

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias

Alimentarias



**Caracterización de un polvo instantáneo a base de hongos
comestibles (*Suillus luteus*)**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos

Por:

Ariel Gonzales Rondón

Asesora:

Ph.D. Silvia Pilco Quesada

Lima, diciembre de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Silvia Pilco Quesada, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de industrias alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Caracterización de un polvo instantáneo a base de hongos comestibles”** la autora Ariel Gonzales Rondón tiene un índice de similitud de 1% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de lima, a los 21 días del mes de diciembre del año 2025



Ph.D. Silvia Pilco Quesada

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 02 día(s) del mes de diciembre del año 2025, siendo las 15:00 horas, se

reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Sc. Cinthya Karen Huaman Alvino, el (la) secretario(a): Ing. Joel Jerson

Coaquira Quispe y los demás miembros: Mtra. Marita Ada Shirley

Diaz de la Vega Huanca y el (la) asesor(a) Ph.D. Silvia Pilco

Guesada con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:
"Caracterización de un polvo instantáneo a base de hongos comestibles (*Suillus luteus*)"

del(los) bachiller(es): a) Ariel Gonzales Rondon

b)

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero de Alimentos

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Ariel Gonzales Rondon

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

Índice

.....	3
Resumen.....	5
Abstract.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1. Materia prima	8
2.3 Formulación de las mezclas	8
Tabla 1: Formulación base de la mezcla proteica.....	9
2.4 Análisis proximal y fisicoquímico	9
2.5 Propiedades físicas.....	9
2.5.2 Humectabilidad	10
2.5.3 Dispersibilidad.....	10
2.6 Extracción de los compuestos fenólicos	10
2.7 Cuantificación de los compuestos fenólicos.....	10
2.8 Determinación de Capacidad antioxidante por ABTS.....	11
2.9 Diseño experimental	11
2.10 Análisis estadístico.....	11
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1 Análisis proximal de las bebidas en polvo.....	11
Tabla 2: Análisis proximal de las formulaciones	14
3.2 Análisis fisicoquímicos de las mezclas proteicas.....	14
Tabla 3: Análisis fisicoquímicos de las formulaciones.....	15
3.2 Propiedades físicas.....	15
Tabla 4: Propiedades físicas de las formulaciones	16
3.3 Fenoles totales y Capacidad antioxidante por ATBS.....	16
Tabla 5: Fenoles totales y Capacidad antioxidante.....	17
4. CONCLUSIÓN	18
5. REFERENCIAS.....	18

Resumen

Los hongos comestibles presentes extensamente en diversas partes del mundo poseen propiedades nutracéuticas importantes que pueden ser reconocidos por como “super food”. El objetivo de esta investigación fue aplicar el hongo comestible *Suillus luteus* en conjunto con otros alimentos como la maca y tarwi para crear una bebida en polvo instantánea con propiedades nutritivas excepcionales. Se realizaron 4 formulaciones variando los principales ingredientes en las siguientes proporciones: *S. luteus* (10, 15, 15 y 20%), maca (10, 10, 15 y 15%) y cacao (35, 30, 25 y 20%), además de usar 20% de tarwi en todos las formulaciones. Se evaluaron su composición proximal, propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante por el método ABTS. La formulación que resaltó fue el F4 (20% de hongos comestibles, 15% maca, 20% cacao y 20% de tarwi), con un $19.34 \pm 0.35\%$ de proteínas, $59.29 \pm 0.80\%$ de carbohidratos, 48.82 ± 0.02 mgAGE/ml de fenoles totales y 20.08 ± 2.00 mmolTE/100g de capacidad antioxidante. La incorporación de los hongos en esta bebida potencializó sus propiedades nutritivas y nutracéuticas de la bebida, demostrando que su aplicación es posible en diferentes productos que promete ser una excelente alternativa sostenible para la industria alimentaria.

Palabras clave: hongos comestibles, “*super food*”, antiinflamatorio, tarwi, cacao, maca.

Abstract

Edible mushrooms, which are widely found in various parts of the world, have important nutraceutical properties that can be recognized as “superfoods.” The objective of this research was to use the edible mushroom *Suillus luteus* in combination with other foods such as maca and tarwi to create an instant powdered drink with exceptional nutritional properties. Four formulations were made by varying the main ingredients in the following proportions: *S. luteus* (10, 15, 15, and 20%), maca (10, 10, 15, and 15%), and cocoa (35, 30, 25, and 20%), in addition to using 20% tarwi in all formulations. Their proximal composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity were evaluated using the ABTS method. The formulation that stood out was F4 (20% edible mushrooms, 15% maca, 20% cacao, and 20% tarwi), with $19.34 \pm 0.35\%$ protein, $59.29 \pm 0.80\%$ carbohydrates, 48.82 ± 0.02 mgGAE/ml total phenols, and 20.08 ± 2.00 mmolTE/100g antioxidant capacity. carbohydrates, 48.82 ± 0.02 mgGAE/ml of total phenols, and 20.08 ± 2.00 mmolTE/100g of antioxidant capacity. The incorporation of mushrooms into this drink enhanced its nutritional and nutraceutical properties, demonstrating that its application is possible in different products, promising to be an excellent sustainable alternative for the food industry.

Keywords: edible mushrooms, superfood, anti-inflammatory, tarwi, cocoa, maca.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles son conocidos a nivel mundial, los más populares son los champiñones (*Agaricus bisporus*), sin embargo, existen muchas especies que alto potencial nutricional y nutracéutico. Actualmente, solo una pequeña fracción de especies de la biodiversidad fúngica ha sido investigada. En el reino de los hongos pertenecen taxonómicamente a los filos *Basidiomycota* (clase *Agaricomycetes*) y *Ascomycota* (clase *Pezizomycetes*) del subreino *Dikarya*. Los hongos, como las trufas (*Tuber*), las morillas (*Morchella*), el Champiñón (*Agaricus bisporus*), el *Suillus luteus* y los hongos ostra (especies *Pleurotus*), se consideran alimentos saludables gourmet (Badalyan *et al.* 2021, Adebayo *et al.* 2017, Rahman *et al.* 2021, Zhang *et al.* 2016). Diversos estudios fundamentan su uso por sus increíbles propiedades nutracéuticas con actividades biológicas de amplio espectro, que incluyen actividades antioxidantes, antimicrobianas, antitumorales, inmunomoduladoras, hepatoprotectoras, antihiper glucémicas e hipotensoras (Liu *et al.* 2023, Muszyńska *et al.* 2018). El cultivo y consumo de hongos comestibles es popular en culturas asiáticas y de la especie *S. luteus* es más conocida su consumo en Europa central como Alemania, Polonia y República checa (Kalogeropoulos *et al.* 2014, Jaworska *et al.* 2014). En 2020 se estimó un mercado de 16.7 billones de dólares generados por el consumo de hongos comestibles a nivel mundial en un rango de 2020 al 2025 (Global News Wire, 2020) y en Perú esta en crecimiento el cultivo de hongos comestibles, con una producción de 650 toneladas anuales, teniendo el potencial de cultivarse en 19 de las 25 regiones del Perú, sin embargo, la poca difusión provoca una escasa producción y consumo (MIDAGRI, 2024).

