setas utilizadas fueron portobello y ostra blanco, entonces **Fu et al. (2023)** dice que el uso de portobello en productos alimentos ocasiona que su brillo decrezca, logrando una apariencia menos atractiva para el consumidor.

## Perfil de textura

En la figura 4 se encuentra el diagrama del perfil de textura del mejor tratamiento, que fue la formulación C (portobello 25% - hongo ostra blanco). Los atributos evaluados fueron la granulosidad, jugosidad, grasosidad, sequedad y suavidad.



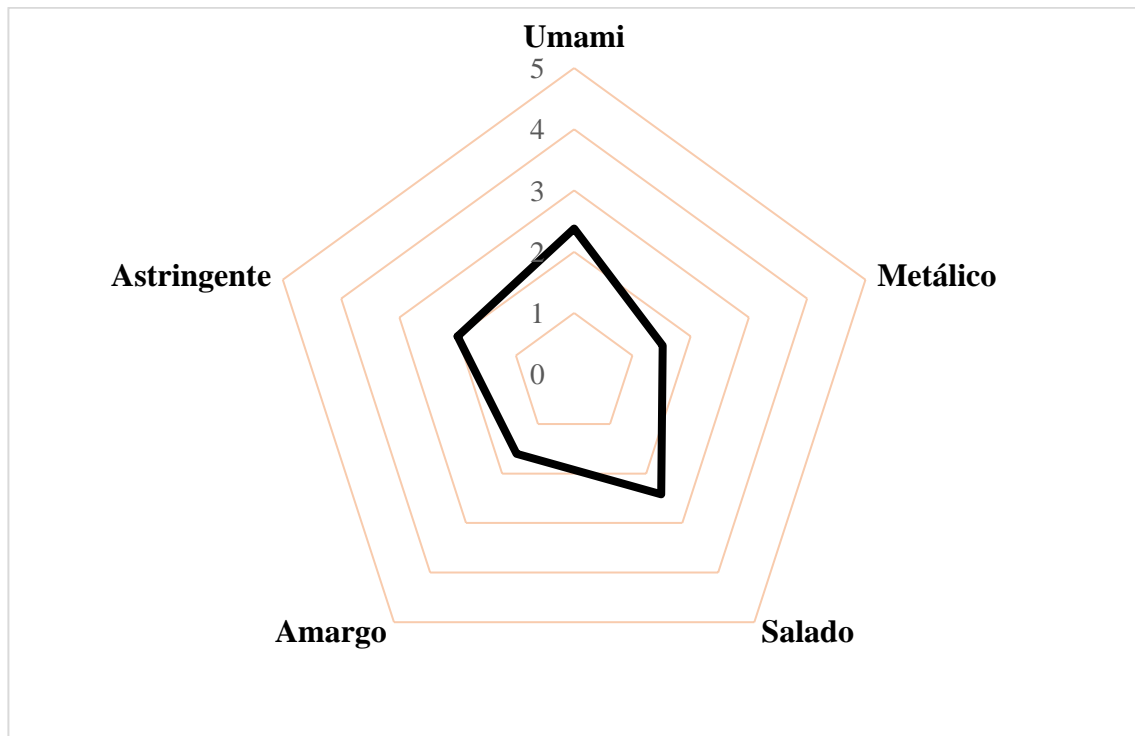
*Figura 4.* Diagrama radial del perfil de textura del tratamiento C.

Los atributos evaluados fueron la granulosidad, jugosidad, grasosidad, suavidad y sequedad los cuales tuvieron una intensidad de 1.92, 1.84, 1.68, 3.38 y 2.28, respectivamente. Como se observa que la sensación de granulosidad, grasosidad y jugosidad que los catadores tuvieron fue ligera, mientras que el grado de sequedad fue moderado. La característica que tuvo una mayor percepción por todo el panel de catación fue la suavidad de la salchicha, siendo el atributo más destacado.



## Perfil de sabor

En la figura 5 se encuentra el diagrama del perfil de sabor del mejor tratamiento, que fue la formulación C (portobello 25% - hongo ostra blanco).



**Figura 5.** Diagrama radial del perfil de sabor del tratamiento C.

En la figura 5 se muestra el perfil de sabor de la formulación C. Los atributos evaluados fueron la umami, metálico, salado, amargo y astringente los cuales tuvieron una intensidad de 2.38, 1.52, 2.42, 1.6 y 2, respectivamente. Como se observa, todas las características tuvieron un nivel de intensidad ligera para el panel de catación. El valor más alto fue el de salado, sin embargo, esta sensación es moderada en los jueces, lo que corrobora el nivel bajo de sal que se usó en la formulación de la salchicha C.

### 3.1.5. Análisis proximal

En tabla 6 se muestra el análisis proximal del mejor tratamiento (portobello 25% - hongo ostra blanco 75%). Entre los parámetros analizados se encuentran la humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra dietética total y carbohidratos totales.

**Tabla 6**

*Resultados del análisis proximal del tratamiento C (g/100g).*

<b>Humedad</b>	<b>Proteína</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Grasa</b>	<b>Fibra dietética total</b>	<b>Carbohidratos totales</b>
57.70	19.40	3.04	6.59	7.95	10.00

#### **Humedad**

Se muestra que el contenido de humedad de la mejor salchicha, descrita con la formulación C es del 57.70%. Cabe mencionar que el hongo *Agaricus bisporus* spp. fresco contiene un contenido de humedad entre el 85% y 95%, aunque disminuye progresivamente en el almacenamiento postcosecha (K. Zhang, Pu y Sun, 2018). Mientras que el *Pleurotus ostreatus* fresco contiene una cantidad de humedad del 88.75% (Tolera y Abera, 2017). Entonces, si el porcentaje de agua agregada fue del 15%, se deduce que los hongos aportaron humedad al producto final.