Singh *et al.* (2025) informaron sobre la aplicación del uso hongos comestibles de diversas especies en productos, tal como *Agaricus bisporus* más conocido como champiñones aplicado en panes y galletas funcionales (Sławińska *et al.* 2022, Chen *et al.* 2021), *Auricularia polytricha* conocida como oreja de madera utilizadas en fideos y panes al vapor (Fang *et al.* 2021, Miao *et al.* 2020, Su y Li 2020), *Lentinula edodes* conocida también como Shiitake aplicados en muffins (Desisa *et al.* 2024, Bernal-Mercado *et al.* 2023), *Hericium erinaceus* conocida también como melena de león usada en jugos fermentados y fideos (Tachabenjarong *et al.* 2022, Łysakowska *et al.* 2023, Qiu *et al.* 2024). Es así como surge la propuesta de una nueva alternativa de consumo utilizando una

especie escasamente estudiada (*S. luteus*), potenciado con otros ingredientes, así se desarrolla la bebida en polvo instantáneo, por su sabor conocido a nivel mundial, el cacao (*Theobroma cacao L.*), fue la opción más factible debido a que el Perú es el país segundo productor a nivel mundial de cacao orgánico (MIDAGRI 2023), su sabor característico y el aporte de sus valiosos nutrientes como vitaminas A y B, minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio, cobre y potasio, y compuestos fenólicos, hace una buena propuesta para su aplicación (Ariza-Ortega *et al.* 2021). Así también la maca (*Lepidium meyenii*), alimento autóctono de los andes peruanos, con excelentes beneficios en la salud, estudios indican que se usa para tratar el estrés oxidativo de las células que se asocia a enfermedades como el cáncer y la diabetes. *L. meyenii* es un cultivo con alta capacidad antioxidante debido a sus compuestos fenólicos, glucosinolatos, isotiocinas, macamidas y macaenos (Alarcón *et al.* 2021).

Estudios previos revelan que tiene un alto potencial de aplicarse como suplementación dietética de alimentos funcionales para mejorar la nutrición y función de los alimentos para la mejora de la salud humana (Liu *et al.* 2023), por esta razón la investigación tiene el propósito de brindar una alternativa novedosa de un polvo instantáneo utilizando materias primas autóctonas de Perú, de esta manera motivar su cultivo y posterior consumo, difundiendo sus propiedades nutricionales y nutracéuticas. Además de ser apto para todo tipo de consumidores, sin restricciones alimentarias.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

La harina de hongos comestibles fue adquirida de una marca comercial, que garantiza la especie "*Suillus luteus*". Así también las otras materias primas de harina de maca gelatinizada, cacao orgánico en polvo, harina de tarwi gelatinizada, canela en polvo, inulina en polvo, fruto del monje y azúcar pulverizado fueron adquiridos de muestras comerciales.

2.3 Formulación de las mezclas

Se realizaron 4 formulaciones, en donde se detallan las cantidades de cada ingrediente en la tabla 1, considerando las variables independientes como se detalla en el ítem 2.9.

Tabla 1: Formulación base de la mezcla proteica

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4
Harina de <i>S. luteus</i>	10	15	15	20
Maca	10	10	15	15
Cacao	35	30	25	20
Canela	7	7	7	7
Tarwi	20	20	20	20
Inulina	4	4	4	4
Fruto del monje	12	12	12	12
Azúcar	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

2.2. Proceso de elaboración

Se usó el método de García & Pacheco (2010) con modificaciones, se inició pesando las materias primas según la formulación en una balanza analítica (MERCK, W3200-500, Alemania). Para homogeneizar los ingredientes, se procedió a su mezclado en una licuadora (Oster, BLST3A-CPG, USA), y luego la mezcla se secó en una estufa Memmert a 45°C por 6 horas. El producto seco, se enfrió y luego envasado en bolsas de polipropileno de alta densidad y almacenado a 10°C.

2.4 Análisis proximal y fisicoquímico

Se usaron los métodos estandarizados de AOAC (2005): humedad (AOAC 925.09), cenizas (AOAC - 923.03), proteína (AOAC - 960.52) (Nx6.25), grasa (AOAC - 2003.05), fibra cruda (AOAC 978.10), y carbohidratos (por diferencia). Análisis de acidez titulable expresado en ácido ascórbico (AOAC -942.15), pH (AOAC 2005.020), Sólidos solubles (AOAC - 932.14). Cada análisis realizados por triplicado.

2.5 Propiedades físicas

2.5.1 Índice de estabilidad

Se calculó la separación de fases con 25 ml de la muestra que se mantuvo a 4°C por un tiempo de 48 horas, hasta la división de dos capas. Se midió el volumen de las capas para calcular la ración de volumen de capa inferior/volumen total de la muestra (Kim *et al.* 2012).

2.5.2 Humectabilidad

Se midió el tiempo en segundos que se requiere para que 1.00 ± 0.01 g de polvo se humedezca al depositarse en la superficie de 10.0 ± 0.1 g de agua destilada a 25°C en un vaso de precipitado de 20 mL bajo agitación magnética (Hanna, HI300N-1) a 600 rpm (IDF 1987).

2.5.3 Dispersibilidad

1g se disolvió en 10 mL de agua destilada, se agitó con un ultraturrax (IKA, T50, Brasil) por 15 s. La mezcla se filtró y luego se transfirió a una placa de Petri previamente, se colocó en una estufa (Memmert, C2100706, Alemania) a 130°C por 2 horas (Shittu y Lawal, 2007 adaptado). Se utilizó la ecuación 1.

Ecuación 1. Determinación de dispersibilidad

$$\text{Dispersibilidad (\%)} = \frac{\text{masa sólida seca (g)}}{10\text{ml} + \text{masa sólida húmeda (g)}}: \times 100$$

2.6 Extracción de los compuestos fenólicos

Se pesó 1 g de muestra en polvo con 10 ml de metanol ácido al 70% utilizando un ultraturrax durante 10 min. Se centrifugó a 5000 rpm para recuperar el sobrenadante. Este proceso se repitió dos veces con el precipitado, y los sobrenadantes combinados se concentraron mediante evaporación rotatoria a 40°C hasta un concentrado de 5ml. Todos los análisis se realizaron por triplicado, expresando los resultados como promedio \pm desviación estándar (Pilco-Quesada *et al.* 2020).

2.7 Cuantificación de los compuestos fenólicos

Se midió 100 μL de Folin-Ciocalteu (1:5, H₂O destilada, v/v), se agitó a 750 rpm por 8 minutos en un homogenizador. Se añadió a la solución 2 ml de carbonato de sodio al 10% y reposó por 30 minutos, y se midió la absorbancia a 725 nm. Finalmente, la concentración de fenoles totales (TPC) y se expresó el resultado en mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra (Singleton & Rosi, 1965).

2.8 Determinación de Capacidad antioxidante por ABTS

Se mezcló el 7mM ABTS y 2.45mM de persulfato de potasio, luego se incubó por 16 h a temperatura de ambiente. Posteriormente se diluyó con etanol hasta alcanzar una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm. Seguidamente se midió 2850 μ l y se le añadió 150 μ l del extracto (ítem 2.6), se agitó por 6 minutos a temperatura ambiente en un homogenizador. Se midió la absorbancia a 734 nm. Finalmente, el resultado fue expresado en Capacidad Antioxidante Equivalente de Trolox (TEAC, μ mol de equivalentes de Trolox por 100 g de muestra) (Re *et al.* 1999).

2.9 Diseño experimental

Un diseño completamente aleatorio se utilizó: las variables independientes fueron harina de hongos, maca y cacao, correspondiente al 55% del total de la formulación; mientras que las variables dependientes fueron los análisis proximales (humedad, cenizas, grasas, proteína, fibra cruda y carbohidratos), fisicoquímicos (acidez, pH y sólidos solubles), propiedades físicas (índice de estabilidad, humectabilidad y dispersibilidad), fenoles totales y capacidad antioxidante.

2.10 Análisis estadístico

Se utilizó el software Minitab 17, para evaluar el ANOVA y determinar las diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras, se aplicó la prueba de significancia post-hoc de Tukey. Los resultados fueron realizados tres veces y se presentaron como promedio \pm desviación estándar (DE).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis proximal de las bebidas en polvo

La tabla 2 muestra los resultados de los proximales. La humedad entre las formulaciones son estadísticamente similares ($p > 0.05$), los valores fluctúan entre 4.76 a 4.93%, valores inferiores a 5% de humedad que están dentro del límite exigido por el Ministerio de Salud de Perú (MINSA, 2006). Los valores reportados por otras investigaciones son cercanas a las determinadas en esta investigación, tal como Farzana *et al.* (2017) desarrollaron una bebida con hongos (*Pleurotus streatus*) y soya en polvo, informando 3.84% de humedad. Así también, Lin *et al.* (2017) desarrollaron una bebida instantánea con *Pleurotus eryngii* informando una humedad en un rango de 4.12 a 5.63%; otra investigación desarrolló una sopa instantánea utilizando harina de hongos (*Pleurotus streatus*)

en proporciones de 10, 20, 30 y 40% del total de su formulación y determinaron el contenido de humedad en un rango de 4.63 a 2.86 g/100g (Srivastava et al. 2019). La ventaja de los alimentos con baja actividad de agua (inferior a 0.85), extiende la vida útil del producto y tornándolos más seguro para la salud (Dag et al. 2022).

El contenido de cenizas fluctúa en un rango de 2.88 a 3.25% sin diferencias significativas entre formulaciones. Valores cercanos fueron reportados por Farzana et al. (2017) con 3.23%. La investigación desarrollada por Zoicher et al. (2018) en donde analizaron la presencia de minerales en *Suillus luteus* cultivados en Alemania, reportaron mayor proporción elementos como potasio, fósforo, calcio, sodio, magnesio y zinc; y en trazas: cobalto, níquel, rubidio, estroncio, zirconio, cesio, bario, torio y uranio. Como característica del género *Suillus*, posee un micelio extramétrico (hifas emanadas), y por ello pueden absorber elementos en cantidades grandes del suelo (Agerer 2001), esto es importante para el caso de suelos contaminados con elementos tóxicos como Hg, Cd y Pb, y pueden absorber fácilmente estas sustancias, se ha reportado 13.4mg/kg MS de Pb en este género de hongo (Rudawska y Leski 2005). A pesar de esta característica típica de este género que podría suponer un riesgo para la salud han surgido otras investigaciones que demostraron que la cocción o encurtido puede reducir significativamente el contenido de elementos tóxicos (Drewnowska et al. 2017a, 2017b).

La composición mayoritaria de las formulaciones son las proteínas que están en un rango de 18.61 a 19.34%, sin diferencias entre muestras. Otros estudios como Farzana et al. (2017) reportaron valores similares con 21.37% de proteína, Mongkontanawat y Phuangborisut (2019) desarrollaron una bebida de diferentes setas (*Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune*) reportando valores en un rango de 15.03 a 32.28 mg/ml.

La principal fuente de proteína sin duda es del tarwi debido a su composición con un 41 a 53% de proteína, con los aminoácidos esenciales completos y además rica en lisina (Salazar et al. 2021), mezclado con otros alimentos como en esta investigación podría ayudar a corregir las deficiencias de aminoácidos de fuente vegetal (Paucar-Menacho et al. 2024). Así también es importante mencionar la segunda fuente mayoritaria de proteína es proveniente de los hongos comestibles, en los cuales se ha estudiado los efectos antiinflamatorios

de los aminoácidos y que son conocidos ampliamente, por ejemplo, en la especie *Pleurotus ostreatus* han estudiado los efectos antiinflamatorios de la leucina, isoleucina, tirosina y fenilalanina (Jedinak *et al.* 2011). Otro estudio realizado por Kala *et al.* (2017) reportaron que la especie *S. luteus* durante una simulación del tracto gastrointestinal humano se sintetizan compuestos particulares llamados cuerpos fructíferos que son una buena fuente de agentes antiinflamatorios para ser humano.

El contenido de grasa tiene un rango de 13.23 a 17.96%, se evidencia diferencias significativas entre las formulaciones F1, F2 y F3, F4. Esta variación se explica debido a la presencia del cacao, en donde las F1 y F2 contienen 35 a 30% de cacao respectivamente en su formulación. Otras investigaciones como de Farzana *et al.* (2017) informaron 10.13% de grasa, de la misma manera Srivastava *et al.* (2019) realizaron una investigación de una sopa instantánea en polvo de hongo ostra informando valores de 8.15 a 15.41% de grasa. Los ácidos grasos insaturados son los más abundantes en los hongos comestibles, conteniendo principalmente los omegas 3, 6 y 9 que juegan un rol en la prevención de enfermedades cardiovasculares o cáncer (Ayaz *et al.* 2011). Se encontró ácidos palmítico, linoleico y α -linolénico en distintas especies de hongos comestibles, por ejemplo, *A. bisporus* pueden tener un efecto protector contra el cáncer al seno, debido a que reduce la producción de la enzima aromatasa que promueve la síntesis de estrógenos (Chen *et al.* 2006).