En el estudio realizado por Paranagama, Wickramasinghe, Somendrika y Benaragama (2022) la salchicha vegana elaborada con harina de coco, yaca verde y hongo ostra posee una humedad del 64%. Del mismo modo, en la salchicha vegetariana elaborada por Corrêa et al. (2023) en la cual se utilizó ingredientes como la proteína aislada de soya, patatas trituradas, harina de coco, avena y semillas de lino; presentó una humedad promedio de 65%, sin embargo, la muestra de control cárnica utilizada obtuvo el 53.57% de humedad. Como se observa, las salchichas veganas mostradas contienen

un valor más alto de humedad que el tratamiento C; sin embargo, la salchicha cárnica posee un nivel de agua similar a la salchicha elaborada.

### **Proteína**

Se visualiza que el tratamiento C obtuvo un porcentaje de proteína del 19.40%. En el caso de la normativa para productos cárnicos que rige Ecuador, este tipo de salchicha sería del tipo I ya que su contenido proteico es mayor a 12% (**NTE INEN 1338, 2010**). Sin embargo, al ser un producto análogo de la carne no existe una normativa que rijan este tipo de alimentos en el país. Las fuentes de proteína fueron el gluten, la proteína aislada de soya y los hongos. En el portobello el contenido de proteína promedio es del 24%, aunque su contenido disminuye un 3% a los seis meses de almacenamiento (**Cardoso et al., 2021**). Del mismo modo, el hongo ostra presenta un porcentaje proteico del 49.15% (**Sunday, Israel y Odey, 2016**). Estos dos géneros de setas son un buen reemplazo de la proteína animal ya que contienen una gran cantidad de aminoácidos esenciales en su composición (**Tolera y Abera, 2017; Usman, Murtaza y Ditta, 2021**).

Por otra parte, la investigación realizada por **Mazumder et al. (2023)** se utilizó el hongo ostra gris y harina de garbanzo para la elaboración de salchichas veganas, donde el porcentaje de proteína fue del 36.92%, confiriéndole a la harina de garbanzo un gran aporte proteico, duplicando la cantidad encontrada en este proyecto. Por otro lado, en el trabajo de **Corrêa et al. (2023)** los valores de proteína de los tratamientos se encuentran cerca del 8%, a excepción del tratamiento control que tiene un valor similar al tratamiento C con 16.47%.

### **Ceniza**

El contenido de cenizas que el tratamiento C obtuvo fue de un porcentaje de 3.04%. **Atila et al. (2017)** dicen que los hongos comestibles contienen un porcentaje de cenizas muy bajo, inferior al 3%. Por el contrario, **Setyawan y Kamil (2021)** mencionan que las setas contienen un promedio de cenizas entre 6.93 y 11.85%. El *Agaricus bisporus* es un hongo que contiene minerales como el hierro, cobre, manganeso y zinc (**Marçal et al.,**

2021). Mientras que el *Pleurotus ostreatus* son ricos en sodio, calcio, fósforo, hierro y potasio (Raman et al., 2021).

Las salchichas de Corrêa et al. (2023) presentan un porcentaje similar de cenizas al mostrado en la tabla 5. De igual forma, muestra que su salchicha elaborada con polvo de champiñones presenta un porcentaje de cenizas del 2.62%. Finalmente, en el estudio de Mazumder et al. (2023) las salchichas de hongo ostra gris poseen un porcentaje de ceniza del 7.7%, esto se debe a la utilización de harina de garbanzo en su composición, mas no por la presencia del hongo.

### **Grasa**

El contenido de grasa en la salchicha de la formulación C es 6.59%. Atila et al. (2017) mencionan que el portobello posee una cantidad baja de grasa, mientras que Lesa et al. (2022) afirman que el *Pleurotus ostreatus* spp. contiene un nivel de grasa no significativo. Sin embargo, el perfil lipídico de los hongos estos compuestos ácidos grasos monosaturados e insaturados, donde los ácidos predominantes son el linoleico, oleico, palmítico y esteárico (Setyawan y Kamil, 2021).

Por otra parte, Paranagama et al. (2022) validan estas afirmaciones mediante su investigación, las salchichas de harina de hongo tuvieron un porcentaje de lípidos totales del 5.94%, un valor similar al expresado en la tabla 6. Las salchichas veganas que no son fabricadas con champiñones tuvieron un contenido de grasa del 10%; sin embargo, el embutido de origen animal un porcentaje lipídico total del 23%, lo que ocasiona que las alternativas veganas sea un producto con una baja cantidad de grasa (Corrêa et al., 2023).

### **Fibra dietética**

El contenido de fibra dietética del tratamiento C fue de 7.95%. La fibra dietética es un tipo de polisacárido vegetal que incorpora todos los compuestos no almidonados que el tracto digestivo humano no puede procesar (Bhide Kshirsagar et al., 2020). El contenido de fibra dietética del *Agaricus bisporus* tiene un valor aproximado del 19%,

por lo que es una gran fuente de este carbohidrato (Usman et al., 2021). Del mismo modo, el *Pleurotus ostreatus* es una gran fuente de fibra dietética con un contenido aproximado entre 7.5 y 15% (Bulam, Üstün y Pekşen, 2022).