El contenido de fibra cruda está en un rango con 4.35 a 5.76%, siendo el F4 con el más alto contenido ($p < 0.05$). De la misma forma el contenido de los carbohidratos con rango de 55.78 a 59.29% y presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre F3, F4 y F1, F2. Estudios como el de Farzana *et al.* (2017) determinaron valores similares de 1.50% de fibra y 59.93% de carbohidratos. Mientras que Srivastava *et al.* (2019) determinaron valores más altos de carbohidratos de 64.23 a 72.03% y de fibra 2.07 a 7.88%. Estudios realizados a las propiedades nutraceuticas de los carbohidratos en hongos comestibles indican que están presentes de 50 a 60%, teniendo un bajo índice glucémico y carga glucémica, es decir, no provocan picos de azúcar en la sangre (Pandey *et al.* 2022, Antunes *et al.* 2020). Además, tienen un alto contenido de la fibra dietaria, debido a que contienen polisacáridos no amiláceos, con un 4-9 % de solubles y un 22-30 % de insolubles (Yu *et al.* 2023), además contienen quitina

y (1→3)-β-d-glucanos que son carbohidratos no digeribles (NDO) que son importantes para la salud intestinal. Estos NDO son resistentes a las enzimas digestivas salivales e intestinales, además presentan beneficios antipatogénicas y prebióticas (Asadpoor *et al.* 2021, Yang *et al.* 2023).

Tabla 2: Análisis proximal de las formulaciones

Parámetros	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
Humedad	4.76 ± 0.65 ^a	4.93 ± 0.37 ^a	4.84 ± 0.38 ^a	4.89 ± 0.41 ^a
Ceniza	2.88 ± 0.10 ^a	2.88 ± 0.10 ^a	3.12 ± 0.70 ^a	3.25 ± 0.55 ^a
Proteína	18.61 ± 0.46 ^a	19.01 ± 0.32 ^a	18.94 ± 0.32 ^a	19.34 ± 0.35 ^a
Grasa	17.96 ± 0.51 ^a	16.74 ± 0.69 ^a	14.78 ± 0.82 ^b	13.23 ± 0.45 ^b
Fibra Cruda	4.35 ± 0.45 ^b	4.62 ± 0.25 ^{ab}	5.12 ± 0.13 ^{ab}	5.76 ± 0.83 ^a
Carbohidratos	55.78 ± 0.19 ^b	56.44 ± 0.96 ^b	58.32 ± 0.31 ^a	59.29 ± 0.80 ^a

Los valores están expresados en promedio ± DE (n=3). Letras diferentes en la misma fila representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones.

3.2 Análisis fisicoquímicos de las mezclas proteicas

La tabla 3 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos, donde el pH y la acidez (% ácido ascórbico) no presentaron diferencias significativas entre formulaciones ($p > 0.05$). Chen *et al.* (2023) determinaron valores similares de pH de 6.40 para un caldo centrifugado y blanqueado de *Shiitake*. Mientras que Yulianti y Shih (2024) informaron valores inferiores de 5.83 a 5.68 en una bebida con moras y *Tremella fuciformis*, indicando que la presencia de la mora acidificó la bebida intensificando su sabor ácido. Una recomendación que hace Lie-Piang *et al.* (2021) es que se debe monitorear el pH porque interviene en la desnaturalización de las proteínas de las bebidas y podría afectar a su solubilidad, en este caso fue necesario por la presencia del tarwi en la formulación.

Los sólidos solubles no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las formulaciones, además de ser valores bajos de promedio 2.02°Brix. Los sólidos solubles fueron bajos debido al escaso uso del azúcar y la adición mayoritaria de los monogrosidos presentes en el fruto del monje, se optó por su uso debido a su actividad hipoglicémica, siendo ideal este producto como una novedosa alternativa para personas que necesitan cuidar su glucosa en sangre (Fang *et*

al. 2017; Suri et al. 2020), además, solo aportan el 5% de calorías que la sacarosa (Pandey & Chauhan, 2019).

Tabla 3: Análisis fisicoquímicos de las formulaciones

Parámetros	Formulaciones			
	F 1	F2	F3	F4
pH	6.33 ± 0.02 ^a	6.33 ± 0.01 ^a	6.32 ± 0.02 ^a	6.31 ± 0.01 ^a
Acidez (% Ác. Ascórbico)	0.08 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^a
Sólidos solubles (°Brix)	2.02 ± 0.05 ^a	2.02 ± 0.03 ^a	2.03 ± 0.01 ^a	2.02 ± 0.03 ^a

Los valores están expresados en promedio ± DE (n=3). Letras diferentes en la misma fila representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones.

3.2 Propiedades físicas

Los resultados de las propiedades físicas se muestran en la tabla 4. El índice de estabilidad 0.62 a 0.68, se evidencian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre formulaciones. En este tipo de bebidas instantáneas es importante medirlo para saber su comportamiento en disolución para su consumo, según Achour (2006) quien desarrolló el método para cuantificar el índice de estabilidad estableciendo valores de 0 a 1, como referencia la estabilidad de una leche comercial es igual a 1 (Zang *et al.* 2023).

La humectabilidad de las formulaciones en un rango de 71.26 a 91.32 segundos, siendo el F1 con menor el tiempo, se evidencian diferencias significativas entre ellas, esto puede ser explicado por la presencia mayoritaria de cacao que esta más pulverizado y tiene una mejor humectabilidad (s), es decir se disuelve más rápidamente (Fournaise *et al.* 2021). Por ejemplo en el café instantáneo molido en polvo su tiempo de humectabilidad es de 52s (Hogekamp & Schubert, 2003). Por último, otra propiedad instantánea evaluada fue la dispersibilidad (%), en donde el rango fue de 6.54 a 7.96%, siendo el F1 con el menor valor y el F4 con el valor mayor, se evidenciaron las diferencias significativas entre formulaciones. La cocoa pura en polvo tiene valores menos de 6.6% (Hardiyanto *et al.* 2021), esto se debe a que los tamaños de partículas pequeños disminuye las propiedades instantáneas (humectabilidad y dispersibilidad) (Freudig *et al.* 1999). La dispersión de un polvo instantáneo en agua es definida como

dispersibilidad (%), se logra mediante dos procesos clave que ocurren en simultáneo: la desintegración de los aglomerados y la ruptura de las partículas en otras más finas (Fang *et al.* 2011).. Esta doble acción no solo reduce el tamaño de partícula, sino que también genera una mayor superficie específica, facilitando así que el sólido se integre con el agua (Mimouni *et al.* 2010).

Tabla 4: Propiedades físicas de las formulaciones

Parámetros	Formulaciones			
	F 1	F2	F3	F4
Índice de estabilidad	0.62 ± 0.01 ^b	0.63 ± 0.01 ^{ab}	0.64 ± 0.04 ^{ab}	0.68 ± 0.01 ^a
Humectabilidad (s)	71.26 ± 0.85 ^d	77.35 ± 0.74 ^c	84.26 ± 0.73 ^b	91.32 ± 0.72 ^a
Dispersibilidad (%)	6.54 ± 0.21 ^c	7.39 ± 0.13 ^b	7.65 ± 0.23 ^{ab}	7.96 ± 0.03 ^a

Los valores están expresados en promedio ± DE (n=3). Letras diferentes en la misma fila representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones.

3.3 Fenoles totales y Capacidad antioxidante por ATBS

Los resultados se muestran en la tabla 5, donde se observan diferencias entre las formulaciones del contenido de fenoles totales, siendo el F4 la formulación con mayor contenido (48.42 mgAGE/g) y capacidad antioxidante (20.08 mmolTE/100g), la cual tiene el 20% de *S.luteus* en la formulación, el cual es el ingrediente con mayor presencia de compuestos bioactivos, seguido por el tarwi con 20% también. Se ha realizado una búsqueda de productos similares de bebidas en polvo con esta especie de hongos, sin embargo, existe una escasez, los resultados se compararán de estudios previos utilizados como ingrediente la misma especie, tal como Aytar *et al.* (2020) que determinaron los fenoles totales en dos tipos de extractos etanólicos y metanólicos en muestras de *S. Luteus* provenientes de Turquía, siendo los resultados de 49.33 y 153 mgAGE/g, mientras que la capacidad antioxidante fue determinada por el método de DPPH, obteniendo un resultado de 63.72 y 80.72 IC₅₀ (µg/mL) en extracto metanólico y etanólico, respectivamente. De la misma manera el estudio efectuado por Jaworska *et al.* (2014) caracterizando los compuestos bioactivos para muestras de la especie *S. Luteus* provenientes de Polonia, para fenoles totales en muestras frescas reportaron valores de 8.16g AGE/Kg y de capacidad

antioxidante por ABTS fue de 7.78 mmolTE/Kg y 3.48 mmolTE/Kg por método de DPPH. Sin duda valores similares a lo determinados en este estudio. Así también otro estudio realizado por Pereira *et al.* (2012) con la especie *Suillus variegatus* provenientes de Portugal determinaron valores de 58.14 mgAGE/g y 0.86mg/ml por DPPH.

Otros estudios realizados con bebidas con otras especies de hongos se detallan como el realizado por Mongkontanawat y Phuangborisut (2019) que determinaron fenoles totales similares a lo reportado en este estudio, obteniendo la mayor concentración en el tratamiento 7 (*S.commune: P. ostreatus: P. Sajor-caju*, 33.3:33.3:33.3) con 0.32 mg AGE/ml y la capacidad antioxidante por el método de DPPH, en donde la más alta concentración fue del tratamiento 1 (*S.commune: P. ostreatus: P. Sajor-caju*, 60:20:20), con 89.42 mg/ml.

Yulianti y Shih (2024) determinaron en bebida con moras y *Tremella fuciformis* fenoles totales, informaron el contenido de la *Tremella fuciformis* que fue de 6.94 mg AGE/g y capacidad antioxidante DPPH en un rango de 54.10 a 65.01%.

Los compuestos bioactivos de los hongos comestibles sometidos a tratamiento térmico disminuyen en el contenido de fenoles en un rango 46-61% y de flavonoides en un rango de 77-81% (Kalogeropoulos *et al.* 2007).

Los compuestos fenólicos reportados en la especie *S. luteus* por Jaworska *et al.* (2014) fueron glucurónidos del ácido cafeico y ácido cafeico. En especies de *Suillus collinitus* y *Suillus mediterraneensis* donde se reportaron compuestos como el ácido protocatéquico, el ácido p-hidroxibenzoico y el ácido cinámico (Vaz *et al.* 2011). En *S. granulatus* encontró ácido p-hydroxibenzoico (Ribeiro *et al.* 2008). Estos compuestos fenólicos desempeñan un papel fundamental en la biosíntesis de la lignina, la resistencia a las enfermedades y la regulación del crecimiento (Zhou *et al.* 2023, Sova *et al.* 2020).

Tabla 5: Fenoles totales y Capacidad antioxidante

Formula ción	FT (mg AGE/g)	ABTS (mmol TE/100g)
F1	33.63 ± 0.02 ^d	17.84 ± 0.22 ^c
F2	40.96 ± 0.03 ^c	19.34 ± 0.51 ^{ab}
F3	41.09 ± 0.05 ^b	18.18 ± 0.61 ^{bc}
F4	48.42 ± 0.02 ^a	20.08 ± 0.36 ^a

Los valores están expresados en promedio \pm DE (n=3). Letras diferentes en la misma columna representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones.

4. CONCLUSIÓN

La formulación con mejores propiedades nutricionales fue la F4 que contiene 20% de hongos comestibles, 15% de maca, 20% de cacao y 20% de tarwi, resultaron con un efecto sinérgico en el contenido de proteína con un $19.34 \pm 0.35\%$ y también en los carbohidratos con $59.29 \pm 0.80\%$ que son bajo índice glucémico por su alto contenido de *S. luteus* y la calidad de sus compuestos NDO con propiedades anti patogénicas y prebióticas. Se logró formular una bebida en polvo instantánea con propiedades fisicoquímicas que demostraron ser de fácil preparación, además de ser bajo en azúcares. Por otro lado, su composición de fenoles totales y capacidad antioxidante el alto en la F4, con características nutraceuticas por su composición principalmente proveniente del *S. luteus*. De esta manera, se demostró que la aplicación de una especie de hongos comestibles poco estudiada en Perú como es el *Suillus luteus* es posible y además de resultados prometedores para la producción de otros productos alimenticios, se demostró su buena sinergia al ser combinados con otros alimentos cultivados en Perú como el tarwi y maca para potenciar sus propiedades nutraceuticas. Se desarrolló una novedosa alternativa de consumo para los hongos comestibles escasamente consumidos a nivel mundial, a pesar de poseer propiedades antiinflamatorias, terapéuticas y con beneficios para la salud que sin duda se recomienda un consumo frecuente en la dieta.