Paranagama et al. (2022) mencionan que la fibra dietética de sus salchichas fue de 1.22%. Mientras que en el análisis de la harina del hongo ostra gris, Mazumder et al. (2023) obtuvo una cantidad de fibra dietética de 55%, lo que ayuda a la absorción de agua de la matriz alimentaria, por lo que es esta salchicha es una fuente de fibra dietética para el consumidor.

### **Carbohidratos totales**

El contenido de carbohidratos totales de la mejor formulación fue de 10%. La fuente de carbohidratos totales utilizadas fueron la harina de trigo y el almidón de yuca. El contenido de carbohidratos que el *Agaricus bisporus* aporta a la salchicha se encuentra entre 35% y 75% (Ismaya, Tjandrawinata y Rachmawati, 2020; Kozarski et al., 2020). Por otro lado, el *Pleurotus ostreatus* contiene un porcentaje de carbohidratos entre 37 y 48% (Deepalakshmi y Mirunalini, 2014). Los hongos comestibles son una gran fuente de carbohidratos (Ayimbila y Keawsompong, 2023).

La salchicha de control cárnica elaborada por Corrêa et al. (2023) contiene un 3% de carbohidratos en su composición, sin embargo, los embutidos veganos tienen un 14%. Como se observa la cantidad de carbohidratos varía entre una salchicha de origen animal y vegetal porque en los análogos cárnica se incluyen harinas en la formulación para que ayuden y faciliten la absorción de agua (Nan et al., 2019).

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Los tratamientos A y C, cada uno, tienen en su composición un tipo de hongo al 75%, mientras que el tratamiento B mantiene el porcentaje de los dos hongos por igual. Se puede inferir entonces, que cuando se tiene la misma concentración de hongos en una formulación, la dureza, masticabilidad y elasticidad del producto es bajo, esto permite el diseño de productos con características sensoriales específicas.
- El tratamiento C fue el que obtuvo una mayor aceptabilidad, ya que el porcentaje de hongo ostra fue mayor. Este hongo mejoró el color y el gusto de la salchicha, ya que el *Pleurotus ostreatus* spp. posee un sabor constante cuando se somete a tratamientos térmicos, a diferencia del portobello.
- La salchicha vegana de mejor aceptación presentó un nivel de proteína similar a las salchichas de origen animal, ya que los hongos tienen en su composición una cantidad significativa de aminoácidos esenciales. Además, el producto puede ser una fuente de fibra dietética.

## 4.2. Recomendaciones

- Para futuras investigaciones se sugiere que se realice un proceso de deshidratación de los hongos comestibles para reducir su porcentaje de humedad y después utilizarlos en productos cárnicos análogos como salchichas, chorizos y mortadelas veganas.
- Se recomienda utilizar otro tipo de emulsificante para evaluar si existe o no una variación de textura en la salchicha, ya que, al carecer de la proteína animal, se complica la obtención de la textura adecuada.
- Realizar un análisis del tiempo de vida útil de la salchicha para identificar qué factores influyen y como controlar el proceso de descomposición, así también, realizar un recuento microbiano para evaluar la inocuidad del producto final.
- Realizar una caracterización de los hongos comestibles que formen parte de la materia prima para conocer su aporte nutricional en el producto y evidenciar la reducción o incremento de los nutrientes en el proceso de producción.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias bibliográficas

- Aguayo-Mendoza, M. G., Martínez-Almaguer, E. F., Piqueras-Fiszman, B., y Stieger, M. (2020). Differences in oral processing behavior of consumers varying in age, gender and ethnicity lead to changes in bolus properties but only to small differences in dynamic texture perception of sausages. *Food and Function*, 11(11), 10022-10032. doi: 10.1039/d0fo01835j
- AOAC Internacional. (2022). *Official methods of analysis* (G. Latimer, Ed.). Oxford, England: Oxford University Press.
- Arazoe, T. (2021). CRISPR-based pathogenic fungal genome editing for control of infection and disease. En *Progress in Molecular Biology and Translational Science* (Vol. 179, pp. 161-196). Elsevier B.V. doi: 10.1016/bs.pmbts.2020.12.016
- Arora, B., Kamal, S., y Sharma, V. P. (2017). Effect of Binding Agents on Quality Characteristics of Mushroom Based Sausage Analogue. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5). doi: 10.1111/jfpp.13134
- Atila, F., Owaid, M. N., y Shariati, M. A. (2017). The nutritional and medical benefits of *Agaricus bisporus*: A review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 281-286. doi: 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.281-286
- Ayimbila, F., y Keawsompong, S. (2023). Nutritional Quality and Biological Application of Mushroom Protein as a Novel Protein Alternative. *Current Nutrition Reports*, 12(2), 290-307. doi: 10.1007/s13668-023-00468-x
- Behera, R., y Adhikary, L. (2023). Review on cultured meat: ethical alternative to animal industrial farming. *Food Research*, 7(2), 42-51. doi: 10.26656/fr.2017.7(2).772



- Bhide Kshirsagar, S., Takarkhede, S., Govind Jha, A., Pradeep Jain, R., Sunil Jadhav, V., y Dharmendra Jadhav, D. (2020). A comprehensive review on dietary fiber and their functional properties in human body. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 2020(03), 2582-5542. doi: 10.30574/wjbphs
- Botella-Martínez, C., Muñoz-Tebar, N., Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., y Viuda-Martos, M. (2023). Assessment of Chemical, Physico-Chemical and Sensory Properties of Low-Sodium Beef Burgers Formulated with Flours from Different Mushroom Types. *Foods*, 12(19). doi: 10.3390/foods12193591
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., Ghissassi, F. El, Benbrahim-Tallaa, L., ... Wu, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 1599-1600. doi: 10.1016/S1470-2045(15)00444-1
- Bulam, S., Üstün, N. S., y Pekşen, A. (2022). Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a Healthy Ingredient for Sustainable Functional Food Production. *The Journal of Fungus Aralık*, 13, 131-143. doi: 10.30708.mantar.1192063
- Carballo, J. (2021). Sausages: nutrition, safety, processing and quality improvement. *Foods*, 10(4). doi: 10.3390/foods10040890
- Cardoso, R. V. C., Carochi, M., Fernandes, Â., Barreira, J. C. M., Cabo Verde, S., Santos, P. M. P., ... Ferreira, I. C. F. R. (2021). Combined effects of irradiation and storage time on the nutritional and chemical parameters of dried *Agaricus bisporus* portobello mushroom flour. *Journal of Food Science*, 86(6), 2276-2287. doi: 10.1111/1750-3841.15755
- Chamba, W. (2021). Producción actual de carne en el Ecuador. *Pronaca*. Recuperado de <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/220-produccion-carne-ecuador>
- Coba, G. (30 de septiembre de 2022). Tras la pandemia, aumenta el consumo de productos saludables. *Primicias*. Recuperado de

<https://www.primicias.ec/noticias/economia/consumo-productos-saludables-ecuador/>

Corporación Financiera Nacional. (2018). *Ficha sectorial: fabricación de productos cárnicos*. Recuperado de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2018/FS-Embutidos.pdf>

Corrêa, P. F., Silva, C. F. da, Ferreira, J. P., y Guerra, J. M. C. (2023). Vegetable-based frankfurter sausage production by different emulsion gels and assessment of physical-chemical, microbiological and nutritional properties. *Food Chemistry Advances*, 3. doi: 10.1016/j.focha.2023.100354

Deepalakshm, K., y Mirunalini, S. (2014). *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*, 5(2), 718-726.

Di Monaco, R., Cavella, S., y Masi, P. (2008). Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, 39(2), 129-149. doi: 10.1111/j.1745-4603.2008.00134.x

Eisert, R., y Savage, G. P. (1996). *Vegetarianism: A Nutritional Ideology? Part I: History, Ideology and Nutritional Aspects*. doi: 10.13140/2.1.3984.1921

El Universo. (6 de julio de 2022). Julio es el mes del pollo, cuyo consumo creció el 155% en la región y en Ecuador, donde se prefiere frito y la ingesta per cápita llega a 27 kg. *Diario El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/julio-es-el-mes-del-pollo-cuyo-consumo-crecio-el-155-en-la-region-y-en-ecuador-donde-se-prefiere-frito-y-la-ingesta-per-capita-llega-a-27-kg-nota/>

El Universo. (6 de julio de 2023). Consumo de carne de cerdo desplaza del segundo lugar a la de res en las preferencias de los ecuatorianos. *Diario El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/consumo-de-carne-de-cerdo-desplaza-del-segundo-lugar-a-la-de-res-en-las-preferencias-de-los->



*Producción, Ciencias e Investigación*, 7(47), 101-114. doi: 10.29018/issn.2588-1000vol7iss47

Hargreaves, S. M., Raposo, A., Saraiva, A., y Zandonadi, R. P. (2021). Vegetarian diet: An overview through the perspective of quality-of-life domains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). doi: 10.3390/ijerph18084067

Harguess, J. M., Crespo, N. C., y Hong, M. Y. (2020). Strategies to reduce meat consumption: A systematic literature review of experimental studies. *Appetite*, 144, 104478. doi: 10.1016/j.appet.2019.104478

Hernández, J. C., Gómez, B. I. C., Escutia, R. P. C., Buendía, H. B. E., y Chabela, M. D. L. P. (2013). Evaluación sensorial de salchichas con harina de cáscara de naranja y/o penca de maguey. *Nacameh*, 7(1), 23-40. doi: 10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2013v7n1/Chaparro

Higueta, N. I. A., LaRocque, R., y McGushin, A. (2023). Climate change, industrial animal agriculture, and the role of physicians – Time to act. *Journal of Climate Change and Health*, 13, 100260. doi: 10.1016/j.joclim.2023.100260

Hui, Y. H. (Ed.). (2012). *Handbook of meat and meat processing* (2.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.

Ismaya, W. T., Tjandrawinata, R. R., y Rachmawati, H. (2020). Lectins from the edible mushroom *Agaricus bisporus* and their therapeutic potentials. *Molecules*, 25(10). doi: 10.3390/molecules25102368

Ketnawa, S., Chaijan, M., Grossmann, L., y Rawdkuen, S. (2023). High-moisture soy protein-mushroom-based meat analogue: physicochemical, structural properties and its application. *International Journal of Food Science y Technology*. doi: 10.1111/ijfs.16595

Kic, P. (2018). Mushroom drying characteristics and changes of colour. *Engineering for Rural Development*, 17, 432-438. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N009

- Kozarski, M. S., Klaus, A. S., Vunduk, J., Jakovljević, D. M., Jadranin, M. B., y Nikšić, M. P. (2020). Health impact of the commercially cultivated mushroom *Agaricus bisporus* and the wild-growing mushroom *Ganoderma resinaceum* – A comparative overview. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(6), 721-735. doi: 10.2298/JSC190930129K
- Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., y van der Goot, A. J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(3). doi: 10.3390/foods10030600
- Lesa, K. N., Khandaker, M. U., Mohammad Rashed Iqbal, F., Sharma, R., Islam, F., Mitra, S., y Emran, T. Bin. (2022). Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health-Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Quality*, 2022, 1-9. doi: 10.1155/2022/2454180
- Libera, J., Howiecka, K., y Stasiak, D. (2021). Consumption of processed red meat and its impact on human health: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 6115-6123. doi: 10.1111/ijfs.15270
- Loor, M. (2019). *Efecto de temperaturas y tiempos de escaldado sobre la textura del embutido vegetal funcional de frijoles rojos (Phaseolus vulgaris L.)* (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1054>
- Lu, F., Chen, Y., He, C., Li, J., y Li, B. (2014). Sensory evaluation and textural properties of mushroom sausages. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(6), 792-796. doi: 10.19026/ajfst.6.112
- Mala, A., Thakur, M., Kamal, S., Attri, B. L., y Jandaik, S. (2023). Morphological characterization of some *Pleurotus* species. *Tijer*, 10(6). Recuperado de <https://www.tijer.org/papers/TIJER2306261.pdf>

- Mann, N. J. (2018). A brief history of meat in the human diet and current health implications. *Meat Science*, *144*, 169-179. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.008
- Marçal, S., Sousa, A. S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A. M. M. B., Freitas, A. C., ... Pintado, M. (2021). Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science and Technology*, *110*, 418-431. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.007
- Mazumder, M. A. R., Sujintonniti, N., Chaum, P., Ketnawa, S., y Rawdkuen, S. (2023). Developments of Plant-Based Emulsion-Type Sausage by Using Grey Oyster Mushrooms and Chickpeas. *Foods*, *12*(8). doi: 10.3390/foods12081564
- Mccarthy, J., y Dekoster, S. (27 de enero de 2020). Nearly One in Four in U.S. Have Cut Back on Eating Meat. *Gallup*. Recuperado de <https://news.gallup.com/poll/282779/nearly-one-four-cut-back-eating-meat.aspx>
- Megazyme. (2017). Total dietary fiber. *Assay procedure*. Recuperado de [https://www.megazyme.com/documents/Assay\\_Protocol/K-TDFR-200A\\_DATA.pdf](https://www.megazyme.com/documents/Assay_Protocol/K-TDFR-200A_DATA.pdf)
- Milford, A. B., Le Mouël, C., Bodirsky, B. L., y Rolinski, S. (2019). Drivers of meat consumption. *Appetite*, *141*. doi: 10.1016/j.appet.2019.06.005
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2017). Ecuador es autosuficiente para cubrir demanda nacional de carne bovina. *Agricultura*. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-autosuficiente-para-cubrir-demanda-nacional-de-carne-bovina/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%2C%20Ganader%C3%ADa,demanda%20nacional%20de%20este%20producto.>
- Momchilova, M. M., Gradinarska-Ivanova, D. N., Yordanov, D. G., y Zsivanovits, G. I. (2023). Microstructure and technological properties of cooked meat sausages prepared with emulsions of vegetable oils as substitutes for animal fat. *Food Research*, *7*(4), 22-29. doi: 10.26656/fr.2017.7(4).1030

- Morris-Quevedo, H., Yebra-Díaz, M. I., Arce-Ferrera, J. L., Perera-Segura, E., y García-Oduardo, N. (2021). Nutritional and antioxidant properties of novel cookies enriched with oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) flour. *Revista Cubana de Química*, 33(3). Recuperado de <http://orcid.org/0000-0001-9120-038X>
- Moss, R., LeBlanc, J., Gorman, M., Ritchie, C., Duizer, L., y McSweeney, M. B. (2023). A Prospective Review of the Sensory Properties of Plant-Based Dairy and Meat Alternatives with a Focus on Texture. *Foods*, 12(8). doi: 10.3390/foods12081709
- Nan, H., Kondratjuk, N. V, Stepanova, T. M., Afanasiiev, O. V, Sytnyk, K. I., Dyshuk, A. V, y Suprunenko, K. (2019). Vegetable protein blend technology for vegetarian sausages. *Scientific Bulletin of PUET: Technical Sciences*, 1(91). doi: 10.37734/2518-7171-2019-1-5
- Nezlek, J. B., y Forestell, C. A. (2020). Vegetarianism as a social identity. *Current Opinion in Food Science*, 33, 45-51. doi: 10.1016/j.cofs.2019.12.005
- Niego, A. G. T., Lambert, C., Mortimer, P., Thongklang, N., Rapior, S., Grosse, M., ... Stadler, M. (2023). The contribution of fungi to the global economy. *Fungal Diversity*, 121(1), 95-137. doi: 10.1007/s13225-023-00520-9
- NTE INEN 1338. (2010). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos.* Quito. Recuperado de <https://ia804702.us.archive.org/25/items/ec.nte.1338.2012/ec.nte.1338.2012.pdf>
- NTE INEN ISO 1442. (2013). *Carne y producto cárnicos - Determinación de contenido de humedad.*
- OECD. (2023, octubre 10). Meat consumption (indicator). doi: 10.1787/fa290fd0-en
- Pandita, D., y Pandita, A. (2023). *Mushrooms: Nutraceuticals and functional foods* (1.<sup>a</sup> ed.). CRC Press. Recuperado de <https://books.google.com.au/books?hl=esylr=yid=ZR->

pEAAAQBAJyoi=fndypg=PT7ydq=Mushrooms:+Nutraceuticals+and%0D%0AFu  
nctional+Foodsyots=-FUxRX6SFysig=sU-  
V25a1S2U1aXscRNgWaVbE6Ig#v=onepageyq=Mushrooms%3A%20Nutraceutic  
als%20and%20%20Functional%20Foodsyf=false

- Paranagama, I., Wickramasinghe, I., Somendrika, D., y Benaragama, K. (2022). Development of a vegan sausage with young green jackfruit, oyster mushroom, and coconut flour as an environmentally friendly product with cleaner production approach. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 11(4), 1-6. doi: 10.55251/jmbfs.4029
- Pariente, P. M. (2022). *La carne falsa ¿Presente o futuro? Un análisis nutricional y económico* (Tesis de grado). Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/54375/TFG-M-N2565.pdf?sequence=1>
- Parlasca, M. C., y Qaim, M. (2022). Meat Consumption and Sustainability. *Annual Review of Resource Economics*, 14, 17-41. doi: 10.1146/annurev-resource-111820
- Pérez, C. (2019). Protección animal y cuidado del medio ambiente. *Mundo vegano*. Recuperado de <https://unjardinentuplato.wixsite.com/unjardinentuplato/ecuador-vegano>
- Petrášová, M., Král, M., Pospiech, M., Halamová, P., Tremlová, B., y Walczycka, M. (2019). Pork protein addition effect on structural and qualitative parameters of frankfurter-type sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(4), 1888-1897. doi: 10.1002/jsfa.9384
- Polonia, L., López, D., y Malagón, M. (1995). *Manual para análisis de productos cárnicos* (1.<sup>a</sup> ed.). Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/carnicos-manual-de-analisis.pdf>



- Proserpio, C., Lavelli, V., Laureati, M., y Pagliarini, E. (2019). Effect of *Pleurotus ostreatus* powder addition in vegetable soup on  $\beta$ -glucan content, sensory perception, and acceptability. *Food Science and Nutrition*, 7(2), 730-737. doi: 10.1002/fsn3.917
- Qian, F., Riddle, M. C., Wylie-Rosett, J., y Hu, F. B. (2020). Red and processed meats and health risks: How strong is the evidence? *Diabetes Care*, 43(2), 265-271. doi: 10.2337/dci19-0063
- Qin, L. G., Li, X. A., Huang, Y. X., Li, Y. J., y Chen, Q. (2023). Flavour Profile of Traditional Dry Sausage Prepared with Partial Substitution of NaCl with KCl. *Foods*, 12(2). doi: 10.3390/foods12020388
- Raman, J., Jang, K. Y., Oh, Y. L., Oh, M., Im, J. H., Lakshmanan, H., y Sabaratnam, V. (2021). Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview. *Mycobiology*, 49(1), 1-14. doi: 10.1080/12298093.2020.1835142
- Ramos, M., Burgos, N., Barnard, A., Evans, G., Preece, J., Graz, M., ... Jiménez, A. (2019). *Agaricus bisporus* and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 292, 176-187. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.04.035
- Rangel-Vargas, E., Rodriguez, J. A., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Sosa, M. E., Andrés, S. C., ... Santos, E. M. (2021). Edible mushrooms as a natural source of food ingredient/additive replacer. *Foods*, 10(11). doi: 10.3390/foods10112687
- Redefine Meat. (15 de diciembre de 2021). Vegan statistics - What is the status? *Vegan Statistics* Recuperado de <https://www.redefinemeat.com/blog/vegan-statistics/#:~:text=Currently%2C>
- Rexhepi, B., y Murati, E. (2018). Edible and poisonous mushrooms. *Journal of Science, Environment and Technology*, 1(1). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/323521514>

- Richter, B. D., Bartak, D., Caldwell, P., Davis, K. F., Debaere, P., Hoekstra, A. Y., ... Troy, T. J. (2020). Water scarcity and fish imperilment driven by beef production. *Nature Sustainability*, 3(4), 319-328. doi: 10.1038/s41893-020-0483-z
- Rigdon, M., Stelzleni, A. M., McKee, R. W., Pringle, T. D., Bowker, B., Zhuang, H., y Thippareddi, H. (2021). Texture and quality of chicken sausage formulated with woody breast meat. *Poultry Science*, 100(3). doi: 10.1016/j.psj.2020.12.014
- Royse, D., Baars, J., y Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. En D. Cunha y A. Pardo-Gimenéz (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, (1.<sup>a</sup> ed., pp. 5-13). Wiley y Sons Ltd. doi: 10.1002/9781119149446.ch2
- Sanchez-Sabate, R., y Sabaté, J. (2019). Consumer attitudes towards environmental concerns of meat consumption: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7). doi: 10.3390/ijerph16071220
- Sarıçoban, C., Yılmaz, M. T., y Karakaya, M. (2009). Response surface methodology study on the optimisation of effects of fat, wheat bran and salt on chemical, textural and sensory properties of patties. *Meat Science*, 83(4), 610-619. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.07.010
- Scarborough, P., Clark, M., Cobiac, L., Papier, K., Knuppel, A., Lynch, J., ... Springmann, M. (2023). Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. *Nature Food*, 4(7), 565-574. doi: 10.1038/s43016-023-00795-w
- Setyawan, R. H., y Kamil, R. Z. (2021). Edible Mushroom Potency to Alleviate Stunting Through Gut Microbiota Modulation: A Review. En *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 7, pp. 119-132). Recuperado de <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>

- Shakil, M. H., Trisha, A. T., Rahman, M., Talukdar, S., Kobun, R., Huda, N., y Zzaman, W. (2022). Nitrites in cured meats, health risk issues, alternatives to nitrites: A review. *Foods*, *11*(21). doi: 10.3390/foods11213355
- Sharima-Abdullah, N., Hassan, N., Arifin, C. Z., y Huda-Faujan, N. (2018). Physicochemical properties and consumer preference of imitation chicken nuggets produced from chickpea flour and textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, *25*(3), 1016-1025. Recuperado de <http://www.ifrj.upm.edu.my>
- Shin, S. H., y Choi, W. S. (2021). Variation in significant difference of sausage textural parameters measured by texture profile analysis (TPA) under changing measurement conditions. *Food Science of Animal Resources*, *41*(4), 739-747. doi: 10.5851/KOSFA.2021.E26
- Sissons, J. E., Shanks, M., y Du, X. (2019). *Sensory properties of raw and roasted white button, crimini, and portobello mushrooms*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11274/11227>
- Sławińska, A., Sołowiej, B. G., Radzki, W., y Fornal, E. (2022). Wheat Bread Supplemented with *Agaricus bisporus* Powder: Effect on Bioactive Substances Content and Technological Quality. *Foods*, *11*(23). doi: 10.3390/foods11233786
- Stephan, A., Ahlborn, J., Zajul, M., y Zorn, H. (2018). Edible mushroom mycelia of *Pleurotus sapidus* as novel protein sources in a vegan boiled sausage analog system: functionality and sensory tests in comparison to commercial proteins and meat sausages. *European Food Research and Technology*, *244*(5), 913-924. doi: 10.1007/s00217-017-3012-1
- Sunday, E. A., Israel, A. U., y Odey, T. (2016). Proximate analysis and mineral element composition of False Yam (*Icacina trichantha*) tuber and Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *International Journal of Chemical Sciences*, *1*(1), 31-39. Recuperado de <https://ssrn.com/abstract=3291131>

- The Vegan Society. (2004). Ripened by human determination. *Seventy years of The Vegan Society*. Recuperado de <https://www.vegansociety.com/sites/default/files/uploads/Ripened%20by%20human%20determination.pdf>
- The Vegan Society. (2023). Worldwide growth of veganism. Recuperado de <https://www.vegansociety.com/news/media/statistics/worldwide>
- Tiziana, M. S. (2019). Sensory Descriptive Evaluation of Food Products: A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 02(04). doi: 10.26502/jfsnr.2642-11000034
- Tolera, K. D., y Abera, S. (2017). Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. *Food Science and Nutrition*, 5(5), 989-996. doi: 10.1002/fsn3.484
- Toros, G., El-Ramady, H., y Prokisch, J. (2022). Edible Mushroom of *Pleurotus* spp. A Case Study of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.). *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 6(2022), 51-59. doi: 10.21608/jenvbs.2022.117554.1161
- Usman, M., Murtaza, G., y Ditta, A. (2021). Nutritional, medicinal, and cosmetic value of bioactive compounds in button mushroom (*Agaricus bisporus*): A review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13). doi: 10.3390/app11135943
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., y Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*. doi: 10.1155/2015/376387
- Vega, G. (2021). Retos de la industria cárnica ante las nuevas tendencias de consumo en el mundo. *Foodtech*. Recuperado de <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/retos-de-la-industria-carnica-ante-las-nuevas-tendencias-de-consumo-en-el-mundo/>

- Vicente, J. (26 de noviembre de 2021). El mercado del jamón en Ecuador 2021: Informe del ICEX. *Cárnica*. Recuperado de <https://carnica.cdecomunicacion.es/noticias/48573/el-mercado-del-jamon-en-ecuador-2021-informe-del-icex>
- Wang, J., Li, W., Li, Z., Wu, W., y Tang, X. (2018). Analysis and Evaluation of the Characteristic Taste Components in Portobello Mushroom. *Journal of Food Science*, 83(6), 1542-1551. doi: 10.1111/1750-3841.14165
- Wong, K. M., Decker, E. A., Autio, W. R., Toong, K., DiStefano, G., y Kinchla, A. J. (2017). Utilizing Mushrooms to Reduce Overall Sodium in Taco Filling Using Physical and Sensory Evaluation. *Journal of Food Science*, 82(10), 2379-2386. doi: 10.1111/1750-3841.13838
- World Health Organization. (26 de octubre de 2015). Cancer: Carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat. *Q y A*. Recuperado de <http://www.who.int/features/qa/cancer-red-meat/en/>
- Wu, X., Wang, P., Xu, Q., Jiang, B., Li, L., Ren, L., ... Wang, L. (2022). Effects of *Pleurotus ostreatus* on Physicochemical Properties and Residual Nitrite of the Pork Sausage. *Coatings*, 12(4). doi: 10.3390/coatings12040484
- Zahari, I., Östbring, K., Purhagen, J. K., y Rayner, M. (2022). Plant-Based Meat Analogues from Alternative Protein: A Systematic Literature Review. *Foods*, 11(18). doi: 10.3390/foods11182870
- Zamora, Esperanza. (2000). *Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados*. Ciudad de la Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- Zapata, B. (15 de junio de 2021). Aumenta demanda de productos vegetarianos y veganos en Ecuador; marcas preparan nuevas propuestas. *El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/aumenta-demanda-de-productos-vegetarianos-y-veganos-en-ecuador-marcas-preparan-nuevas-propuestas-nota/>

- Zhang, K., Pu, Y. Y., y Sun, D. W. (2018). Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science and Technology*, 78, 72-82. doi: 10.1016/j.tifs.2018.05.012
- Zhang, T., Dou, W., Zhang, X., Zhao, Y., Zhang, Y., Jiang, L., y Sui, X. (2021). The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives. *Trends in Food Science and Technology*, 109, 702-710. doi: 10.1016/j.tifs.2021.01.060
- Zhang, Y., Zhang, Y., Jia, J., Peng, H., Qian, Q., Pan, Z., y Liu, D. (2023). Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Current Research in Food Science*, 6. doi: 10.1016/j.crfs.2023.100470

## Anexos

### Anexo 1. Elaboración de la salchicha vegana con hongo ostra blanco y portobello



**Figura 6.** Recepción y lavado de la materia prima



**Figura 7.** Proceso de elaboración de la salchicha.



**Figura 8.** Cocción y enfriamiento de la salchicha vegana.

### **Anexo 2. Análisis de textura**



**Tratamiento A**



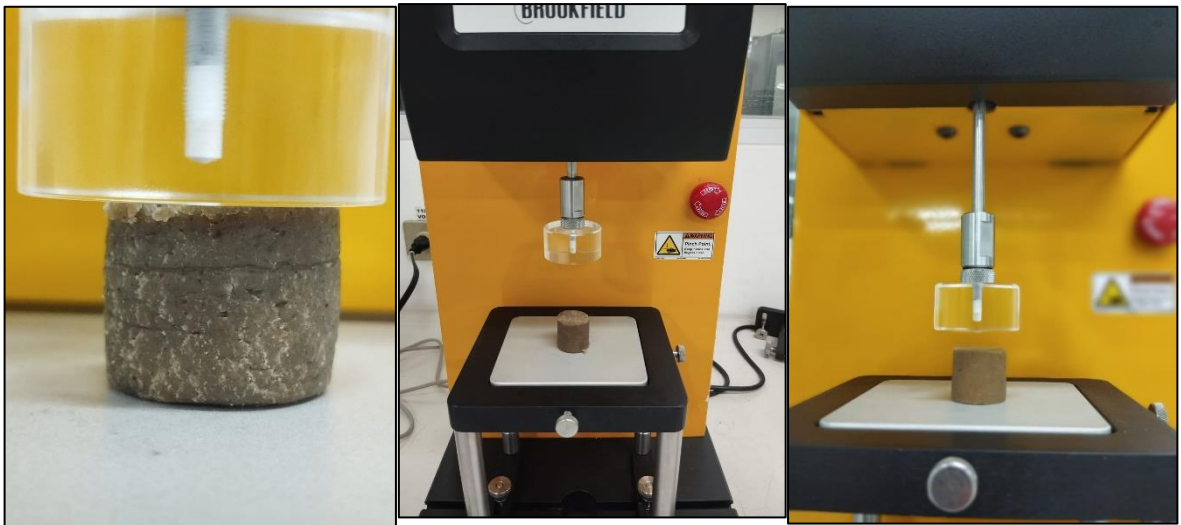
**Tratamiento B**





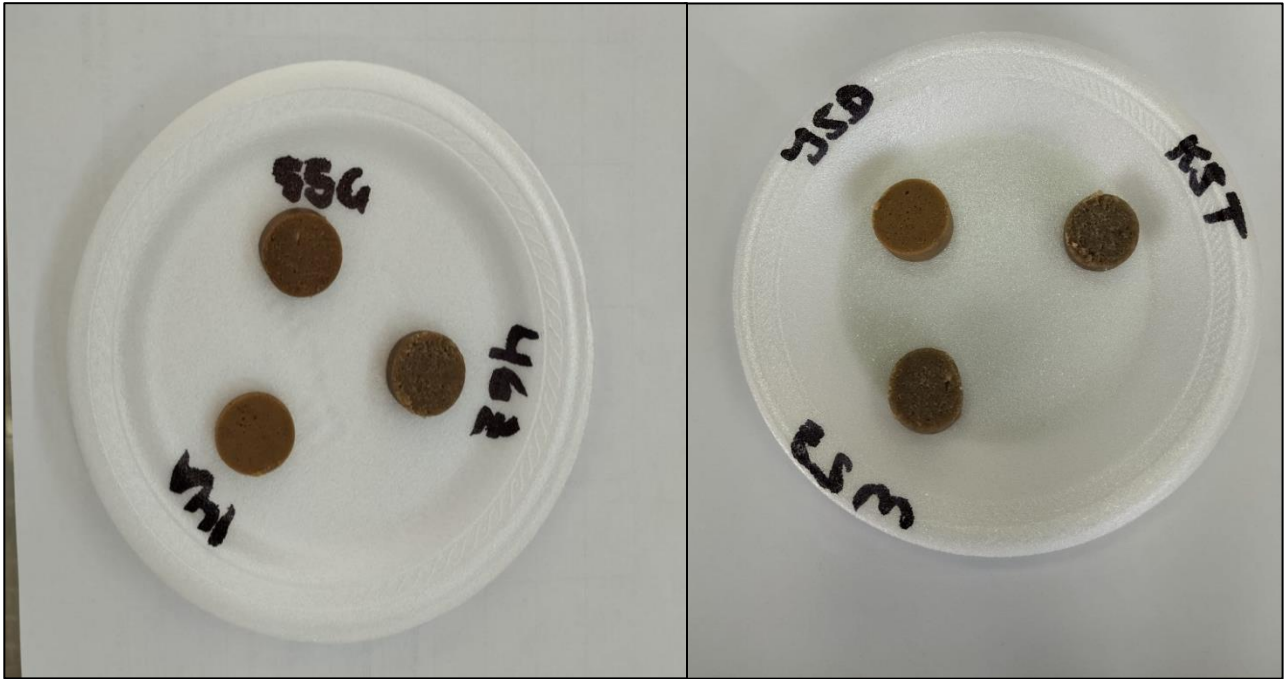
Tratamiento C

*Figura 9.* Muestras para el análisis de textura



*Figura 10.* Análisis de muestras en el texturómetro Brookfield

### Anexo 3. Análisis sensorial



*Figura 11.* Ubicación de muestras para la evaluación sensorial.



*Figura 12.* Evaluación sensorial de la salchicha vegana