5. REFERENCIAS

- Achour, M. (2006). A new method to assess the quality degradation of food products during storage. *Journal of Food Engineering*, 75(4), 560-564. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.056>.
- Adebayo, EA., Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Escudero, H., Meneses, M., Avila-Nava, A., Castillo, I., Bonilla, M. (2017). Comparative study of antioxidant and antibacterial properties of the edible mushrooms *Pleurotus levis*, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* and *P. tuber-regium*. *Int J Food Sci Technol* 53:1316-1330. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13712>.

- Agerer, R., (2001). Exploration types of *ectomycorrhizae*. *Mycorrhiza* 11, 107-114. [http:// dx.doi.org/10.1007/s005720100108](http://dx.doi.org/10.1007/s005720100108).
- Alarcón Y. D. E. A., Aparicio, V. M. P., & Gonzales, G. F. (2021). The antioxidant effect of Peruvian maca (*Lepidium meyenii*). In *Toxicology* (pp. 519-525). Academic Press. Pages 519-525, ISBN 9780128190920.
- Antunes, F.; Marçal, S.; Taofiq, O.; Morais, A.M.M.B.; Freitas, A.C.; Ferreira, I.C.F.R.; Pintado, M. (2020). Valorization of mushroom by-products as a source of value-added compounds and potential applications. *Molecules*, 25, 2672. <https://doi.org/10.3390/molecules25112672>.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*, eighteenth ed. AOAC International, Gaithersburg.
- Ariza-Ortega, J. A., García, E. A., & Rodríguez-Meléndez, C. T. (2021). Proximal chemical evaluation, antioxidant content and fatty acids in fermented and dried cocoa beans, roasted cocoa beans and cocoa pulp bar (*Theobroma cacao* L. *Criollo* cultivar). *Rev. chil. nutr*, 500-506. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182021000400500>.
- Asadpoor, M.; Ithakisiou, G.N.; Henricks, P.A.; Pieters, R.; Folkerts, G.; Braber, S. (2021). Non-digestible oligosaccharides and short chain fatty acids as therapeutic targets against enterotoxin-producing bacteria and their toxins. *Toxins*, 13, 175. <https://doi.org/10.3390/toxins13030175>.
- Ayaz, F. A., Chuang, L. T., Torun, H., Colak, A., Seslin, E., Presley, J., et al. (2011). Fatty acid and amino acid compositions of selected wild-edible mushrooms consumed in Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62, 328-335. <https://doi.org/10.33483/jfpau.707014>
- Aytar, E. C., Akata, İ., & Açık, L. (2020). Antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activity of *Suillus luteus* (L.) Roussel extracts. *Journal of Faculty Of Pharmacy Of Ankara University*, 44(3), 373-387. <https://doi.org/10.33483/jfpau.707014>.
- Badalyan SM, Barkhudaryan A, Rapior S (2021) The Cardioprotective Properties of *Agaricomycetes* Mushrooms Growing in the Territory of Armenia (Review). *Int J Med Mushrooms* 23:21-31. ISSN: 1940-4344.
- Bernal-Mercado, A. T., Rodríguez-Félix, F., Barreras-Urbina, C. G., Madera-Santana, T. J., Ozuna-Valencia, K. H., Moreno-Vásquez, M. J., ... & Tapia-

- Hernández, J. A. (2023). Shiitake (*Lentinula edodes*). In Mushrooms (pp. 214-238). CRC Press.
- Chen, C.; Han, Y.; Li, S.; Wang, R.; Tao, C. (2021). Nutritional, antioxidant, and quality characteristics of novel cookies enriched with mushroom (*Cordyceps militaris*) flour. *CYTA J. Food.* 19, 137-145. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1864021>.
- Chen, S., Oh, S. R., Phung, S., Hur, G., Ye, J. J., Kwok, S. L., et al. (2006). Anti-aromatase activity of phytochemicals in white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Cancer Research*, 66, 12026-12034. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-06-2206>.
- Chen, S. Y., Tseng, J., Wu, C. R., & Lin, S. D. (2023). Quality Evaluation of Shiitake Blanched and Centrifuged Broths as Functional Instant Drinks. *Foods*, 12(15), 2925. <https://doi.org/10.3390/foods12152925>.
- Dag, D.; Singh, R.K.; Kong, F. (2022). Developments in Radio Frequency Pasteurization of Food Powders. *Food Rev. Int.* 38,1197-1214. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1775641>.
- Desisa, B.; Muleta, D.; Jida, M.; Dejene, T.; Goshu, A.; Negi, T.; Martin-Pinto, P. (2024). Improvement of nutritional composition of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) using formulated substrates of plant and animal origins. *Future Foods*. 9. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100302>.
- Drewnowska, M., Falandysz, J., Chudzińska, M., Hanć, A., Saba, M., Barałkiewicz, D., (2017a). Leaching of arsenic and sixteen metallic elements from *Amanita fulva* mushrooms after food processing. *LWT Food Sci. Technol.* 84, 861-866. <http://dx.doi.org/10.1016/J.LWT.2017.04.066>.
- Drewnowska, M., Hanć, A., Barałkiewicz, D., Falandysz, J., (2017b). Pickling of chanterelle *Cantharellus cibarius* mushrooms highly reduce cadmium contamination. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 24, 21733-21738. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9819-2>.
- Fang Y., Y. Selomulya Y., Ainsworth S., Palmer M., Chen X.D., (2011). On quantifying the dissolution behaviour of milk protein concentrate, *Food Hydrocoll.* 25: 503-510, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.07.030>.
- Fang, C., Wang, Q., Liu, X. and Xu, G. (2017). Metabolic profiling analysis of *Siraitia grosvenorii* revealed different characteristics of green fruit and

- saccharified yellow fruit. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 145:158-168. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.06.046>.
- Fang, D.; Wang, D.; Ma, G.; Ji, Y.; Zheng, H.; Chen, H.; Zhao, M.; Hu, Q.; Zhao, L. (2021). *Auricularia polytricha* noodles prevent hyperlipemia and modulate gut microbiota in high-fat diet fed mice. *Food Sci. Hum. Wellness*. 10, 431-441. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.04.005>.
- Farzana, T., Mohajan, S., Hossain, M. N., & Ahmed, M. M. (2017). Formulation of a Protein and Fibre Enriched Soy-Mushroom Health Drink Powder Compared to Locally Available Health Drink Powders. *Malaysian Journal of Nutrition*, 23(1). ISSN: 1394-035X.
- Fournaise, T., Petit, J., & Gaiani, C. (2021). Main powder physicochemical characteristics influencing their reconstitution behavior. *Powder Technology*, 383, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.01.056>.
- Freudig, B., Hogeckamp, S., Schubert H. (1999). Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 38 (1999) 525-532, [https://doi.org/10.1016/S0255-2701\(99\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0255-2701(99)00049-5).
- García-Pacheco, Y. E., Cabrera, D., Díaz, J. A., & Parra, S. J. (2021). Caracterización de un polvo instantáneo con fibra de yuca (*Manihot esculenta* C.) para preparación de una bebida láctea enriquecida. *Prospectiva* (1692-8261). 19 (1). p68. <https://doi.org/10.15665/rp.v19i1.2344>.
- Global News Wire. (2020, 27 de Abril). Global Mushroom Cultivation Industry (2020 to 2025) - Economic Viability of Mushroom Cultivation and Trade by Developing Countries Presents Opportunities. <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/27/2022477/0/en/Global-Mushroom%20cultivation-Industry-2020-to-2025-Economic-Viability-of-Mushroom-Cultivation-and-Trade-by-Developing-Countries-Presents-Opportunities.html>
- Hardiyanto, Y. F., Saputro, A. D., Nurkholisa, Z., Setiyadi, P. A., Bintoro, N., & Kusuma, R. A. (2021). The effect of steaming time and types of cocoa powder on the characteristics of instantized cocoa powder made using batch-type steam jet agglomerator. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 653, No. 1, p. 012089). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/653/1/012089>

- Hogekamp, S., Schubert, H. (2003). Rehydration of food powders, *Food Sci. Technol. Int.* 9, 223-235, <https://doi.org/10.1177/1082013203034938>.
- IDF. (1987). Détermination de la dispersibilité et de la mouillabilité, International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- Jaworska, G., Pogoń, K., Bernaś, E., Skrzypczak, A., & Kapusta, I. (2014). Vitamins, phenolics and antioxidant activity of culinary prepared *Suillus luteus* (L.) Roussel mushroom. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 701-706. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.040>.
- Jedinak, A., Dudhgaonkar, S., Wu, Q. L., Simon, J., & Sliva, D. (2011). Anti-inflammatory activity of edible oyster mushroom is mediated through the inhibition of NF- κ B and AP-1 signaling. *Nutrition journal*, 10(1), 52. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-10-52>.
- Kała, K., Krakowska, A., Sułkowska-Ziaja, K., Szewczyk, A., Reczyński, W., Opoka, W., et al. (2017). Kinetics of extracted bioactive components from mushrooms in artificial digestive juices. *International Journal of Food Properties*, 20, 1796-1817. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1219742>.
- Kalogeropoulos, N., Mylona, A., Chiou, A., Ioannou, M. S., & Andrikopoulos, N. K. (2007). Retention and distribution of natural antioxidants (α -tocopherol, polyphenols and terpenic acids) after shallow frying of vegetables in virgin olive oil. *LWT*, 40(6), <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.07.003>.
- Kim, D-M, Lee, H, Yoo, S-H. (2012). Compositional changes and physical properties of soymilk prepared with pre-soaked-fermented soybean. *J Kor Soc App Bio Chem* 55:121-126. <https://doi.org/10.1007/s13765-012-0021-4>.
- Lie-Piang, A., Leeman, M., Castro, A., Börjesson, E. and Nilsson, L. (2021). Investigating the effect of powder manufacturing and reconstitution on casein micelles using asymmetric flow field-flow fractionation (AF4) and transmission electron microscopy, *Food Res. Int.*, 139, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109939>.
- Lin, S. D., Wu, Y. T., Lo, Y. C., & Mau, J. L. (2017). Quality characteristics of centrifuged broth from blanched *Pleurotus eryngii* and its application as

- instant drink. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13356. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13356>.
- Liu, Q., Sun, L., Ding, Y., & Zhuang, Y. (2023). Chemical composition, health benefits, food processing effects and applications of *Boletus*: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(29), 10812-10834. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2229426>
- Łysakowska, P.; Sobota, A.; Wirkijowska, A. (2023). Medicinal mushrooms: Their bioactive components, nutritional value and application in functional food production—A review. *Molecules*. 28, 5393. <https://doi.org/10.3390/molecules28145393>.
- Miao, J.; Regenstein, J.M.; Qiu, J.; Zhang, J.; Zhang, X.; Li, H.; Zhang, H.; Wang, Z. (2020). Isolation, structural characterization and bioactivities of polysaccharides and its derivatives from *Auricularia* - A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 150, 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.054>.
- MIDAGRI – Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024. 9 de marzo). Agricultoras quintuplicaron sus ingresos con la recolección de hongos comestibles. <https://www.gob.pe/institucion/agroideas/noticias/928086-agricultoras-quintuplicaron-sus-ingresos-con-la-recoleccion-de-hongos-comestibles>
- Mimouni, A., Deeth, H.C., Whittaker, A.K., Gidley, M.J., Bhandari, B.R. (2010). Investigation of the microstructure of milk protein concentrate powders during rehydration: alterations during storage, *J. Dairy Sci.* 93:463-472, <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2369>.
- MINSA – Ministerio de Salud. (2006). R.M. N° 451-2006/MINSA “Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a Base de Granos y otros, destinados a Programas sociales de Alimentación”. Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/251548-451-2006-minsa>.
- Mongkontanawat, N., & Phuangborisut, S. (2019). Product development of mushroom beverage with high β -glucan content from local mushrooms. *International Journal of Agricultural Technology* 15(6):959-974. ISSN 2630-0192.
- Muszyńska, B., Grzywacz-Kisielewska, A., Kała, K., & Gdula-Argasińska, J. (2018). Anti-inflammatory properties of edible mushrooms: A review. *Food*

- Chemistry, 243, 373-381.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.149>.
- Pandey, M.; Satisha, G.C.; Azeez, S.; Kumaran, G.S.; Chandrashekara, C. (2022). Mushrooms for integrated and diversified nutrition. *J. Hortic. Sci.* 17, 6-18. <https://doi.org/10.24154/jhs.v17i1.1193>.
- Pandey, A. K., & Chauhan, O. P. (2019). Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*)-health aspects and food applications. *Pantnagar Journal of Research.* 17 (3). 191-198.
- Paucar-Menacho, L. M., Schmiele, M., Vásquez Guzmán, J. C., Rodrigues, S. M., Simpalo-Lopez, W. D., Castillo-Martínez, W. E., & Martínez- Villaluenga, C. (2024). Smart pasta design: Tailoring formulations for technological excellence with sprouted quinoa and kiwicha grains. *Foods*, 13(2), 353. <https://doi.org/10.3390/foods13020353>
- Pereira, E., Barros, L., Martins, A., & Ferreira, I. C. (2012). Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats. *Food Chemistry*, 130(2), 394-403. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.057>.
- Pilco-Quesada, S., Tian, Y., Yang, B., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Suomela, J. P. (2020). Effects of germination and kilning on the phenolic compounds and nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 94,102996. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102996>.
- Qiu, Y.; Lin, G.; Liu, W.; Zhang, F.; Linhardt, R.J.; Wang, X.; Zhang, A. (2024). Bioactive compounds in *Hericium erinaceus* and their biological properties: A review. *Food Sci. Hum. Wellness.* 13, 1825-1844. <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250152>.
- Rahman, MA., Rahman, MS., Bashir, NM., Mia, R., Hossain, A., Saha SK., Kakon, AJ., Sarker, NC. (2021) Rationalization of mushroom-based preventive and therapeutic approaches to COVID-19: Review. *Int J Med Mushrooms* 23:1-11. <http://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2021038285>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation

- decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(9-10): 1231-1237. [http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ribeiro, B., Lopes, R., Andrade, P. B., Seabra, R. M., Goncalves, R. F., Baptista, P., Quelhas, I., Valentão, P. (2008). Comparative study of phytochemicals and antioxidant potential of wild edible mushroom caps and stipes. *Food Chemistry*, 110, 47e56. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.054>.
- Rudawska, M., Leski, T., (2005). Trace elements in fruiting bodies of ectomycorrhizal fungi growing in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Poland. *Sci. Total Environ.* 339, 103-115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.08.002>.
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, 11(9), 1693. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091693>.
- Shittu, T. A., & Lawal, M. O. (2007). Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. *Food chemistry*, 100(1), 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.013>
- Singh, A., Saini, R. K., Kumar, A., Chawla, P., & Kaushik, R. (2025). Mushrooms as Nutritional Powerhouses: A Review of Their Bioactive Compounds, Health Benefits, and Value-Added Products. *Foods*, 14(5), 741. <https://doi.org/10.3390/foods14050741>.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with Phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Sławińska, A.; Sołowiej, B.G.; Radzki, W.; Fornal, E. (2022). Wheat Bread Supplemented with *Agaricus bisporus* Powder: Effect on Bioactive Substances Content and Technological Quality. *Foods*. 11, 3786. <https://doi.org/10.3390/foods11233786>.
- Sova, M.; Saso, L. Natural sources, pharmacokinetics, biological activities and health benefits of hydroxycinnamic acids and their metabolites. *Nutrients* 2020, 12, 2190. <https://doi.org/10.3390/nu12082190>.

- Srivastava, A., Attri, B., & Verma, S. (2019). Development and evaluation of instant soup premix using oyster mushroom powder. *Mushroom Res*, 28(1), 65-69. <https://doi.org/10.36036/MR.28.1.2019.91960>
- Su, Y.; Li, L. (2020). Structural characterization and antioxidant activity of polysaccharide from four auriculariales. *Carbohydr. Polym.* 229, 115407. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115407>.
- Suri, S., Kathuria, D., Mishra, A., & Sharma, R. (2020). Phytochemical composition and pharmacological impact of natural non-calorie sweetener-monk fruit (*Siraitia grosvenorii*): a review. *Nutrition & Food Science*, ahead-of-print(ahead-of-print). doi:10.1108/nfs-09-2020-0350
- Tachabajarong, N.; Rungsardthong, V.; Ruktanonchi, U.; Poodchakarn, S.; Thumthanaruk, B.; Vatanyoopaisarn, S.; Suttisintong, K.; Iempridee, T.; Uttapap, D. (2022). Bioactive compounds and antioxidant activity of Lion's Mane mushroom (*Hericium erinaceus*) from different growth periods. *E3S Web Conf.* 355, 02016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235502016>
- Vaz, J. A., Barros, L., Martins, A., Morais, J. S., Vasconcelos, M. H., & Ferreira, I. C. F. R. (2011). Phenolic profile of seventeen Portuguese wild mushrooms. *LWT*, 44, 343-346. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.029>.
- Yang, S.; Wu, C.; Yan, Q.; Li, X.; Jiang, Z. (2023). Nondigestible functional oligosaccharides: Enzymatic production and food applications for intestinal health. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 14, 297-322. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-052720-114503>.
- Yu, C.; Dong, Q.; Chen, M.; Zhao, R.; Zha, L.; Zhao, Y.; Zhang, M.; Zhang, B.; Ma, A. (2023). The effect of mushroom dietary fiber on the gut microbiota and related health benefits: A review. *J. Fungi*, 9, 1028. <https://doi.org/10.3390/jof9101028>.
- Yulianti, R., & Shih, Y. C. (2024). Mixture Design Approach on Mushroom-Berry Drink Formulation: Optimization Based on Physicochemical Characteristics, Antioxidant Activities and Sensory Properties. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 13(3), 129-134. <https://doi.org/10.22101/JRIFST.2023.384635.1437>.
- Zang, J., Qing, M., Ma, Y., Chi, Y., & Chi, Y. (2023). Shelf-life modeling for whole egg powder: Application of the general stability index and multivariate

- accelerated shelf-life test. *Journal of Food Engineering*, 340, 111313.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111313>
- Zhang C, Li S, Zhang J, Hu C, Che G et al (2016) Antioxidant and hepatoprotective activities of intracellular polysaccharide from *Pleurotus eryngii* SI-04. *Int J Biol Macromol* 91:568-577.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.05.104>
- Zhou, Z.; Liang, S.; Zou, X.; Teng, Y.; Wang, W.; Fu, L. (2023). Determination of Phenolic Acids Using Ultra-High-Performance Liquid Chromatography Coupled with Triple Quadrupole (UHPLC-QqQ) in Fruiting Bodies of *Sanghuangporus baumii* (Pilát) LW Zhou and YC Dai. *Plants*.12, 3565.
<https://doi.org/10.3390/plants12203565>.
- Zocher, A. L., Kraemer, D., Merschel, G., & Bau, M. (2018). Distribution of major and trace elements in the bolete mushroom *Suillus luteus* and the bioavailability of rare earth elements. *Chemical Geology*, 483, 491-500.
<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2018.03.019>.

RESOLUCIÓN N° 0229-2025/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 27 de mayo de 2025

VISTO:

El expediente de **Ariel Gonzales Roudon**, identificado(a) con Código Universitario N° 201210526, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Ariel Gonzales Roudon**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado **Caracterización de un polvo instantáneo a base de hongos comestibles (*Suillus luteus*)** y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 27 de mayo de 2025, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:


Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado **Caracterización de un polvo instantáneo a base de hongos comestibles (*Suillus luteus*)** y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a la **Ph.D. Silvia Pilco Quesada** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por el: **Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe** y la **Mtra. Marita Ada Shirley Diaz de la Vega Huanca** otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc
-Intercedido
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo