



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL METABISULFITO DE SODIO Y ÁCIDO
CÍTRICO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL HONGO *Boletus luteus*
DESHIDRATADO”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

TÚQUERRES PERUGACHI MICHELLE ALEJANDRA

DIRECTOR(A):

Ing. Rosario Del Carmen Espín Valladares. MSc

Ibarra, 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ÁREA: Gestión de la Calidad

OBJETIVO DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO:

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir rural.

6.3. Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

INVESTIGADOR: Túquerres Perugachi Michelle Alejandra

FECHA DE INICIACIÓN: Una vez aprobado el anteproyecto

DURACIÓN: 10 meses

LUGAR DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN:

Provincia: Pichincha

Cantón: Cayambe

Parroquia: Olmedo

Lugar: Comunidad de Pesillo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL METABISULFITO DE SODIO Y
ÁCIDO CÍTRICO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL HONGO
Boletus luteus DESHIDRATADO”

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

APROBADA

Ing. Rosario Espín. MSc.

DIRECTORA DE TESIS



FIRMA

Ing. Marco Lara. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Juan De La Vega. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004488373		
APELLIDOS Y NOMBRE:	Túquerres Perugachi Michelle Alejandra		
DIRECCIÓN:	Otavalo – Urbanización Miravalle (Ciprés y Nogales)		
E-MAIL:	matuquerresp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	X	TELÉFONO MÓVIL	0986268771

DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL METABISULFITO DE SODIO Y ÁCIDO CÍTRICO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL HONGO <i>Boletus luteus</i> DESHIDRATADO”		
AUTORES (ES):	Túquerres Perugachi Michelle Alejandra		
FECHA:	19 de mayo del 2022		
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO			
PROGRAMA		X	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Rosario Espín. MSc		

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a los 27 días del mes de mayo del 2022

AUTOR(A)



TÚQUERRES PERUGACHI MICHELLE ALEJANDRA

CC: 1004488373

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Túquerres Perugachi Michelle Alejandra, bajo mi supervisión.



Ing. Rosario Espín. MSc

DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis, y todo este largo trayecto de mi vida a Dios por darme siempre la bendición de lograr las metas propuestas, darme la fuerza, la inteligencia y salud en todo momento que lo he necesitado, sobre todo dedico este gran esfuerzo y entrega que fue hecho con mucho amor, cariño y respeto para mi familia, principalmente a mi madre María quien es una mujer que me ha demostrado valentía, perseverancia, inteligencia, quien a pesar de todo siempre ha hecho lo mejor y ha dado todo su esfuerzo por darme este hermoso regalo que es mi profesión, también agradezco a mi padre Luis, mis tres hermanitas en primer lugar a Estefanía que ha sido mi ejemplo a seguir, mi fortaleza, la que me ha enseñado a no desmayar a luchar por mi sueño y quien me ha colaborado en muchas ocasiones, a mis hermanitas Sisa, Ñusta quienes en los momentos duros o de tristeza siempre han estado con una sonrisa un abrazo lo cual me ha motivado a seguir, a mi abuelita Carmen y a mi novio Brayan Farinango que ha estado incondicionalmente siempre que lo he necesitado incluso aún sin decirlo, por haberme escuchado cuando sentía que no podía avanzar, gracias por su apoyo incondicional y verdadero por decirme siempre que soy la mejor, a todos ellos doy las gracias porque son mi razón de ser, de luchar, quienes son un gran ejemplo de vida, de unión, amor y responsabilidad siendo así la base fundamental en mi existir.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco enormemente a Dios por su gran bondad, sabiduría, salud brindada a lo largo de todo este trayecto formativo, a mi familia que día a día se ha esforzado mucho por apoyarme en este proceso de formación, por darme mi tiempo, mi espacio, sin que me falta nada a mi disposición, especialmente a mi madre María por su enorme sacrificio, apoyo y darme lo necesario para culminar mi sueño.

Por otro lado, quiero agradecer a mi novio Brayan que ha estado incondicionalmente siempre que lo he necesitado incluso aún sin decirlo, por haberme escuchado, cuando sentía que no podía avanzar, por darme palabras de aliento y sobre todo por siempre creer en mis conocimientos gracias por su apoyo incondicional y verdadero.

Finalmente agradezco a mi directora de Tesis Ing. Rosario Espín, a mis amigas Tamara, Huaita, Elsa por haber compartido conmigo este trayecto universitario en donde se compartieron risas, momentos tan hermosos, tristezas, desveladas, etc. Que sin duda alguna fueron los mejores momentos de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.4.1. Hipótesis Alternativa (Ha)	3
1.4.2. Hipótesis Nula (Ho)	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Hongos	4
2.1.1. Generalidades	4
2.2. Hongo comestible del género <i>Boletus luteus</i>	5
2.3. Valor nutricional	6
2.3.1. Valor nutricional del hongo <i>Boletus luteus</i> deshidratado.....	6
2.3.2. Análisis físico químico del hongo <i>Boletus Luteus</i>	7
2.3.3. Callampa de pino, <i>Boletus Luteus</i> o <i>Suillus Luteus</i>	8

2.3.4 Características organolépticas del hongo <i>Boletus luteus</i>	10
2.4 Características macroscópicas.....	10
2.4.1. Hábitat y distribución	11
2.5. Capacidad Antioxidante.....	12
2.6. Vitaminas del complejo (B) en <i>Boletus luteus</i>	12
2.6.1 Vitamina B6 (Piridoxina)	13
2.7. Minerales.....	14
2.8. Proteína.....	14
2.9. Lípidos.....	14
2.10. Humedad	15
2.11. Contenido de humedad.....	15
2.12. Secado	16
2.13. Tipos de secadores en la industria alimentaría.....	17
2.14. Métodos de secado	17
2.14.1. Método adiabático	18
2.14.2. Método no adiabático	18
2.15. Velocidad de aire.....	18
2.16. Deshidratación.....	18
2.17. Distintas temperaturas, tiempos y pretratamientos	19
2.18. Método de deshidratación en hongos comestibles	20
2.18.1. Secador artificial (Deshidratador)	20
2.19. Pretratamientos previos al secado	20
2.19.1. Sulfitado.....	20
2.19.2. Acidificado (ácido cítrico, ácido ascórbico).....	21
2.19.3. Solución de metabisulfito de sodio o potasio para hongos comestibles.....	21

2.19.4. Criterio de calidad para el hongo deshidratado	22
2.19.5. Dosis máxima permitida CODEX	22
2.20. Almacenamiento de productos deshidratados	23
2.21. Diámetro del hongo <i>Boletus luteus</i>	24
2.22. Densidad.....	25
2.23. Volumen de cuerpos sólidos	26
2.24. Color del hongo <i>Boletus luteus</i>	26
2.25. El color en los alimentos (criterio de calidad medible).....	28
2.26. Dos técnicas principales para la medición del color	29
2.26.1. La Colorimetría.....	29
2.26.2. La espectrofotometría	30
2.27. Tabla de Munsell.....	30
2.27.1 Tono.....	30
2.27.2 Luminosidad	31
2.27.3 Croma	32
CAPÍTULO III.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Caracterización del Área de Estudio	33
3.1.1. Ubicación del Área Para la Recolección de la Materia Prima <i>Boletus luteus</i>	33
3.1.2. Ubicación del Área Donde se Realizó la Deshidratación de la Materia Prima <i>Boletus luteus</i>	34
3.2. Materiales y equipos.....	34
3.2.1. Materia Prima	34
3.2.2. Equipos de laboratorio.....	35
3.2.3. Materiales de laboratorio	35

3.2.4. Sustancias y reactivos	35
3.3 Especificaciones del Deshidratador	35
3.4. Metodología	35
3.4.1. Caracterización mediante análisis físico-químico la materia prima.	35
3.4.2. Evaluación del efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre el contenido de la capacidad antioxidante en el producto deshidratado.	42
3.5. Proceso de obtención del deshidratado del hongo <i>Boletus luteus</i>	45
3.5.1. Descripción del proceso de obtención de la deshidratación del hongo <i>Boletus luteus</i>	46
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1. Caracterización mediante análisis físico-químico la materia prima <i>Boletus luteus</i>	54
4.1.1. Promedio del color de la cutícula y esponja del hongo <i>Boletus luteus</i>	54
4.1.2. Utilización de Tabla Munsell.	56
4.2. Determinación del diámetro del hongo <i>Boletus luteus</i>	58
4.3. Evaluación el efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre el contenido de la capacidad antioxidante en el producto deshidratado.	58
4.3.1. Análisis de varianza (ADEVA).	61
4.4. Estimación del costo de producción del hongo deshidratado	64
CAPÍTULO V	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones.....	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	82

ANEXO 1: CERTIFICADO POR PARTE DE LA EMPRESA HIWA EN DONDE SE REALIZÓ LA PARTE EXPERIMENTAL	82
ANEXO 2: AUTORIZACIÓN DE LA ASOCIACIÓN URCUSISA CON LA CUAL SE TRABAJÓ EN LA INVESTIGACIÓN	83
ANEXO 3: ANÁLISIS REALIZADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD INIAP	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	6
<i>Valor Nutricional del Hongo "Boletus luteus" Deshidratado.</i>	6
Tabla 2.	7
<i>Análisis físico químico del hongo "Boletus luteus" fresco.</i>	7
Tabla 3.	8
<i>Análisis Físico Químico del Hongo "Boletus luteus" Seco.</i>	8
Tabla 4.	8
<i>Cuadro de componentes relevantes que posee el hongo Boletus luteus.</i>	8
Tabla 5	10
<i>Taxonomía del hongo "Boletus luteus".</i>	10
Tabla 6.	19
<i>Autores que han deshidratado diferentes tipos de hongos en diferentes condiciones.</i>	19
Tabla 7.	33
<i>Características del lugar donde se realizó la recolección de la materia prima Boletus luteus. ..</i>	33
Tabla 8.	34
<i>Características del lugar donde se realizó la deshidratación del hongo Boletus luteus.</i>	34
Tabla 9.	36
<i>Cuadro de componentes relevantes del hongo Boletus luteus.</i>	36
Tabla 10.	40
<i>Sistemas que componen el selector de código de color (Site24x7).</i>	40
Tabla 11.	43
<i>Factor (A) Dosis de metabisulfito de sodio (mg/l H₂O).</i>	43
Tabla 12.	43
<i>Factor (B) Dosis de ácido cítrico (g/L H₂O).</i>	43
Tabla 13.	44
<i>Tratamientos de estudio con sus respectivas combinaciones.</i>	44
Tabla 14.	45
<i>Detalle del número de unidades experimentales.</i>	45
Tabla 15.	59
<i>Resultados obtenidos de la capacidad antioxidante en cada uno de los tratamientos en el hongo Boletus luteus.</i>	59

Tabla 16.	60
<i>Resumen de promedio de la capacidad antioxidante utilizando mayores y menores concentraciones de Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.</i>	<i>60</i>
Tabla 17.	61
<i>Autores que utilizaron pretratamientos antes de deshidratar la Materia Prima.</i>	<i>61</i>
Tabla 18.	62
<i>Resultados del Análisis de Varianza.....</i>	<i>62</i>
Tabla 19.	63
<i>Análisis de factores por separado.....</i>	<i>63</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	5
<i>Hongo comestible Boletus luteus.</i>	5
Figura 2.	17
<i>Tipos de secadores utilizados en la Industria Alimentaria.</i>	17
Figura 3.	26
<i>Medición de la Densidad de un Cuerpo Sólido.</i>	26
Figura 4.	31
<i>Identificación del matiz en la tabla de Munsell que se encuentra en la parte superior izquierda de la hoja (5YR).</i>	31
Figura 5.	31
<i>Representación de la luminosidad del color.</i>	31
Figura 6.	32
<i>Representación de la saturación del color.</i>	32
Figura 7.	38
<i>Pesaje del hongo "Boletus luteus".</i>	38
Figura 8.	38
<i>Medición del volumen del hongo "Boletus luteus".</i>	38
Figura 9.	39
<i>Calibrador o pie de Rey.</i>	39
Figura 10.	40
<i>Medición del diámetro del hongo "Boletus luteus".</i>	40
Figura 11.	41
<i>Sistema RGB desde cero, indicando el color negro.</i>	41
Figura 12.	41
<i>Matiz, saturación, luminosidad con sus valores máximos, dando como resultado el color blanco.</i>	41
Figura 13.	46
<i>Diagrama del proceso de Deshidratación del hongo Boletus luteus.</i>	46
Figura 14.	46
<i>Recolección del hongo Boletus luteus.</i>	46
Figura 15.	47

<i>Selección de la Materia Prima Boletus luteus.</i>	47
Figura 16.	47
<i>Lavado de la cutícula del hongo Boletus luteus.</i>	47
Figura 17.	48
<i>Pelado de la cutícula una vez cortado el tallo del hongo Boletus luteus.</i>	48
Figura 18.	48
<i>Corte del cuerpo del hongo en fajas de 1 cm.</i>	48
Figura 19.	48
<i>Pesaje de 1 kg de Materia prima previamente pelado y cortado en fajas de 1 cm.</i>	48
Figura 20.	49
<i>Peso de miligramos de Metabisulfito de sodio y posteriores gramos de Ácido cítrico.</i>	49
Figura 21.	49
<i>Dilución del Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico en un litro de agua por separado para su posterior mezcla.</i>	49
Figura 22.	50
<i>Mezcla de las dos soluciones hechas tanto del Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.</i>	50
Figura 23.	50
<i>Inmersión de la materia prima Boletus luteus en la solución que contiene el pretratamiento.</i> ...	50
Figura 24.	51
<i>Goteo de 10 min del cuerpo del hongo, después del pretratamiento.</i>	51
Figura 25.	51
<i>Introducción de las bandejas en el deshidratador.</i>	51
Figura 26.	52
<i>Pesaje de los 100 gramos de hongo Boletus luteus deshidratado.</i>	52
Figura 27.	52
<i>Empacado y posterior sellado del hongo deshidratado.</i>	52
Figura 28.	54
<i>Promedio del color para la cutícula del hongo Boletus luteus</i>	54
Figura 29.	55
<i>Promedio del color amarillo para la esponja del hongo Boletus luteus</i>	55
Figura 30.	56
<i>Color marrón rojizo para el color de la cutícula del hongo Boletus luteus.</i>	56
Figura 31.	57

<i>Color amarillo de la esponja del hongo Boletus luteus buscado mediante la Tabla Munsell.</i>	57
.....	57
Figura 33.	64
<i>Gráfica de la interacción entre factores y testigo.</i>	64
Figura 34.	65
<i>Costo total del hongo deshidratado.</i>	65
Figura 35.	65
<i>Costo variable unitario.</i>	65

RESUMEN

El hongo "*Boletus luteus*" es un hongo comestible que se desarrolla en los bosques de pino, su sabor y características nutritivas son exóticas y registra una capacidad antioxidante referencial de 407 $\mu\text{m Trolox/g}$ (Cano & Romero, 2016). La producción es de tipo estacional, siendo en la época invernal donde se da la producción. El hongo *Boletus luteus* es un alimento muy perecible puesto que tiene un proceso metabólico rápido (Zhang & Kuang, 2018). Esta investigación tiene como propósito la evaluación del efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo "*Boletus luteus*" para su posterior deshidratado, con un diseño experimental (DBCA A*B + 1). Los factores empleados para el pretratamiento son (100, 200, 300) mg/L H₂O de Metabisulfito de sodio y (2,5,8) g/L H₂O de Ácido cítrico. En donde se observa que los mejores resultados se dan entre la interacción A3 B3 (300 mg/l H₂O Metabisulfito de sodio y 8 g/l H₂O Ácido cítrico). Siendo así 292,78 $\mu\text{m Trolox/g}$; 294,08 $\mu\text{m Trolox/g}$; 293,69 $\mu\text{m Trolox/g}$ para cada bloque experimental. Además, se caracterizó el color para la cosecha del hongo, estipulando el marrón rojizo como estado de madurez, usando para esto la tabla de Munsell. Finalmente se concluye que los aditivos utilizados en el pretratamiento conservan en mayor medida el contenido de la capacidad antioxidante del hongo *Boletus luteus* deshidratado a diferencia del producto sin pretratamiento.

PALABRAS CLAVE: Pretratamiento, metabisulfito de sodio, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The mushroom "Boletus luteus" is an edible mushroom that grows in pine forests, its flavor and nutritional characteristics are exotic and it registers a reference antioxidant capacity of 407 $\mu\text{m Trolox/g}$. (Cano & Romero, 2016). The production is seasonal, being in the winter season where the production occurs. The Boletus luteus mushroom is a very perishable food since it has a fast metabolic process (Zhang & Kuang, 2018). The purpose of this research is to evaluate the effect of sodium metabisulfite and citric acid on the physicochemical properties of the fungus "Boletus luteus" for its subsequent dehydration, with an experimental design (DBCA A*B + 1). The factors used for pretreatment are (100, 200, 300) mg/L H₂O of Sodium Metabisulfite and (2,5,8) g/L H₂O of Citric Acid. Where it is observed that the best results occur between the interaction (A₃ B₃) that is, 300 mg/l H₂O of sodium metabisulfite and 8 g/l H₂O of citric acid, thus being 292.78 $\mu\text{m Trolox/g}$; 294.08 $\mu\text{m Trolox/g}$; 293.69 $\mu\text{m Trolox/g}$ for each experimental block. In addition, the color for the fungus harvest was characterized, stipulating reddish brown as the state of maturity, using the Munsell table for this. Finally, it is concluded that the additives used in the pretreatment preserve to a greater extent the content of the antioxidant capacity of the dehydrated Boletus luteus fungus, unlike the product without pretreatment.

KEY WORDS: Pretreatment, sodium metabisulfite, antioxidant capacity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

En la actualidad a nivel mundial la sociedad se ha visto afectada en cuanto a un estilo de vida poco saludable, consumiendo muchos alimentos que no aportan beneficios en cuanto a la salud, mismos alimentos pueden causar riesgos en el buen funcionamiento del organismo, a este problema y con anterioridad a la mala cultura de consumo de alimentos sanos trae consigo una serie de problemas para la salud (Inecol, 2017).

La salud cada vez se considera más importante, por lo que la existencia de productos y alimentos sanos debe ir en aumento es ahí donde la Agroindustria se encarga de producir alimentos duraderos que sean aptos para el consumo humano a largo plazo, aplicando las diferentes técnicas de conservación.

Es por eso, que el consumo de champiñones en la actualidad es alto, sin embargo, se puede mencionar como aspecto restrictivo el corto tiempo de vida útil, y su vez es considerado un alimento muy delicado en lo referente a su conservación y manipulación después de la cosecha debido a la rápida oxidación (El comercio, 2019).

El hongo es altamente perecedero y solo podría durar de 1 a 3 días a temperatura ambiente, lo que se debe a varios factores, como la estructura epidérmica delgada, la alta tasa de respiración y el alto contenido de humedad (Lyn, Adilah, Khaizura, Jamilah, & Hanani, 2020).

El cultivo de *Boletus Luteus* es un tanto desconocido, debido a la falta de información, difusión y promoción, mientras que en países europeos este cultivo ha llegado a constituir empresas enormes con avances tecnológicos, actualmente el consumidor se enfrenta a una oferta

del 98% de hongos de importación y en Ecuador sólo alcanza el 2% de hongos producidos en el país (Vallejo, Díaz, Morales, Vera, & Cortéz, 2017).

De acuerdo a indagaciones previas, se conoce que la deshidratación de hongos de la especie *Boletus Luteus* se la realiza mediante la utilización de técnicas convencionales y artesanales, sin control de parámetros de proceso, aspecto que minimiza la posibilidad de conservar los componentes más relevantes del hongo.

1.2 Justificación

En la actualidad la producción de los hongos comestibles cultivados se encuentra alrededor de los 6.2 millones de toneladas, es decir que la tasa de incremento de la producción anual es del 11% y esto se debe al interés de la población en el consumo de estos hongos comestibles ya sea por su sabor como por sus propiedades medicinales y nutritivas, por esta razón se dice que existe un alza en la demanda de productos derivados de hongos comestibles (Cano & Romero, 2016).

El champiñón y las setas son alimentos con propiedades nutricionales muy apreciadas puesto que cuentan con un aporte calórico bajo, esto se debe a su gran contenido de agua que está entre el 80% y 90%, contiene entre 26-35 kcal por cada 100 gramos lo que representa una buena fuente de proteínas con una composición en aminoácidos parecida a la proteína animal que, a la vegetal, siendo así el complemento ideal para personas que consumen dietas vegetarianas. Su alto contenido en fibra, bajo aporte grasos, alto poder antioxidante son características deseables para una alimentación saludable (Ramos, 2015).

Según (Senado, 2014) comenta que consumir hongos frescos siempre es la mejor opción, pero la gran mayoría de ellos en especial los de cultivos silvestres sólo se pueden recolectar en una o dos estaciones del año, es por eso que una excelente alternativa es el consumo de setas

deshidratadas que se pueden utilizar durante todo el año, y se conservan con facilidad, sin requerimiento de condiciones de frío.

La presente propuesta, pretende estudiar el uso de un pre tratamiento previo al deshidratado con el fin de conservar sus propiedades nutricionales.

1.3. Objetivos

Para el desarrollo de la investigación se llevará a cabo los siguientes objetivos:

1.3.1. *Objetivo General*

Evaluar el efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo *Boletus luteus* para su posterior deshidratado.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- ✓ Caracterizar mediante análisis físico-químico la materia prima *Boletus luteus*.
- ✓ Evaluar el efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre el contenido de la capacidad antioxidante en el producto deshidratado.
- ✓ Estimar el costo de producción del hongo deshidratado.

1.4. Hipótesis

1.4.1. *Hipótesis Alternativa (Ha)*

El metabisulfito de sodio y ácido cítrico influyen sobre las propiedades físico químicas del hongo *Boletus luteus* deshidratado.

1.4.2. *Hipótesis Nula (Ho)*

El metabisulfito de sodio y ácido cítrico no influye sobre las propiedades físico químicas del hongo *Boletus luteus* deshidratado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Hongos

2.1.1. Generalidades

Los hongos comestibles son consumidos por su alto valor nutricional, pero también por su sabor único, están ampliamente distribuidos por todo el mundo con aproximadamente 20.000 especies entre ellos 3000 son comestibles y 200 de ellos son especies silvestres no comestible.

Actualmente, se cultivan varias especies de hongos comestibles con fines comerciales, como *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus geesteranus* y *Lentinus edodes*. Su consumo se está volviendo cada vez más popular dando como resultado un alto valor comercial aumentando la producción y el consumo de hongos en los últimos años (Bin Sun, y otros, 2020).

Además de ser comestibles siendo de uso gourmet, constituyen un recurso forestal no maderable de enorme importancia a nivel internacional para la conservación forestal ya que absorben, movilizan el alimento hacia las plantas de su alrededor ayudando a su desarrollo y mantenimiento, son también una fuente alternativa de ingreso económico y alimenticia para las comunidades locales. Su alto valor económico se encuentra en diversas cocinas europeas como la española, francesa, alemana e italiana, así como en Asia y principalmente en China (Sánchez & Mata, 2012).

El cultivo de los hongos comestibles es un sistema de bioconversión ecológica ya que se alimentan de materia orgánica en descomposición como son las pajas, bagazos, cascarillas y pulpas transformándolo en alimento proteínico, además es una alternativa como abono para los suelos mejorando la calidad de los suelos, muchos países como Asia han desarrollado una tecnología para

la producción y conservación de los hongos comestibles como el champiñón, el Hongo ostra y el Shiitake (Ardón, 2007).

Los hongos silvestres se encuentran comúnmente en la naturaleza y sus condiciones climáticas pueden ser tanto en zona tropical y templada dónde exista humedad, puede desarrollarse en subproductos agrícolas que contiene lignocelulosas como la paja de arroz y otras materias orgánicas complementada con estiércol, incluso el residuo después de la producción se puede utilizar como biogás (Skrobiszewski, Ogorek, Plaskowska, & Gladkowski, 2013).

2.2. Hongo comestible del género *Boletus luteus*

Es una especie de hongo biotecnológico de gran importancia ya que aporta fuentes de proteínas, vitaminas, minerales. Son saprofitos de crecimiento rápido se adaptan fácilmente a su entorno, su crecimiento puede darse en residuos lignocelulósicos como aserrín, cascarilla de arroz, semillas de algodón. En la actualidad está ocupando el tercer lugar junto a *Agaricus Bisporus* y *Lentinula* como lo afirman los autores (Zhang & Kuang, 2018). En la figura 1 se indica el hongo *Boletus luteus*.

Figura 1.

Hongo comestible Boletus luteus.



Nota. Autor (Bissanti, 2019)

Los autores (Lyn, et al., 2020) y (Zhou, et al., 2016) mencionan que *Boletus luteus* es un hongo que contiene una alta capacidad antioxidante, está compuesto de minerales y vitaminas, además tiene propiedades antitumorales y antimicrobianas convirtiéndose en un alimento funcional y utilizado en el desarrollo de fármacos y nutraceuticos.

2.3. Valor nutricional

2.3.1. Valor nutricional del hongo *Boletus luteus* deshidratado

En la siguiente tabla 1 se puede visualizar el valor nutricional que tiene este tipo de hongo comestible de acuerdo a su propio autor o fuente de investigación tal como lo menciona (Negocios Ambientales Productivos-Consultorias SAC, 2020).

Tabla 1.

Valor Nutricional del Hongo "Boletus luteus" Deshidratado.

Vitaminas	Cantidad (mg/100 g)
Vitamina A (Retinol)	162,00
Vitamina B1 (Tiamina)	0,62
Vitamina B2 (Riboflavina)	2,71
Vitamina B3 (Niacina)	134,50
Vitamina B6 (Piridoxina)	495,00
Vitamina B12	1,97
Vitamina C (Ácido Ascórbico)	10,91
Minerales	Cantidad (mg/100 g)
Fósforo	578,52
Potasio	2,635.86
Calcio	116,37
Zinc	101,8
Hierro	131,07

Antioxidantes/Ácidos grasos naturales	Cantidad (g/100 g)
Ácido Mirístico	0,01
Ácido Esteárico	-
Ácido Pentadecanoico	-
Omega 6 (Ácido Linoleico)	-
Omega 9 (Ácido Oleico)	-
Proteína	Cantidad (g/100 g) (N*6,25)
Proteína	25,02

Nota. Tabla Adoptada de sitio web (Negocios Ambientales Productivos-Consultorias SAC, 2020).

2.3.2. Análisis físico químico del hongo *Boletus Luteus*

En base a información bibliográfica investigada se indica a continuación en las tablas 2, 3 y 4 los análisis realizados en el hongo *Boletus luteus*.

Tabla 2.

Análisis físico químico del hongo "Boletus luteus" fresco.

Detalle	Cantidad (%)
Cenizas	0,65
Humedad	89
Proteína cruda	1,10
Carbohidratos	6,28

Nota. Adaptada de documento de sitio web (Velasco & Ponce de León, 2019).

Tabla 3.

Análisis Físico Químico del Hongo "Boletus luteus" Seco.

Detalle	Cantidad (%)
Ceniza	6,10
Proteína	20,32
Carbohidrato	58,56

Nota. Tabla adaptada de documento de sitio web (Vera, Alcántara, 2019).

Tabla 4.

Cuadro de componentes relevantes que posee el hongo Boletus luteus.

Componentes	Unidades	Resultados	Método de ensayo
Proteína	%	6,9	KJELDAHL
Vitamina A	UI/100 g	< 0,2	HPLC
Vitamina B	mg/100g	0,14	HPLC
Vitamina C	mg/100g	< 3	HPLC
Humedad	%	89	Gravimétrico de la estufa
Capacidad antioxidante	µm Trolox/g	352,27	ABTS

Nota. Información bibliográfica de (Velasco López & Ponce de León, 2019).

2.3.3. Callampa de pino, *Boletus Luteus* o *Suillus Luteus*

El hongo *Boletus luteus* posee un alto valor gastronómico y es considerado uno de los hongos con un intenso sabor dulce y afrutado, su carne es esponjosa y amarillenta con una textura

consiente y agradable, este tipo de hongo prolifera en bosques húmedos como de Pino, Castaños, Avellanos y Eucaliptus y sus fructificaciones se pueden encontrar a finales de otoño y principios de invierno dependiendo de las condiciones climáticas (Atlas export, 2020).

Además (Atlas export, 2020) menciona que este tipo de hongo tiene un alto contenido de minerales esenciales y es una buena fuente de potasio, fósforo, selenio, vitamina B2 y B3, lo que lo convierte en un hongo comestible con amplios beneficios para la salud cardiovascular, además de antioxidante y delicioso.

A continuación, se detalla ciertas características del hongo *Boletus luteus*:

- ✓ Nombre del producto: Hongos Boletus Luteus deshidratados
- ✓ Nombres comunes: Hongos de Pino, Callampas, Boletito anillado, babosilla o Fungi
- ✓ Nombre científico: *Suillus Luteus*, *Boletus Luteus*
- ✓ Cultivo: Silvestre
- ✓ Deshidratado: Al sol y en hornos, según fecha de cosecha
- ✓ Fecha de Cosecha: Abril – Mayo / Septiembre – Octubre
- ✓ Proceso de Cosecha: A mano

El alto valor nutricional que tiene el hongo *Boletus luteus* comestible ha permitido catalogarse como la carne vegetal, ya que presenta un doble contenido proteico, tiene un elevado contenido de vitaminas (tiamina B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), ácido ascórbico y contiene ácidos grasos esenciales como el oleico, palmítico y linoléico (Vallejo, Díaz, Morales, Vera, & Cortéz, 2017).

2.3.4 Características organolépticas del hongo *Boletus luteus*

Este tipo de hongo *Boletus luteus* tiene una carne gruesa blanquizca algodonosa, de esponja amarillenta, sombrero de textura viscosa mucilaginoso, con un aroma afrutado y dulce luego de ser deshidratado, además presenta un sabor amaderado, ahumado con un aroma intenso (Toledo, Barroetaveña, & Rajchenberg, 2020).

2.4 Características macroscópicas

La (Asociación Micológica Fungipedia, 2020) da a conocer las siguientes características del *Boletus luteus* que está representada a continuación en la tabla 5.

Tabla 5 .

Taxonomía del hongo "Boletus luteus".

Detalle	Descripción
Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Homobasidiomycota
Orden	Boletales
Familia	Suillaceae
Género	Suillus
Especie	S. luteus

Nota. Adaptada de documento de sitio web (Asociación Micológica Fungipedia, 2020).

El hongo *Boletus luteus* presenta las siguientes características físicas de acuerdo a la información obtenida de la (Asociación Micológica Fungipedia, 2020) las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ **Sombrero:** Llega a superar los 10 cm de diámetro de forma inicialmente convexa, a medida que va creciendo la forma del sombrero va cambiando, es decir se vuelve plana, su cutícula es de color marrón rojizo oscuro en su punto de cosecha, cuando pasa este tiempo su cutícula cambia de color tornándose de colores amarillentos.
- ✓ **Tubos:** Son de color amarillo pálido los cuales van oscureciéndose a medida que pasa el tiempo.
- ✓ **Poros:** Son pequeños puntos de color amarillentos.
- ✓ **Pie:** Proporcionado al tamaño del sombrero, de un color amarillento pálido y granulado por encima del anillo.
- ✓ **Carne:** Tierna, espesa, algo fibrosa y de color amarillo pálido.

2.4.1. Hábitat y distribución

El hongo *Boletus luteus*, es un hongo que crece en los bosques de pino, con altos porcentajes de humedad, alta cantidad herbácea; además debido a la repoblación que se ha venido dando se ha logrado extender a lugares como América del Norte, Sur y Centro, Australia y Nueva Zelanda (Luis Rodríguez, 2020).

(Toledo, Barroetaveña, & Rajchenberg, 2020), mencionan que es una especie de amplia distribución a nivel mundial, especialmente en toda Europa y USA, asociado a especies del género *Pinus* y crece en sitios con altos porcentajes de materia orgánica, humedad en el suelo, alta cobertura de especies herbáceas y baja de especies arbóreas, y un mantillo poco profundo.

Boletus luteus es considerado además por tener un alto valor gastronómico constituyendo así uno de los principales productos no maderero, ya que se lo aprovecha localmente y se comercializa como producto fresco, seco y en conservas, este producto se encuentra en

supermercados, locales comerciales dedicados a ofrecer comida delicatessen (Toledo, Barroetaveña, & Rajchenberg, 2020).

2.5. Capacidad Antioxidante

Un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos previniendo el deterioro oxidativo que afecta a los mismo, además previene la rancidez oxidativa y se utiliza en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros productos (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

Según (Honeyman, 2009), menciona que en la actualidad la capacidad antioxidante ha llegado a ser muy popular en el uso de suplementos orales o en forma tópica, los cuales podrían potencialmente aminorar los efectos adversos de las especies reactivas de oxígeno.

Las células y los órganos del cuerpo tienen sistemas antioxidantes, los cuales pueden ser enzimáticos, no enzimáticos o proteínas de unión las cuales actúan sinérgicamente para neutralizar las diferentes especies reactivas del oxígeno, formando una red de antioxidantes (Mariaca, Zapata, & Uribe, 2016).

A continuación, se describen antioxidantes no enzimáticos y enzimáticos según (Mariaca, Zapata, & Uribe, 2016).

- ✓ **Enzimáticos:** Superóxido dismutasa, Catalasa, Glutación peroxidasa y reductasa.
- ✓ **No enzimáticos:** Hidrosolubles (Ácido ascórbico, caseína, ácido úrico).
Liposolubles (Tocoferol, ubiquinol, retinoides y carotenos).

2.6. Vitaminas del complejo (B) en *Boletus luteus*

Según (Setas Colombianas, 2020) menciona que los champiñones contienen vitaminas del complejo B como: Riboflavina (Vitamina B2), Niacina (Vitamina B3), Ácido Pantoténico

(Vitamina B5) y vitamina B6 (Piridoxina) las cuales cumplen las siguientes funciones al momento de consumirlos en nuestro organismo:

- ✓ Contribuyen al metabolismo energético normal, es decir, a obtener energía a partir de las grasas, los carbohidratos y las proteínas.
- ✓ Ayudan al funcionamiento normal del sistema nervioso.
- ✓ Contribuyen al mantenimiento de la piel y las mucosas.
- ✓ Ayudan a disminuir el cansancio y la fatiga.
- ✓ Contribuyen a la síntesis de hormonas y algunos neurotransmisores.

2.6.1 Vitamina B6 (Piridoxina)

En el hongo *Boletus luteus* la vitamina B6 conocida también como Piridoxina se encuentra en una mínima cantidad, sin embargo es un nutriente que hace parte de la producción química de compuestos en nuestro organismo como es el caso de la serotonina que regula el estado de ánimo, el sueño, el apetito, la temperatura corporal y la sensibilidad al dolor, además genera la noradrenalina que es precursor de la adrenalina así lo menciona la página web (Saludresponde, 2020).

Se dice que la vitamina B6 es usada para la prevención y el tratamiento de los niveles bajos de piridoxina, anemia, síndrome premenstrual, para parar el flujo de leche materna después del parto, para la depresión relacionada con el embarazo, menopausia y el uso de píldoras anticonceptivas mismas que son utilizadas para prevenir un embarazo no deseado, además sirve para otros síntomas de la menopausia en las mujeres (Komen, 2020).

La vitamina B6 es capaz de disolverse en el agua por eso es considerada muy soluble, es muy común encontrarla en los productos que provengan de origen animal y vegetal se usa en

medicamentos farmacéuticos como son la penicilina y en medicamentos para la enfermedad de Parkinson (Ruiz, 2010).

Los hongos comestibles ya sea de diferentes especies se han caracterizado por ser alimentos con alto valor nutrimental, además son una fuente rica de fibra, proteína y selenio, que funciona como antioxidante que ayuda a prevenir ciertos tipos de cáncer (El Poder del Consumidor, 2017).

2.7. Minerales

Los hongos comestibles como el caso de *Boletus luteus* presentan dentro de sus nutrientes algunos minerales que cumplen un papel significativo en el cuerpo humano ayudándolo a mantenerse sano, manteniendo fuerte los huesos, corazón y cerebro (MendlinePlus, 2018).

Los minerales están ampliamente distribuidos en todos los alimentos son capaces de que no les afecte la luz y el calor, sin embargo, pueden perderse en los lixiviados, en las aguas de cocción, retenidos en la fibra que no se absorbe es por ello importante mencionar que el contenido de minerales es variable según la procedencia del alimento (Fen, 2015).

2.8. Proteína

El hongo *Boletus luteus* se relaciona principalmente también por su contenido de proteínas y es considerando como un alimento que tiene una calidad nutricional superior a la de las proteínas animales, esto depende de factores ambientales y la etapa de madurez del cuerpo fructífero, es así que los hongos suelen contener proteínas de 12,0 a 29,3% dm (Wang, Zhang, & Li, 2014).

2.9. Lípidos

En el hongo *Boletus luteus* los lípidos oscilan entre el 1,0% y el 6,7% del total de componentes por eso es considerado la carne vegetal (Wang, Zhang, & Li, 2014).

También se conoce que el género *Pleurotus* es un hongo que tiene efectos en la prevención del aumento de peso por eso no todos los hongos son benéficos para la salud dependiendo de lo que se quiera para ser consumido (Irene & Cristina, 2017).

Sin embargo, los hongos no solo son populares por su sabor, sino también porque poseen diversos compuestos bioactivos lo que lo hace un alimento con un gran valor nutricional agregado a esto son fuente de proteína y compuestos fenólicos (Montes, Vargas, Lorenzo, Romero, & Santos, 2020).

2.10. Humedad

Las condiciones ambientales en las que se desarrollan los hongos comestibles como es el caso del hongo *Boletus luteus* dependen en gran parte de las características donde se realiza el cultivo. El hongo se desarrolla perfectamente cuando la temperatura del área es de 12° a 14° C. y la humedad relativa del aire del 75-80%. Pero el cultivo del hongo puede realizarse siempre que la temperatura del aire esté comprendida entre 8-18° C y la humedad entre el 70-90% (Infoagro Systems, S.L., 2020).

Los hongos *Boletus Luteus* o *Suillus luteus* comprende una humedad entre el 85% al 92% en sus épocas de producción que van desde los meses de noviembre hasta mayo en algunas regiones o partes del mundo (Veliz, 2012).

Según (De Michelis, et al., 2006) mencionan que la humedad inicial del hongo *Boletus luteus* cambia según el clima, tiempos de recolección y las áreas de recolección.

2.11. Contenido de humedad

El autor (Cabascango, 2019) menciona que la humedad puede estar expresada en base seca o base húmeda mediante las ecuaciones 1 y 2 como se representa a continuación:

$$X_{BS} = \frac{m_a}{m_s} * 100\% \quad (1)$$

Donde:

X_{BS} : Contenido de humedad en base seca (%)

m_a : Masa de agua contenido en el sólido (kg)

m_s : Masa de sólido tota seco (kg)

$$X_h = \frac{m_a}{m_a + m_s} * 100\% \quad (2)$$

Donde:

X_{BH} : Contenido de humedad en base húmeda (%)

m_a : Masa de agua contenido en el sólido (kg)

m_s : Masa de sólido tota seco (kg)

Según el autor (Ochoa, 2020) menciona lo siguiente:

- ✓ Agua libre, ejerce una presión de vapor igual a la del agua pura y se localiza en los espacios entre las células de los materiales precipitados porosos.
- ✓ Agua ligada, ejerce una presión de vapor menor a la del agua pura, presentándose cuando está contenida en el interior de las células.
- ✓ Humedad de equilibrio es aquella que se encuentra invariable en el tiempo, es decir que se encuentra en contacto con el aire, temperatura y la humedad.

2.12. Secado






El secado es una de las operaciones de conservación de alimentos más antiguas que consiste en la reducción del contenido de agua eliminando las reacciones microbianas o enzimáticas, logrando tiempos de secado más cortos en condiciones moderadas maximizando la calidad del producto (Llavata, García, Simal, & Cárcel, 2019).

2.13. Tipos de secadores en la industria alimentaria

Los siguientes autores (Powdertronic, 2020), (Llanos , 2012), (Sormac B.V., 2020), (Henan Nanyang , 2020), (UCE, 2019) mencionan a continuación en la figura 2.

Figura 2.

Tipos de secadores utilizados en la Industria Alimentaria.

	<p>Secador de horno</p> <ul style="list-style-type: none"> •Este método es bastante utilizado para secar madera y deshidratar alimentos.
	<p>Secador de cabina o bandeja</p> <ul style="list-style-type: none"> •Aloja todo el material de secado en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco.
	<p>Secador de túnel</p> <ul style="list-style-type: none"> •Diseñado especialmente para el secado de verduras de hojas delicadas y para lograr un porcentaje de humedad adherente muy bajo.
	<p>Secador con cinta transportadora</p> <ul style="list-style-type: none"> •Sirve para deshidratar frutas y verduras en grandes cantidades de alimentos secos reteniendo los nutrientes y colores de las frutas al máximo.
<p>2.14. Métodos de secado</p>	
	<p>Secador de bandeja para laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> •El equipo está compuesto de una estructura fija sobre la cual se encuentran un panel de control, bandejas de alimentación, ventilador, resistencias y sensores respectivos previamente distribuidos .

Intermittente o continua (Ochoa, 2020).

2.14.1. Método adiabático

Este método consiste en adicionar aire caliente, como por ejemplo en secadores por aspersión y los secadores de tipo instantáneo para secar proteínas y enzimas (Ochoa, 2020).

2.14.2. Método no adiabático

En este método se proporciona calor de forma indirecta por conducción a través de una pared metálica en la que la presión de secado se da por congelamiento que se efectúa por sublimación de agua congelada empleando bajas presiones y temperaturas (Ochoa, 2020).

2.15. Velocidad de aire

La velocidad de aire se define como la pérdida de la cantidad de humedad o de agua que tenga cierto cuerpo sólido en la que su unidad de medida es el metro y tiempo, es así que es imprescindible conocer el tiempo en el que el agua se perderá a la hora de deshidratar un producto con la finalidad de reducir el consumo energético protegiendo así la calidad del producto (Raúl, 2018).

La velocidad de aire tiene como función transmitir la energía que sea necesaria desde el equipo hacia el producto, facilitando así la evaporación del agua, durante las primeras etapas de secado se pierde mayor cantidad de humedad es decir a mayor velocidad mayor se secará el producto en menor tiempo (Cabascango, 2019).

2.16. Deshidratación

La deshidratación o el desecado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de los alimentos, antiguamente se secaban los alimentos al sol como las frutas, granos, vegetales y carnes para tener alimentos durante largos periodos de tiempo, permitiendo obtener alimentos frescos con un valor agregado a la materia prima, de tal manera que bajan los costos de transporte, distribución y almacenamiento, es por eso que la deshidratación es el método más barato y

especialmente apto para comunidades que no posean otras posibilidades de conservación (Quizama & Ciccioli, 2020).

Es la reducción del peso y volumen de los alimentos, consiguiendo una pérdida de humedad en el producto que ayuda a disminuir los costes de transporte y almacenamiento, este método puede aplicarse a sólidos, líquidos o gases, hoy en día en el mercado puede encontrarse una amplia variedad de productos deshidratados que en ocasiones sirven para ser utilizados como aliños como es el caso de las salsas y sopas en polvo (Fito, Grau, Barat, & Albors, 2016).

2.17. Distintas temperaturas, tiempos y pretratamientos

A continuación, se muestra la tabla 8 en la que diferentes autores han deshidratado hongos comestibles entre ellos *Boletus luteus* en diferentes condiciones.

Tabla 6.

Autores que han deshidratado diferentes tipos de hongos en diferentes condiciones.

Autor	Hongo comestible	Secador	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Pretratamiento
(Senado et al., 2014)	Suillus Luteus o Boletus Luteus	Bandejas	50-60	510	*
(Oceguera et al., s.f)	Pleurotus Ostreatus	Secador de Túnel	50-60	610	*
(Salas et al., 2003)	Pleurotus Ostreatus	Bandejas	45-55	*	Ácido cítrico a 3% (peso)
(Vallejo et al., 2017)	Pleurotus ostreatus	Estufa	45-60	240	*
(Castro, 2014)	Pleurotus sajor-caju	*	50-55	160	*
(Quizama & Ciccioli, 2020)	Agaricus Bisporus, Suillus o Boletus luteus	Bandejas	45-55	300	Metabisulfito de sodio

Con el proceso de deshidratación de los hongos se pretende reducir el nivel de humedad y asegurar la conservación del producto, ya que su composición permite que sea posible la vida de microorganismos lo que conlleva al deterioro del alimento (Alonso & Patricio, 2005).

2.18. Método de deshidratación en hongos comestibles

La deshidratación de los hongos comestibles puede desarrollarse de diferentes formas ya sea por procesos naturales o artificiales, los cuales permiten la eliminación del agua que tenga el cuerpo del hongo, es así que cualquiera que sea el método utilizado se debe asegurar la calidad del producto y minimizar los defectos en el menor tiempo posible y a menor costo (Alonso & Patricio, 2005).

2.18.1. Secador artificial (Deshidratador)

El fundamento de este tipo de secador es que pase aire caliente y seco al interior del equipo que es una cámara en la cual se coloca los hongos enteros o cortados en fajas de un centímetro para su deshidratado, es así que la fuente de energía es artificial ya que se utiliza energía eléctrica, en algunos casos pueden ser gas o petróleo (Javier Orna et al., 2018).

2.19. Pretratamientos previos al secado

El uso de diferentes pretratamientos ha sido una de las estrategias más utilizadas la cual implica inactivación enzimática, expulsión del aire intracelular, reducción de la pérdida de color y sabor, así como una mejora en la velocidad de secado acortando el tiempo de secado posterior y reduciendo la ganancia de sólidos, lo que da como resultado productos con mejores propiedades organolépticas y funcionales (Llavata, García, Simal, & Cárcel, 2019).

2.19.1. Sulfitado

Evita el pardeamiento y reduce la pérdida de vitaminas A y C de los alimentos, además no deja sabor ácido en el producto terminado y tiene propiedades antimicrobianas. Mediante la inmersión del producto en una solución de 5 a 12 gramos de metabisulfito de sodio por litro de agua a temperatura ambiente, el tiempo de aplicación sobre los alimentos es de 5 min para trozos

o rebanadas y de 15 min para mitades. Se utilizan recipientes resistentes a la corrosión tales como acero inoxidable o vidrio (Cocina solar, 2018).

2.19.2. Acidificado (ácido cítrico, ácido ascórbico)

Según (Cocina solar, 2018) da a conocer que es un método empleado en el deshidratado de frutas para neutralizar el oscurecimiento o pardeamiento por oxidación y minimizar la pérdida de las vitaminas A y C, es por eso que se somete a la fruta recién pelada a un baño con una solución de ácido con agua durante 2 a 3 minutos además, dentro de los ácidos más utilizados son el ácido ascórbico (vitamina C) y el ácido cítrico que es más suave, las soluciones a preparar son las siguientes:

- ✓ Ácido ascórbico: 1,5 a 2 gramos/Litro de agua H₂O
- ✓ Ácido cítrico: 6 gramos/Litro de agua H₂O

2.19.3. Solución de metabisulfito de sodio o potasio para hongos comestibles

Consiste en la inmersión del producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio a razón de 5 a 10 g/l de agua durante 5 a 10 minutos respectivamente, a temperatura ambiente. Se deben usar recipientes no sensibles a corrosión (acero inoxidable, vidrio, plástico) (Echeverriarza, 2020) (Quizama & Ciccioli, 2020).

En este proceso se requiere un kilo de producto fresco cortado a 1 cm de espesor o 0.5 cm, en donde se utiliza 30 g de metabisulfito de sodio en un litro de agua durante 15 min, además la temperatura deberá ser no mayor a 60° C ya que el producto llegaría a cocerse (Pág. 27) (Michelis & Ohaco, 2020).

Según (De Michelis, et al., 2006) menciona que se colocan 30 gramos de metabisulfito de sodio o de potasio por litro de agua, se sumerge el hongo en la solución durante 2 o 3 minutos y se escurre muy bien al ambiente (Pág. 39).

2.19.4. Criterio de calidad para el hongo deshidratado

Según la norma (INEN 2719, 2013) menciona ciertos criterios de calidad que debe tener el hongo deshidratado de acuerdo a su método de conservación mencionados a continuación.

- a) El color y sabor deberán ser propios de la especie.
- b) Contenido de agua:

Producto: contenido de agua máximo

Hongo liofilizado: 6% m/m

Hongos desecados: 12% m/m

Hongo desecado Shii-ta-ke: 13% m/m

Según (Michelis & Ohaco, 2020) mencionan que la humedad final para este hongo deshidratado debe ser del 10%.

Otros análisis realizados a hongos deshidratados boletus luteus de la zona de Tingo Paccha y El Mantaro del país Perú han dado como resultado una humedad final de 10,93 % (Velasco López & Ponce de León, 2019).

Según la página de exportaciones (Christiane Ivens , 2021) menciona que para poder ser exportado este hongo Boletus Luteus debe tener una humedad máxima del 12%.

2.19.5. Dosis máxima permitida CODEX

Según (CODEX ALIMENTARIUS, 2019) tiene la finalidad de establecer ciertas normas, directrices y códigos de prácticas en la utilización de ciertos aditivos alimenticios para sus posteriores procesamientos, es así que a continuación se menciona la dosis máxima permitida para hortalizas incluido hongos, setas, raíces, tubérculos, legumbres, leguminosas, aloe vera, algas marinas, nueces y semillas desecados.

- ✓ Metabisulfito de sodio: 500 mg/kg

- ✓ Ácido cítrico: 500 mg/ kg

Por otro lado, la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN, 2021) norma general para los hongos comestibles y sus productos (Codex Stan 38-1981, mod) menciona lo siguiente:

Los aditivos alimentarios utilizados son:

- ✓ Ácido acético: Sin límite
- ✓ Ácido láctico: Sin límite
- ✓ Ácido cítrico: Sin límite
- ✓ Ácido ascórbico: Sin límite
- ✓ Ácido acético: Sin límite
- ✓ Ácido láctico: 20 g/kg en hongos encurtidos, 5 g/kg solo o en combinaciones en los hongos esterilizados.
- ✓ Ácido cítrico: 20 g/kg en hongos encurtidos, 5 g/kg solo o en combinaciones en los hongos esterilizados.

Por otro lado, en el manejo del hongo *Boletus luteus* para la obtención de conservas seguras mencionado por (De Michelis, et al., 2006) dice que se usa en general, de 1 a 5 gramos de ácido por litro de agua además se puede adicionar sal de mesa de 2 a 5 % que ayudan a mejorar textura; y en algunos casos para productos agridulces se adiciona azúcar.

2.20. Almacenamiento de productos deshidratados

Según (Echeverriarza, 2020) menciona que, para la buena conservación de los productos secos, debe almacenarlos en buenas condiciones:

- ✓ Guardar los productos en un lugar seco, aireado, si es posible fresco y protegido de la luz.
- ✓ Este lugar debe ser limpio y protegido de insectos y ratones.

- ✓ Cada cierto tiempo, hay que controlar el estado de los productos.
- ✓ No depositar los productos almacenados en el suelo ni contra las paredes para evitar el riesgo de absorber humedad.
- ✓ Si los productos secos son de buena calidad y están en buenas condiciones de almacenado pueden conservarse durante muchos meses.

2.21. Diámetro del hongo *Boletus luteus*

Este tipo de Hongo *Boletus Luteus* tiende a tener diámetros de 10 cm cuando están maduros y listos para ser recolectados (Asociación Micológica Fungipedia, 2020).

Según (Carolina, Carolina, & Mario, 2016) menciona que las fructificaciones son de color variable, van desde castaño a ocre amarillento, con zonas cremas y violáceas que suelen aparecer cuando los ejemplares son adultos o el ambiente es poco húmedo además su sombrero hemisférico es algo cónico a convexo cuando joven y se va aplanando con la madurez y llega a medir de 5 - 12 cm. de diámetro.

Según la tesis realizada por (Vera Alcántara, 2019) menciona que macroscópicamente se puede observar a *Suillus luteus* de un diámetro mayor a 12 cm, posee un sombrero convexo que es muy viscosa debido a su revestimiento mucilaginoso que envuelve toda la cutícula, es de color pardo oscuro y que además debajo del sombrero tiene unos tubos de color amarillo claro, son láminas de himenio que se prolongan y unen al pie, por último su pie es cilíndrico, tiene un anillo que por debajo es viscoso y granulado; por encima es carnosa de color blanquecina, no tiene olor.

Según la página web de (Jiménez Santos , 2021) menciona que el sombrero de este hongo *Boletus Luteus* va desde los 5 a 12 cm de diámetro o algo más grande, cuando es joven pasa de ser convexo a plano conforme pasa el tiempo, posee un revestimiento mucilaginoso que cubre toda la

cutícula, la cutícula es de color variable, de marrón parduzco oscuro a marrón amarillento, con zonas cremas y violáceas.

En la tesis realizada por (Gabriel, 2020) en la Universidad Nacional Agraria La Molina de la Facultad de Industrias Alimentarias en Perú menciona que el hongo *Suillus luteus* presenta un sombrero carnoso de 6-12 cm de diámetro, hemisférico de joven, luego plano convexo, finalmente plano, a veces ligeramente mamelonado, liso, muy viscoso en tiempo húmedo, de color pardo-amarillento a pardo oscuro, con el margen enrollado de joven, luego plano, algo excedente.

2.22. Densidad

Existen dos formas de medir la densidad y es que se puede emplear el método geométrico y el hidrostático en donde cada procedimiento tiene su propia función y regla para su medición en coordinación con el tipo de muestra que se vaya a emplear y esto dependerá también mucho de la magnitud del objeto a ser medido (Fuertes, 2004).

La densidad está relacionada con la masa y el volumen de un cuerpo, tiene propiedades intensivas y extensivas, además se aplica una ley muy importante que es la ley de Newton es decir la fuerza de flotabilidad, esto dependerá mucho de la presión que tenga el cuerpo que será medido que va relacionado con el principio de Arquímedes (Quiceno, 2010).

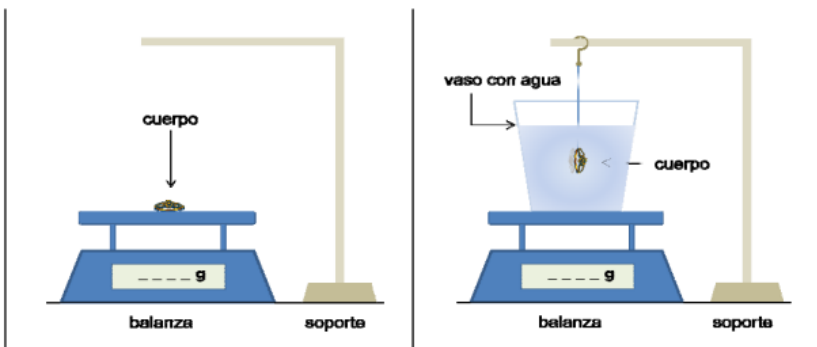
Hablar de densidad es fundamental, puesto que es un parámetro de calidad muy indispensable tanto de las materias primas como de la finalización de un producto terminado, en donde existen diferentes técnicas de medición ya sea para medir cuerpos sólidos, líquidos y viscosos, como por ejemplo lubricantes, productos químicos, plásticos, metales y los alimentos (Toledo M. , 2022).

Por otro lado, el principio de Arquímedes menciona que el cuerpo sumergido en el fluido realiza un empuje de forma vertical en la que es igual al peso del cuerpo que se desplaza (Toledo

M. , 2022). A continuación, en la figura 3 se presenta la medición de la densidad de un cuerpo sólido.

Figura 3.

Medición de la Densidad de un Cuerpo Sólido.



Nota. Imagen tomada de documento de sitio web (Oscar, 2013).

2.23. Volumen de cuerpos sólidos

El volumen de un cuerpo geométrico que tiene una magnitud métrica que es de tipo escalar y se define como la extensión que se divide básicamente en tres dimensiones en donde la longitud, el ancho y la altura se van multiplicando (Funes, 2019).

Según (Químico, 2022) menciona que el volumen corresponde a la medida que se le da a un cuerpo que ocupa un espacio, en donde la unidad de medida es el volumen que se representa en metro cubico (m^3) pero por lo generalmente se ocupa el Litro, ya que el metro cubico resulta de la multiplicación de 1 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de alto de un cuerpo.

2.24. Color del hongo *Boletus luteus*

El boletus luteus es de color pardo oscuro sobre todo cuando es joven a medida que va secándose adquiere tonos ocre-amarillentos, tiene una superficie muy viscosa, debido a un revestimiento mucilaginoso que posee de un color púrpura, siendo además fácilmente separable

de la carne del sombrero, el borde de este hongo por lo general es bastante irregular y su anillo o velo que tiene por la parte inferior va desapareciendo conforme va madurando (Asociación Micológica Fungipedia, 2020).

Según (Carolina, Carolina, & Mario, 2016) menciona que las fructificaciones son de color variable, van desde castaño a ocre amarillento, con zonas cremas y violáceas que suelen aparecer cuando los ejemplares son adultos o el ambiente es poco húmedo además su sombrero hemisférico es algo cónico a convexo cuando joven y se va aplanando con la madurez y llega a medir de 5 - 12 cm. de diámetro.

Según la página web de (Jiménez Santos , 2021) menciona que el sombrero de este hongo *Boletus Luteus* va desde los 5 a 12 cm de diámetro o algo más grande, cuando es joven pasa de ser convexo a plano conforme pasa el tiempo, posee un revestimiento mucilaginoso que cubre toda la cutícula, la cutícula es de color variable, de marrón parduzco oscuro a marrón amarillento, con zonas cremas y violáceas.

En la tesis realizada por (Gabriel, 2020) en la Universidad Nacional Agraria La Molina de la Facultad de Industrias Alimentarias menciona que el hongo *Suillus luteus* presenta un sombrero carnoso de 60-120 mm de diámetro, hemisférico de joven, luego plano convexo, finalmente plano, a veces ligeramente mamelonado, liso, muy viscoso en tiempo húmedo, de color pardo-amarillento a pardo oscuro, con el margen enrollado de joven, luego plano, algo excedente.

Autores como (De Michelis, et al., 2006) mencionan que Las fructificaciones son típicas y tienen un sombrero hemisférico, su sombrero es de color castaño oscuro y mucoso a su gelatinoso cuando está muy húmedo y joven a medida que va creciendo la superficie del sombrero suele secarse parcialmente y por último en la cara inferior del sombrero presenta una estructura

amarillenta que vienen a ser los tubos que forman la superficie porosa cuando el hongo es pelado su carne es blanca.

Según la tesis realizada por (Vera Alcántara, 2019) menciona que macroscópicamente se puede observar a *Suillus luteus* de un diámetro mayor a 12 cm, posee un sombrero convexo que es muy viscosa debido a su revestimiento mucilaginoso que envuelve toda la cutícula, es de color pardo oscuro y que además debajo del sombrero tiene unos tubos de color amarillo claro, son láminas de himenio que se prolongan y unen al pie, por último su pie es cilíndrico, tiene un anillo que por debajo es viscoso y granuloso; por encima es carnosa de color blanquecina, no tiene olor.

Según la página (Turismo, Corporación Rochense de, 2021) menciona que los *Suillus luteus* son de color marrón caramelo y su sombrero es viscoso al tacto su diámetro puede llegar a los 15 cm, además el color de los *Suillus* es más claro, su sombrero no excede los 10 centímetros de diámetro y exuda una sustancia lechosa por sus poros que al secarse forma gránulos en su pie.

El estudiante (Veliz, 2012) en su investigación realizada en este hongo menciona que el *Suillus luteus* también conocido como boleto o callampa del pino, pertenece al orden Boletales, crece bajo pinos de diversas especies, asociado a sus raíces y aparece durante el otoño y el invierno, además morfológicamente tiene un sombrero convexo, que puede superar los 12 cm de diámetro, color pardo oscuro, una superficie muy viscosa (debido a un revestimiento mucilaginoso), un borde bastante regular y en etapa juvenil es frecuente encontrarlo con restos del velo parcial.

2.25. El color en los alimentos (criterio de calidad medible)

Hoy en día los alimentos son también medidos y aceptados por su color, es por eso que el color en los alimentos es una cualidad organoléptica característica la cual es apreciada por la vista y considerado un factor de criterio importante en el punto de maduración el cual define la calidad

del producto es por eso que la evaluación del color resulta un fenómeno tanto psíquico o psicológico (Rettig & Hen, 2014).

El color es una percepción que tiene el ser humano mediante la luz reflejada por un objeto el cual permite detectar ciertas anomalías y defectos en algún alimento, por citar un ejemplo puede ser el color de la miel la cual dependerá de diversos puntos de vista en el consumidor, a esto se debe que el color es muy característico en los alimentos ya sea de diferente índole (Delmoro, 2010).

Si bien es cierto el color juega un papel muy importante en la determinación del estado de madurez y la calidad de las frutas es así que en alimentos se utiliza las coordenadas colorimétricas, entre las que se utiliza el sistema RGB, CIE-XYZ que permiten formar matrices de colores para poder identificar el color buscado o característico en el alimento (Katusca, 2013).

La medición de color también se da mediante la visión digital que tiene una eficacia comprobada en la industria alimentaria en el control de calidad de los alimentos para ver su estado de madurez, además que representa un costo beneficioso para analizar la producción de alimentos en su estado correcto de maduración (Cromtek, 2022).

2.26. Dos técnicas principales para la medición del color

2.26.1. La Colorimetría

Es la técnica que cuantifica el color mediante la medición de color de tres componentes de colores primarios como el rojo, verde y el azul mediante un sistema conocido como RGB en inglés colores que están representados mediante una luz que se ve reflejada, este método es más utilizado para caracterizar una bebida o un tipo de alimento fresco para medir su grado de madurez (Seuss, 2022).

2.26.2. La espectrofotometría

Es una técnica analítica la cual permite determinar la concentración o la cantidad de luz mediante una solución en donde existen radicales que son absorbidos electromagnéticamente, en donde se puede seleccionar la longitud de onda de luz que fue absorbida (Nieves & Isaac, 2022).

A continuación, se indican los tipos de espectrofotometría mencionados por (Torre, 2001).

- ✓ Espectrofotometría de absorción molecular VIS-UV.
- ✓ Espectrofotometría de absorción molecular IR. 15.
- ✓ Espectrofotometría de absorción y emisión atómica.
- ✓ Espectrofotometría con atomizadores electrotérmicos.
- ✓ Espectrofotometría de emisión con plasma.
- ✓ Espectrofotometría de fluorescencia molecular.

2.27. Tabla de Munsell

Los sistemas de color sirven para tener una referencia sin que se tenga un aparato o un instrumento de medición, el cual ayuda a identificar el color que se requiera o que se esté buscando.

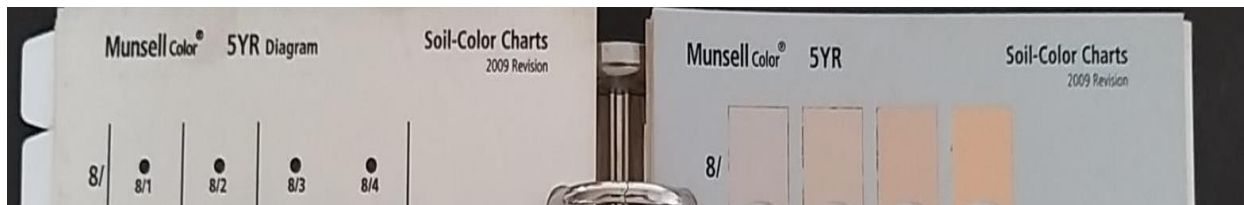
El sistema de color más antiguo fue hecho por Alberth Munsell, el cual analizó y organizó los colores en tres importantes atributos como el hue, la luminosidad y el croma. Este sistema ayuda a determinar el color tanto del suelo como de las plantas también (Carlos, 2018).

2.27.1 Tono

Viene a ser el tono, el matiz; representa a los colores primarios como el rojo, amarillo, azul y verde, se presenta en la parte superior de la cada hoja con su respectiva numeración acompañado de las siglas del color que corresponda en inglés rojo (R), amarillo (Y), etc. (Almonacid, 2012). Tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4.

Identificación del matiz en la tabla de Munsell que se encuentra en la parte superior izquierda de la hoja (5YR).



2.27.2 Luminosidad

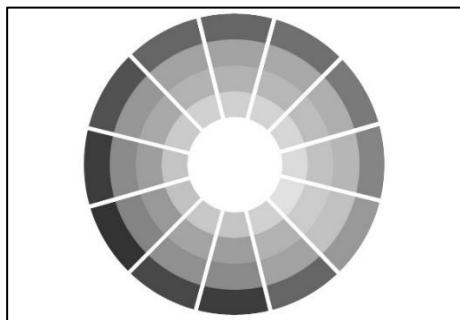
Hace referencia a la luminosidad es decir el valor de la claridad o la oscuridad de un color, es decir define o da a entender que tan cerca se encuentra un color del negro o del blanco (Smith LLC, 2019).

La luminosidad está representa desde el mayor al menor grado de luz que cualquier color pueda tener en su total capacidad, es así que la norma genérica refleja los colores claros y oscuros, siendo así el negro el más oscuro y el blanco el más claro (Toledo M. , 2010).

A continuación, se muestra en la figura 5 la luminosidad del color en la tabla Munsell.

Figura 5.

Representación de la luminosidad del color.



Nota. Imagen obtenida de sitio web (Toledo M. , 2010).

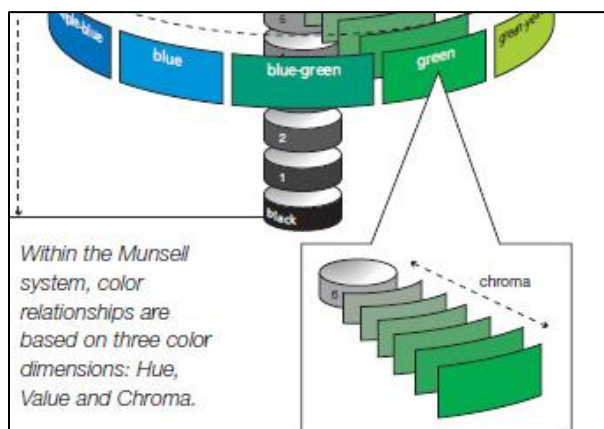
2.27.3 Cromas

Es la saturación de un color, es decir a la pureza y la intensidad de un color, es así que existen cromas de grado bajo que refieren a colores opacos o pálidos y los cromas de grado alto refieren a tonos más intensos (Chromaflo Technologies, 2021).

A continuación, en la figura 6 se indica la representación de la saturación del color para cada uno de los diferentes colores.

Figura 6.

Representación de la saturación del color.



Nota. Imagen obtenida de sitio web (Wisniowski, 2020).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del Área de Estudio

3.1.1. Ubicación del Área Para la Recolección de la Materia Prima *Boletus luteus*.

La presente investigación realizó la recolección de la materia prima *Boletus luteus* en los bosques de pino ubicados en la comunidad de Pesillo perteneciente al cantón Cayambe, dichos bosques tienen una extensión de 60 hectáreas. *Boletus luteus* es utilizada por la microempresa “URCUSISA” para su deshidratado, misma que realizó la petición para que se realice la investigación enfocada en la conservación de la capacidad antioxidante para darle un valor agregado al producto terminado. La tabla 9 indica las características del lugar de recolección del hongo *Boletus luteus*.

Tabla 7.

Características del lugar donde se realizó la recolección de la materia prima Boletus luteus.

DETALLES

Provincia	Pichincha
Cantón	Cayambe
Parroquia	Pesillo
Temperatura promedio	14 °C
Humedad relativa	80 %
Altitud	3000 msnm

Nota. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) (INAMHI, 2022).

3.1.2. Ubicación del Área Donde se Realizó la Deshidratación de la Materia Prima *Boletus luteus*.

A continuación, se muestra en la tabla 10 las características del lugar donde se realizó la deshidratación del hongo *Boletus luteus* realizada en la ciudad de Otavalo, específicamente en la comunidad La Compañía.

Tabla 8.

Características del lugar donde se realizó la deshidratación del hongo Boletus luteus.

DETALLES

Provincia	Imbabura
Cantón	Otavalo
Región	Sierra Norte
Parroquia	La Compañía
Latitud Oeste	78° 15' 49''
Latitud Norte	0° 13' 43''
Altitud	Desde los 1.100 m.s.n.m, hasta los 4.700 m.s.n.m
Temperatura (°C)	14

Nota. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) (INAMHI, 2022).

3.2. Materiales y equipos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos y sustancias:

3.2.1. Materia Prima

- ✓ Hongos de Pino *Boletus Luteus*

3.2.2. Equipos de laboratorio

- ✓ Secador de Bandejas modelo FD-12
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Selladora

3.2.3. Materiales de laboratorio

- ✓ Guantes
- ✓ Cuchillo de acero inoxidable
- ✓ Bolt de acero inoxidable
- ✓ Bandejas
- ✓ Recipientes de acero inoxidable
- ✓ Fundas de polietileno
- ✓ Mandil
- ✓ Cofia
- ✓ Libreta
- ✓ Calculadora

3.2.4. Sustancias y reactivos

- ✓ Agua (L) H₂O
- ✓ Ácido cítrico (mg/L) C₆H₈O₇
- ✓ Metabisulfito de sodio (g/L) Na₂S₂O₅

3.3 Especificaciones del Deshidratador

El autor (Alibaba, 2022) menciona las siguientes especificaciones del Deshidratador:

- ✓ Modelo: FD-12.
- ✓ Voltaje: 110 v.
- ✓ Watts: 1000 w.
- ✓ T (°C) ajuste: 30 a 90.
- ✓ Tiempo programable: 0 a 24 horas.
- ✓ Número de bandejas: 12.
- ✓ Material de bandejas: Acero inoxidable 304 grado alimenticio.
- ✓ Dimensiones de la máquina: 46,2 cm X 40,2 cm X 44,7 cm.
- ✓ Velocidad 3,5 m/s constante.

3.4. Metodología

3.4.1. Caracterización mediante análisis físico-químico la materia prima.

Para la caracterización de la materia prima del hongo *Boletus Luteus* se realizó el análisis de la capacidad de antioxidante total, vitamina A, Vitamina B6, vitamina C, y humedad los cuales se realizaron en los Laboratorios LASA e INIAP ubicados en la ciudad de Quito, dichos análisis sirvieron para saber cuál componente es el predominante y sobre todo satisfacer la petición de la

empresa “URCUSISA”. Además, se realizó características físicas, como la densidad, volumen, diámetro, color de la cutícula y esponja.

3.4.1.1 Caracterización de vitamina (A), vitamina (B 6), vitamina (C) y proteína.

Se realizó una comparación de los componentes más relevantes obtenida mediante revisión bibliográfica del hongo *Boletus luteus* los cuales se muestran a continuación:

- ✓ Proteína
- ✓ Vitamina (A)
- ✓ Vitamina (B)
- ✓ Vitamina (C)
- ✓ Humedad
- ✓ Capacidad Antioxidante

Para realizar los respectivos análisis de dichos componentes se utilizaron las siguientes metodologías realizadas en los los laboratorios INIAP Y LASA descritas a continuación en la tabla 9.

Tabla 9.

Cuadro de componentes relevantes del hongo Boletus luteus

Componente	Unidades	Método de ensayo
Proteína	%	KJELDAHL
Vitamina A	UI/100g	HPLC
Vitamina B	mg/100g	HPLC
Vitamina C	mg/100g	HPLC
Humedad	%	Gravimétrico de la estufa
Capacidad antioxidante	µm Trolox/g	ABTS

El método Kjeldahl (Proteína): Determina la cantidad de nitrógeno en la muestra orgánica, dicha muestra fue destruida en base al ácido sulfúrico concentrado con ayuda de un catalizador con acción de calor para posterior a ello realizar la destilación y por último la titulación del nitrógeno (García, 2003). Laboratorio LASA.

El método HPLC (Vitaminas): Por medio de una columna C₁₈, una precolumna RP-18 que ayudó con la fase estacionaria. Para la fase móvil se utilizó ácido sulfúrico en el que se obtuvo un pH de 2,2 todo esto a una velocidad de 0,4 mL /min con un detector UV visible a 225 nanómetros (Fang, 2017). Laboratorio (LASA).

Gravimétrico de la estufa (Humedad): Se empleó una estufa con circulación de aire forzada al vacío, se secaron las cápsulas con arenilla a una temperatura de 103 °C, posterior a ello se pesa y coloca de 5 a 10 g de muestra triturada y se mezcla con la arenilla para evitar quemaduras en la muestra, luego se introduce nuevamente a la estufa a una temperatura de 103 ± 2 a 70 °C durante 3 a 6 horas, este dependiendo del alimento, transcurrido este tiempo se sacó la capsula y se dejó reposar en un desecador para que alcance la temperatura ambiente y finalmente proceder a pesar (García, 2003). Laboratorio (LASA).

ABTS (Capacidad antioxidante): Se pesó 0,3 g de muestra seca en tubos de centrifugación de plástico, se adicionó 5 mL de la solución de extracción (metanol/agua/ácido fórmico 70/30/0,1 v/v/v.) y se homogenizó mediante agitación en un equipo vórtex por 5 min, posteriormente, se sometió por 10 min en un baño ultrasonido luego se centrifugó a 5000 rpm por 10 min, el sobrenadante (extracto) se colocó en un balón ámbar aforado de 25 mL. Finalmente se coloca la muestra en un espectro fotómetro Uv visible y se mide la absorbancia final de cada muestra por duplicado, a una longitud de onda de 734 nanómetros (INIAP, 2021).

3.4.1.2. Volumen, densidad y diámetro del hongo *Boletus luteus*.

Para la medición del volumen y diámetro del hongo, se realizó la práctica en el Laboratorio de Análisis Físico Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte, en dónde se utilizó un vaso de precipitación de 1000 ml con una altura de 14,5 cm y un diámetro de 10,5 cm. Se utilizó agua (H₂O) con una conductividad de 28 microsiems la cual refleja ausencia de mineral, apta para realizar la práctica, tal como se muestra en la figura 7 y figura 8.

Figura 7.

Pesaje del hongo "Boletus luteus".



Figura 8.

Medición del volumen del hongo "Boletus luteus".



Para la medición del volumen se procedió a pelar el hongo y pesar, para luego sumergir en el vaso de precipitación y medir su volumen realizando el siguiente cálculo presentado en la ecuación 3, considerando un error del 10 % tal y como lo menciona (UCTICCE, 2019). En cuanto a la densidad se calculó mediante una fórmula matemática representada en la ecuación 4.

$$\mathbf{a) \quad V - (V * 10 \%) \text{ Unidad (ml o cm}^3\text{)} \quad \mathbf{(3)}$$

En donde:

- ✓ V: Volumen del hongo
- ✓ 10 %: Porcentaje de error considerado

El volumen del hongo *Boletus luteus*, resulta del aumento de ml o cm^3 de agua al sumergir en el vaso de precipitación considerando que el agua se encuentra a la mitad de la capacidad del vaso de precipitación por tal razón según (UCTICCE, 2019) se considera un error del 10 % al final del cálculo.

$$\mathbf{b) \quad \rho = m/v \quad \text{Unidad (g/ml o cm}^3\text{)} \quad \mathbf{(4)}$$

En donde:

- ✓ ρ : Densidad
- ✓ m: Peso del hongo *Boletus luteus*
- ✓ v: Volumen del hongo *Boletus luteus*

3.4.1.3. Medición del diámetro del hongo *Boletus luteus*.

Se utilizó un vernier o calibrador que es un instrumento que permite realizar la medición precisa de longitud con escalas de hasta un milímetro en algún cuerpo sólido circular (Arias, 2022), como se indica en la Figura 9. Se colocó el hongo *Boletus luteus* en la mordaza inferior del calibrador y se ajustó la perilla para poder obtener la medida del diámetro externo del hongo. Tal como se muestra a continuación en la figura 10.

Figura 9.

Calibrador o pie de Rey.



Figura 10.

Medición del diámetro del hongo "Boletus luteus".



En la medición del diámetro del hongo figura 10, se buscó hongos que cumplieran con el diámetro mencionado por la mayoría de autores descritos en esta investigación, que es de 10 a 12 centímetros y que tengan además el color característico que se menciona posteriormente.

3.4.1.4. Selector de código de color para la caracterización de la cutícula y esponja del hongo *Boletus luteus*.

Para la caracterización del color, se utilizó un selector (Site24x7), el cual cuenta con tres sistemas, tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10.

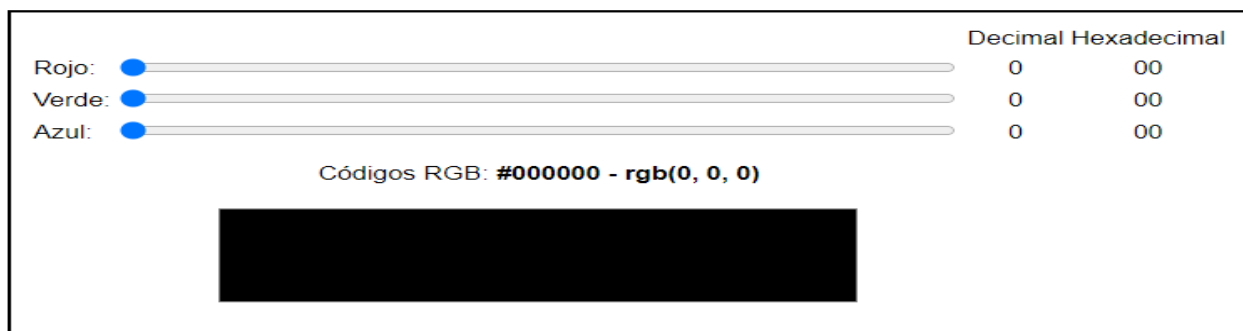
Sistemas que componen el selector de código de color (Site24x7).

HEX	RGB	HSL
Código Hexadecimal	Significa: rojo, azul y verde.	Significa: (matiz,
Es decir, compuesto de seis	(16 millones de tonos de	saturación, intensidad)
dígitos, sirve para definir los colores	luz)	Matiz (0 a 360)
(Dixon & Moe, 2021).	Número entero (0 a 255)	Porcentajes % (0 a 100)
	Porcentajes % (0 a 100)	(Ramiro, 2012).
	(Pérez, 2009).	

La función del sistema RGB, comprende hasta 255 tonos de color para cada color primario como el rojo, verde y azul, es así que cuando se empieza desde cero el color será negro para cada uno de ellos, tal como se muestra en la figura 11, y blanco cuando lleguen a sus valores máximo.

Figura 11.

Sistema RGB desde cero, indicando el color negro.

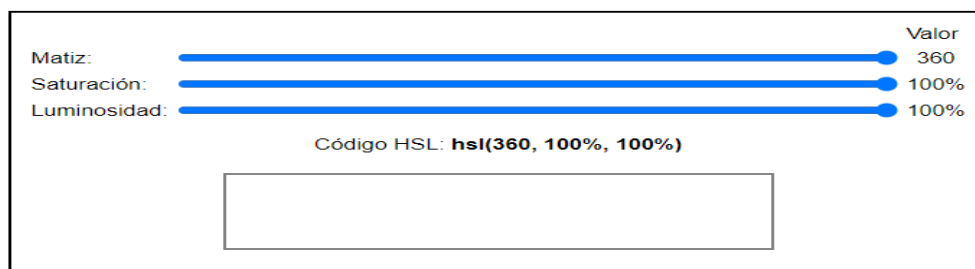


Nota. Imagen tomada de sitio web por (Sintes, 2022).

La función del sistema HSL consiste en que el matiz tiene un valor máximo de 360, la saturación tiene un valor máximo de 100 % al igual que la luminosidad, dando como resultado el color blanco, y negro cuando empiecen desde cero tal como se muestra en la figura 12.

Figura 12.

Matiz, saturación, luminosidad con sus valores máximos, dando como resultado el color blanco.



Nota. Imagen tomada de sitio web por (Sintes, 2022).

3.4.1.5. Caracterización del color de la cutícula y esponja del hongo *Boletus luteus*.

Al insertar las imágenes en el programa (Site24x7) y seleccionar el centro y el borde de la imagen, el programa seleccionó el porcentaje de color obtenido y el número de matiz, dando así un color marrón rojizo.

3.4.1.6. Utilización de la Tabla Munsell para la caracterización del color hongo “*Boletus luteus*”.

La tabla Munsell es una herramienta es muy versátil y fácil de utilizar al momento de la recolección de la materia prima en el campo, consta de tres elementos la saturación, iluminación y matiz los cuales permitieron caracterizar el color de la cutícula y de la esponja del hongo *Boletus luteus* que indican su estado de madurez.

3.4.2. Evaluación del efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre el contenido de la capacidad antioxidante en el producto deshidratado.

Para la realización de este objetivo se utilizó un análisis estadístico.

3.4.2.1. Diseño experimental.

La presente investigación estudió la influencia de un pretratamiento que consistió en la mezcla de aditivos alimenticios Metabisulfito de Sodio y Ácido Cítrico sobre el contenido de antioxidantes en el hongo *Boletus Luteus* deshidratado, por tanto, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial A x B +1 en el que el factor (A) es la dosis de metabisulfito de sodio y factor (B) es la dosis de ácido cítrico. Teniendo como testigo al hongo deshidratado sin pretratamiento en las mismas condiciones.

Los parámetros constantes como la temperatura de deshidratación fueron a 50 °C por un tiempo de 300 minutos. En la tabla 11 y 12 se indica los factores y sus respectivos niveles.

Tabla 11.

Factor (A) Dosis de metabisulfito de sodio (mg/l H₂O).

Detalle	Cantidad (mg/l H₂O)
A1	100
A2	200
A3	300

Cada una de las dosis de Metabisulfito de sodio mencionadas fueron disueltas en un litro de agua, para luego ser mezclada con la otra solución de Ácido cítrico y poder sumergir los 1052 gramos de hongo *Boletus luteus* previamente seleccionado, lavado, pelado y cortado el cuerpo del hongo en fajas de 1 centímetro, el cual reposó durante 15 min.

Tabla 12.

Factor (B) Dosis de ácido cítrico (g/L H₂O).

Detalle	Cantidades (g/l H₂O)
B1	2
B2	5
B3	8

Cada una de las dosis de Ácido cítrico mencionadas fueron disueltas en un litro de agua, para luego ser mezclada con la solución de Metabisulfito de sodio y poder sumergir los 1052 gramos de hongo *Boletus luteus* previamente seleccionado, lavado, pelado y cortado el cuerpo del hongo en fajas de 1 centímetro, el cual reposó durante 15 min.

3.4.2.2. Tratamientos.

Se evaluaron 9 tratamientos producto de la combinación de la dosis de metabisulfito de sodio y ácido cítrico, además se toma en cuenta el testigo a utilizar dando un total de 30 unidades experimentales como se describe en la tabla 13.

Tabla 13.

Tratamientos de estudio con sus respectivas combinaciones.

N.º Tratamientos	Combinaciones
T 1	A1 B1
T 2	A1 B2
T 3	A1 B3
T 4	A2 B1
T 5	A2 B2
T 6	A2 B3
T 7	A3 B1
T 8	A3 B2
T 9	A3 B3
T 0	S/P

En el cuadro se muestran los nueve tratamientos que son el resultado de las combinaciones del factor (A) metabisulfito de sodio y factor (B) ácido cítrico, más el testigo T 0.

3.4.2.3. Características del experimento.

A continuación, se describen en la tabla 14 todas las características del experimento de manera detallada para una mejor comprensión.

Tabla 14.

Detalle del número de unidades experimentales.

Detalle	Cantidad
Tratamientos + testigo	10
Repeticiones	3
Total, Unidades Experimentales	30

En este diseño experimental se obtuvieron un total de treinta unidades experimentales, puesto que fueron 9 tratamiento por 3 repeticiones más el triplicado de los testigos.

3.4.2.4 Características de la unidad experimental.

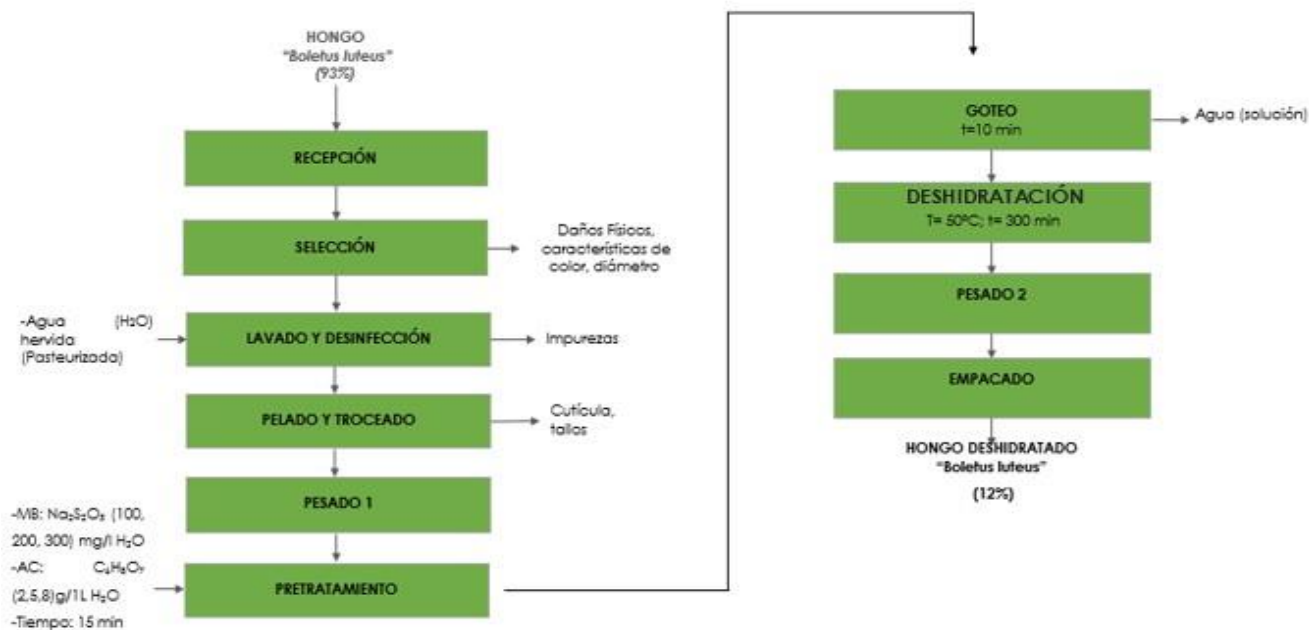
Cada unidad experimental fue de 1052 gramos previamente pelado y cortado para obtener 100 g de hongo deshidratado.

3.5. Proceso de obtención del deshidratado del hongo *Boletus luteus*.

En la siguiente figura 13 se indica el proceso de deshidratación del hongo *Boletus luteus*, proceso que fue realizado en condiciones adecuadas según la NORMA INEN para llegar a obtener una humedad del 12%, utilizando también temperatura y tiempo constantes.

Figura 13.

Diagrama del proceso de Deshidratación del hongo Boletus luteus.



3.5.1. Descripción del proceso de obtención de la deshidratación del hongo *Boletus luteus*.

3.5.1.1. Recolección

La recolección de la materia prima *Boletus luteus* se dio lugar en los bosques de la comunidad de Pesillo ubicado en el cantón Cayambe, tal como se indican en las figuras 14.

Figura 14.

Recolección del hongo Boletus luteus.

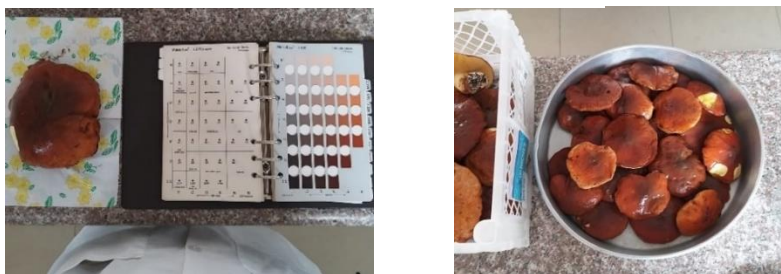


3.5.1.2. Selección

Se realizó la selección de los hongos, con el fin de eliminar hongos que no cumplieran con las características requeridas para su procesamiento, como es el color de la cutícula y esponja, tal como se indica en la figura 15.

Figura 15.

Selección de la Materia Prima Boletus luteus.



Para dar cumplimiento a este paso, se utilizó la tabla Munsell, la cual facilitó escoger los hongos *Boletus luteus* con las mejores características como es el caso del color marrón rojizo.

3.5.1.3. Lavado

Una vez recolectado, caracterizado y seleccionado el hongo comestible, se procedió a lavar con agua pasteurizada a temperatura ambiente para eliminar cualquier material extraño sobre la cutícula, tal como se muestran a continuación en las figuras 16.

Figura 16.

Lavado de la cutícula del hongo Boletus luteus.



3.5.1.4. Pelado y cortado

El hongo *Boletus luteus*, fue pelado con mucho cuidado con la finalidad de no dañar el cuerpo del hongo, posterior a ello se procedió a cortar el cuerpo en fajas de 1 cm, tal como se indica en las figuras 17 y 18.

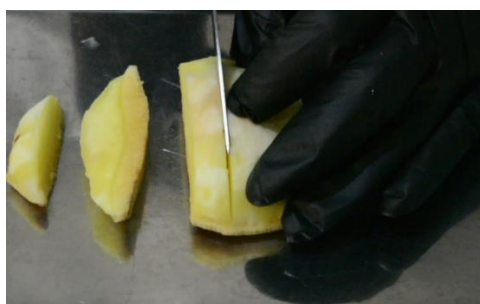
Figura 17.

Pelado de la cutícula una vez cortado el tallo del hongo Boletus luteus.



Figura 18.

Corte del cuerpo del hongo en fajas de 1 cm.



3.5.1.5. Pesaje 1

Se procede a pesar 1052 gramos de hongo previamente pelado y cortado tal como se indica en la figura 19.

Figura 19.

Pesaje de 1 kg de Materia prima previamente pelado y cortado en fajas de 1 cm.



3.5.1.6. Pretratamiento

Se procedió a preparar el pretratamiento, utilizando 100, 200 y 300 miligramos de Metabisulfito de sodio por litro de agua H₂O con 2, 5 y 8 gramos de Ácido cítrico por litro de agua H₂O. En cada mezcla realizada se dejó reposar al hongo por un tiempo de 15 minutos, tal como se indica a continuación en la figura 20 y 21.

Figura 20.

Peso de miligramos de Metabisulfito de sodio y posteriores gramos de Ácido cítrico.



Para este pesaje de los aditivos alimenticios se utilizó una balanza digital de laboratorio, la cual permitió pesar con exactitud las cantidades deseadas de cada una de las dosis utilizadas como es el caso del Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.

Figura 21.

Dilución del Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico en un litro de agua por separado para su posterior mezcla.



Cada una de las dosis fue disuelta en un litro de agua respectivamente para posterior a ello realizar la mezcla entre las dos soluciones tanto de Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.

Por otro lado, cada dosis de Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico fue disuelta en un litro de agua respectivamente, una vez mezcladas se colocan los hongos y reposaron durante 15 min. Como se muestran en las siguientes figuras 22 y 23.

Figura 22.

Mezcla de las dos soluciones hechas tanto del Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.



Figura 23.

Inmersión de la materia prima Boletus luteus en la solución que contiene el pretratamiento.



En la imagen se muestra la inmersión de la materia prima, la cual se dejó en reposo por un tiempo de 15 minutos con la finalidad de absorba en su interior los aditivos, para posterior a ello retirarlos de la solución y dejarlos gotear por un tiempo aproximado de 10 min, tal como se indica a continuación en la figura 24.

Figura 24.

Goteo de 10 min del cuerpo del hongo, después del pretratamiento.



El goteo se realizó con la finalidad de eliminar la excesiva cantidad de agua y facilite la deshidratación.

3.5.1.7. Deshidratación

La deshidratación de la materia prima se realizó a una temperatura constante de 50 ° C por tiempo de 300 minutos, pasado este tiempo se sacaron las bandejas del deshidratador y se procedió a pesar para su posterior empaclado. Tal como se muestra en la figura 25.

Figura 25.

Introducción de las bandejas en el deshidratador.



En las imágenes se indican la colocación de las bandejas dentro del deshidratador para su respectivo proceso de deshidratación.

3.5.1.8. Pesaje 2

Pasado el tiempo de deshidratación se procede a pesar los 100 gramos de hongo deshidratado tal como se muestra en la figura 26.

Figura 26.

*Pesaje de los 100 gramos de hongo *Boletus luteus* deshidratado.*



Para este paso, se utilizó una balanza digital la cual permitió pesar los 100 gramos de hongo *Boletus luteus* deshidratado para luego ser empacado y sellado.

3.5.1.9. Empacado y sellado

Finalmente se procedió a empacar y sellar el hongo *Boletus luteus* deshidratado para sus posteriores análisis de la capacidad antioxidante en cada uno de los tratamientos obtenidos, mismos que fueron realizados en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad ubicados en la estación experimental Santa Catalina INIAP en el sector de Quito. A continuación, se indica en la figura 27 el empacado y sellado del producto final.

Figura 27.

Empacado y posterior sellado del hongo deshidratado.



Una vez finalizada la parte de la fase experimental se procedió a llevar las muestras al Departamento de Nutrición y Calidad, en la estación experimental Santa Catalina INIAP, ubicada en la ciudad de Quito.

3.5.1.9. Metodología utilizada para la determinación de la capacidad antioxidante.

Se utilizó el método ABTS en la que se pesa 0,3 gramos de muestra seca en tubos plásticos de centrifugación, añadiendo 5 ml de la solución de extracción y se homogenizó por 5 min, luego se sometió por 10 min a un baño ultrasonido, posterior a ello se centrifugó y se colocó en un balón ámbar aforado de 25 ml. Finalmente se colocó la muestra en un espectro fotómetro Uv visible y se midió la absorbancia final de cada muestra por duplicado, a una longitud de onda de 734 nanómetros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización mediante análisis físico-químico la materia prima *Boletus luteus*.

Una de las características físicas significativas e influyentes en la capacidad antioxidante fue el color de la cutícula y esponja del hongo *Boletus luteus*, esto fue posible gracias a la determinación del color promedio mediante el selector *Site24x7* dando un color marrón rojizo para la cutícula y amarillo para la esponja.

4.1.1. Promedio del color de la cutícula y esponja del hongo *Boletus luteus*

Al utilizar el selector de código *Site24x7* se obtuvo el siguiente promedio de color para la cutícula del hongo. Tal como se muestra en la figura 28 y 29.

Figura 28.

Promedio del color para la cutícula del hongo Boletus luteus













N°	Color cutícula	HEX Código Hexadecimal	RGB			HSL		
			Rojos	Azul	Verde	Matiz	Saturación	Luminosidad
			%	%	%		%	%
1		#4a1b1a	75	27	26	5	48	19
2		#4c0d05	76	13	5	5	87	15
3		#4d1713	77	23	19	5	60	18
4		#4c130d	76	19	13	5	70	17
5		#4a100c	74	16	12	5	72	16
6		#4d0e0b	77	14	11	5	74	17
PROMEDIO		94,11	18,22	14,11	5	68,22	16,78	Marrón rojizo oscuro
		% Rojos combinados	% Azules combinados	% Verdes combinados	Matiz	% Saturación	% Luminosidad	

Figura 29.

Promedio del color amarillo para la esponja del hongo *Boletus luteus*

Unidades		HEX	RGB			HSL		
Color esponja	Código Hexadecimal	Rojos	Azul	Verdes	Matiz	Saturación	Luminosidad	
		%	%	%	%	%	%	
1		#d7c273	54.31	71	45.01	5	55	64
2		#d8a64d	64.7	68	40.09	5	64	57
3		#deb355	57.05	71	45.8	5	67	60
4		#d1a956	61.96	74	41.02	5	57	57
5		#d0a859	51.56	68	43.05	5	55	58
6		#d5b268	53.02	178	104	5	56	62
PROMEDIO		57,27	72,72	44,23	5	57,33	64,44	AMARILLO
		% Rojos combinados	% Azules combinados	% Verdes combinados	Matiz	% Saturación	% Luminosidad	

Como resultado se obtuvieron los siguientes promedios de color en el hongo *Boletus luteus*

- ✓ Marrón rojizo oscuro para la cutícula.
- ✓ Amarillo para la esponja.

Estos promedios de color se puede corroborar mediante los siguientes autores (De Michelis, et al., 2006), (Alonso & Patricio, 2005) (Carolina, Carolina, & Mario, 2016), quienes mencionan que el color característico de la cutícula del hongo debe ser un marrón rojizo, marrón,

marrón oscuro y de color amarillo para la esponja, colores que permiten diferenciar de los demás hongos que aún no alcanzan su estado de madurez, o que a su vez presentan otros colores que indican el deterioro del mismo.

4.1.2. Utilización de Tabla Munsell.

A continuación, se indican los colores, marrón rojizo de la cutícula y amarillo de la esponja en el hongo *Boletus luteus*, mediante la utilización de la Tabla Munsell como se indica en la figura 30 y 31.

Figura 30.

Color marrón rojizo para el color de la cutícula del hongo Boletus luteus.

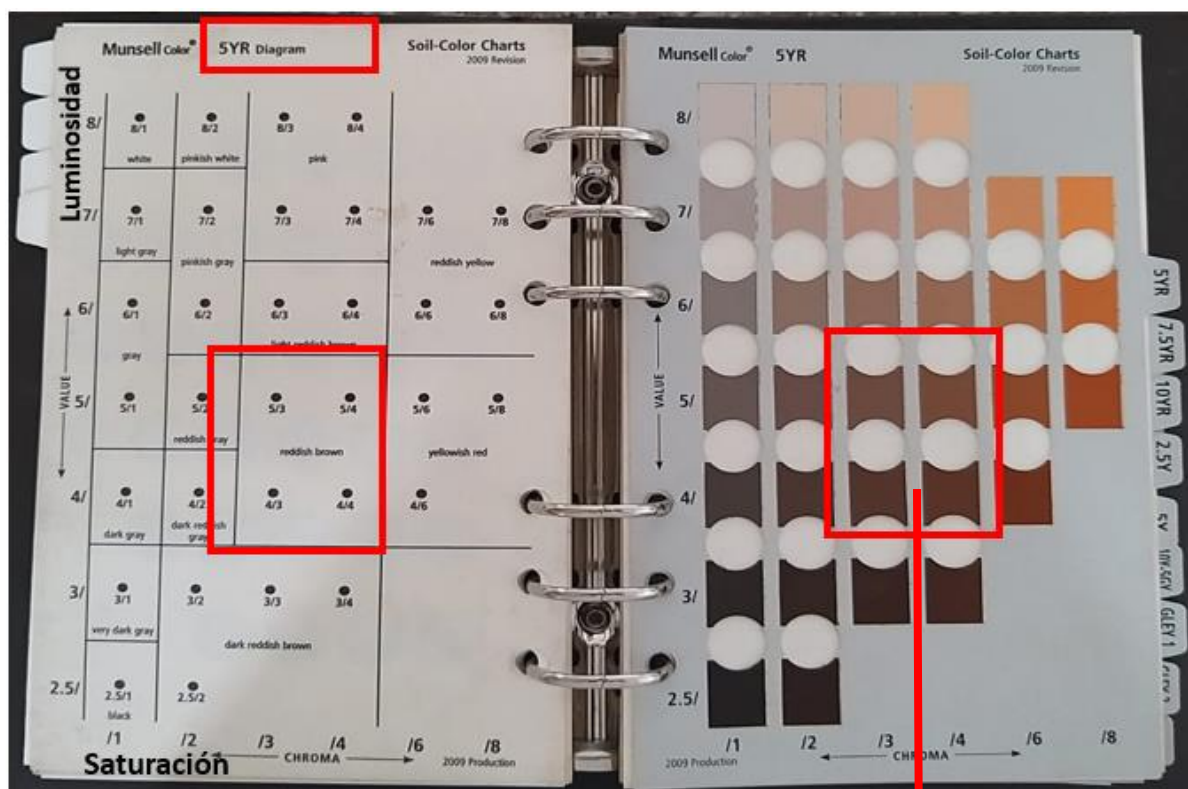
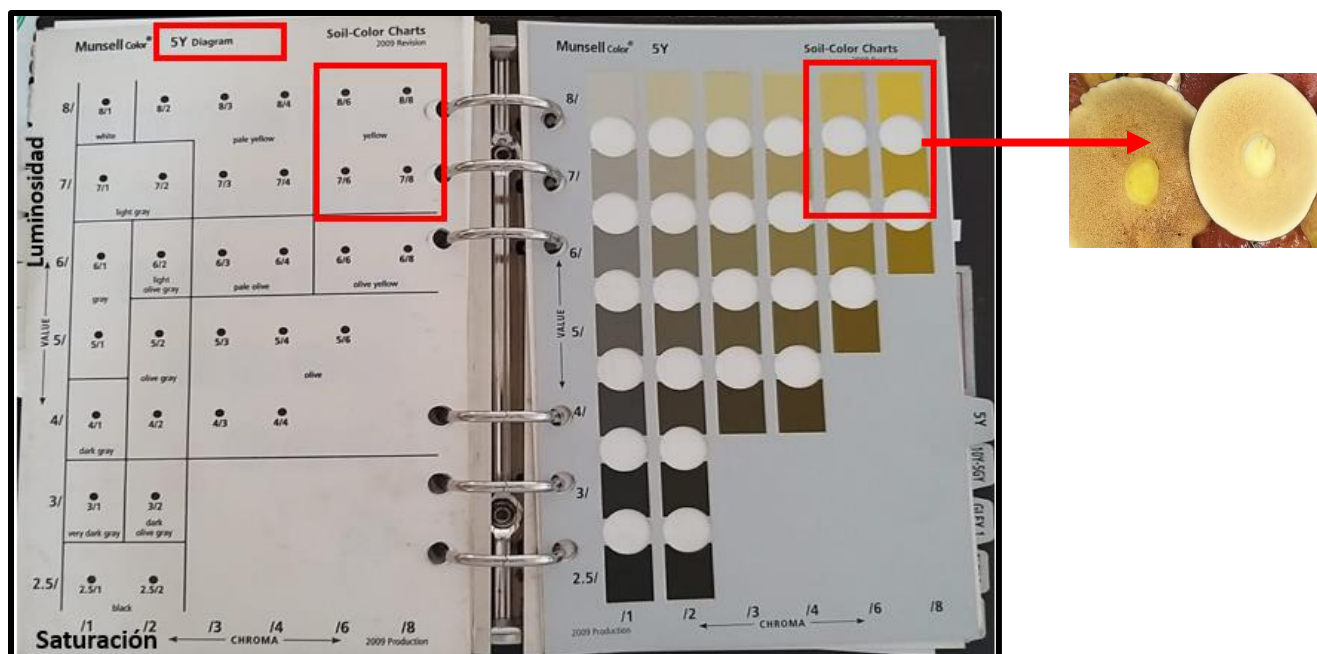


Figura 31.

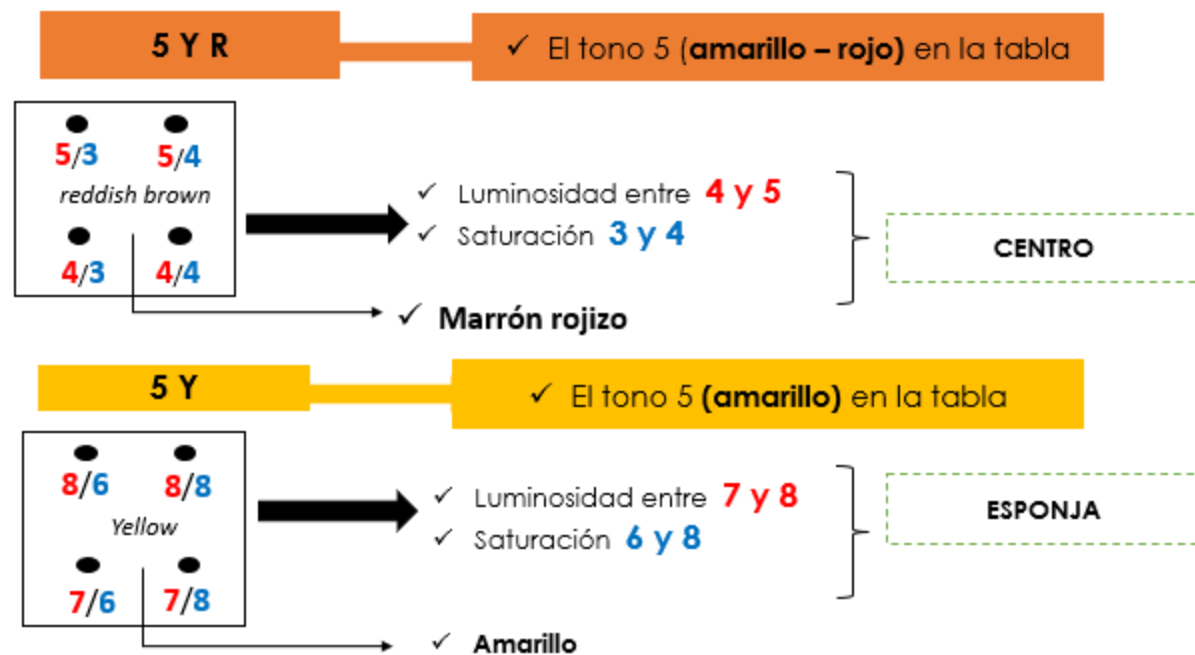
Color amarillo de la esponja del hongo Boletus luteus buscado mediante la Tabla Munsell.



Al caracterizar estos colores mediante la Tabla Munsell, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes, que se dan lectura a continuación en la figura 32.

Figura 32.

Resultados y lectura de colores en la Tabla Munsell.



El color marrón rojizo para la cutícula del hongo *Boletus luteus* en la Tabla Munsell se encuentra en el tono número 5 Y R, lo que significa que es el resultado de la mezcla de algunos amarillos y rojos hasta 5 tonos. Tiene una luminosidad (100%) que oscila entre los 4 y 5 es decir entre el 40% y 50%, una saturación (100%) que oscila entre 3 y 4, es decir entre el 30 % y 40 %.

El color amarillo para la esponja del hongo *Boletus luteus* en la Tabla Munsell se encuentra en el tono número 5 Y, lo que significa que es el resultado de la mezcla de algunos amarillos hasta 5 tonos. Tiene una luminosidad (100%) que oscila entre los 7 y 8 es decir entre el 70% y 80%, una saturación (100%) que oscila entre 6 y 8, es decir entre el 60 % y 80 %.

4.2. Determinación del diámetro del hongo *Boletus luteus*

Se determinó el diámetro del hongo *Boletus luteus* que es de 10 a 12 cm mediante el calibrador pie de rey, el cual permitió seleccionar los hongos que cumplan con el diámetro de acuerdo como lo mencionan los siguientes autores (Carolina, Carolina, & Mario, 2016) (De Michelis, et al., 2006) (Oceguera et al., s.f) (Vallejo et al., 2017) los cuales concuerdan en que el diámetro del hongo *Boletus luteus* debe ser entre 10 a 12 cm, el cual es un indicador de su estado de madurez conjuntamente con el color de la cutícula y esponja mencionados anteriormente.

4.3. Evaluación el efecto del metabisulfito de sodio y ácido cítrico sobre el contenido de la capacidad antioxidante en el producto deshidratado.

Al realizar los respectivos análisis de la capacidad antioxidante en todos los tratamientos se obtuvieron los siguientes resultados que se indican en tabla 15.

Tabla 15.

Resultados obtenidos de la capacidad antioxidante en cada uno de los tratamientos en el hongo Boletus luteus.

Metabisulfito de sodio	Ácido cítrico	Bloque	Capacidad antioxidante
100	2	1	218,98
100	5	1	221,45
100	8	1	223,79
200	2	1	238,15
200	5	1	249,39
200	8	1	263,49
300	2	1	279,12
300	5	1	285,32
300	8	1	292,78
0	0	1	201,56
100	2	2	217,09
100	5	2	220,89
100	8	2	221,98
200	2	2	242,21
200	5	2	255,82
200	8	2	267,93
300	2	2	269,99
300	5	2	283,09
300	8	2	294,08
0	0	2	200,87
100	2	3	219,98
100	5	3	221,75
100	8	3	222,41
200	2	3	240,39
200	5	3	257,14
200	8	3	259,94
300	2	3	277,03
300	5	3	287,98
300	8	3	293,69
0	0	3	200,69

En la tabla se muestran los resultados de la capacidad de antioxidantes obtenida por cada bloque experimental con sus respectivas combinaciones de dosis tanto de metabisulfito de sodio y ácido cítrico.

A continuación, se muestran los mejores resultados obtenidos bajo parámetros constantes que garantizan un porcentaje de humedad de acuerdo a la norma INEN 2719, en donde los mejores resultados obtenidos en los tres bloques al utilizar mayores concentraciones de aditivos alimenticios como es el caso de 300 mg/l H₂O de Metabisulfito de sodio y 8 g/l H₂O de Ácido cítrico, los cuales indican mayor capacidad antioxidante con un promedio de 293,52 μ m Trolox/g en referencia a los que no se utilizaron ningún pretratamiento con un valor promedio de 201.04 μ m Trolox/g dando una diferencia de 92,48 μ m Trolox/g (Autor, 2021). Tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16.

Resumen de promedio de la capacidad antioxidante utilizando mayores y menores concentraciones de Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico.

Humedad %	Capacidad Antioxidante μ m Trolox/g	Pretratamiento	
		MBS (mg/L)	AC (g/L)
12,03	293,52	300	8
11,69	201,04	100	2

Esto se debe a que el Metabisulfito de sodio y Ácido cítrico son aditivos que cumplen la función de ayudar a conservar la capacidad antioxidante en los alimentos, dichos aditivos pueden usarse de la forma que más se convenga en diferentes procesos y alimentos en la Industria Alimentaria bajo supervisión técnica y normas para alimentos (Bermúdez & Panta, 2020).

Tal es el caso de los siguientes alimentos deshidratados utilizando los siguientes pretratamientos antes de su deshidratación tal como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.

Autores que utilizaron pretratamientos antes de deshidratar la Materia Prima.

Alimento	Pretratamiento	Tipo de secado	C. Antioxidante $\mu\text{m Trolox /g}$	Autor
Tomate de árbol	Osmosis	Estufa	118,45 a 148,1	(Martínez C. , 2012)
Frambuesa	Ácido cítrico (5 g/l)	Bandeja	19,02 a 20,89	(Rodríguez, 2012)
Hierba buena	Bicarbonato de sodio (30 g/l)	Solar, y bandeja	25,4 a 64,02	(Pérez I. , 2019)

Se puede observar que, al utilizar diferentes pretratamientos, la posibilidad de aumentar la capacidad antioxidante en los alimentos es significativa.

4.3.1. Análisis de varianza (ADEVA).

En el análisis de varianza se puede observar los siguientes resultados:

- ✓ Un coeficiente de determinación de 0,99

Lo que significa que el 99 % del efecto en relación a la capacidad antioxidante del hongo deshidratado se produce debido a la combinación de los dos aditivos alimenticios utilizados (300 mg/l H₂O de Metabisulfito de sodio con 8 g/l H₂O de Ácido cítrico).

- ✓ Un coeficiente de variación de 1.12

Esto se debe a que el experimento fue homogéneo en cuanto a la selección de los bloques completamente al azar, por lo tanto, se puede mencionar que el experimento es confiable.

Por otro lado, los valores de p valor, tanto para el metabisulfito de sodio, ácido cítrico y la interacción entre ambos, son menores al 5 %, (<0.001 , <0.001 y 0.0002) respectivamente lo que refiere que hay una diferencia significativa, esto se debe a que que las dosis utilizadas dan resultados diferentes en cada uno de los tratamientos.

Mientras que, para los bloques, el p valor es mayor al 5%, (0.7814) lo que significa que no hay diferencia significativa entre bloques, debido a que en todos los bloques se utilizaron las dosis establecidas de cada aditivo alimenticio (100, 200, 300) mg/l H₂O de Metabisulfito de sodio con (2, 5, 8) g/L H₂O de Ácido cítrico, tal como se indica en la tabla 18.

Tabla 18.

Resultados del Análisis de Varianza

Variable		N	R ₂	R ² AJ	CV
C. antioxidante		30	0,99	0,99	1,12
F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
MODELO	27047,02	11	2458,82	322,04	< 0,0001
Metabisulfito de sodio	25682,58	3	8560,86	1121,24	< 0,0001
Ácido cítrico	1054,49	2	527,25	69,05	< 0,0001
MBS * AC	306,14	4	76,53	10,02	0,0002
Bloque	3,82	2	1,91	0,25	0,7814
Error	137,43	18	7,64		
Total	27184,46	29			

En la tabla 18 se indican los valores de p-valor para cada uno de los factores en estudio en el que se puede observar sus respectivos valores mismos que demuestran que el experimento fue confiable.

A continuación, en la tabla 19 se muestran los análisis de factores por separado.

Tabla 19.

Análisis de factores por separado.

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 4,50885

Error: 7,6352 gl: 18

Metabisulfito de sodio	Medias	n	E. E	
300	284,79	9	1,13	A
200	252,75	9	1,13	B
100	220,71	9	1,13	C
0	200,71	3	1,95	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ácido cítrico	Medias	n	E. E	
8	260,01	9	1,13	A
5	253,65	9	1,13	B
2	244,77	9	1,13	C
0	200,71	3	1,95	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

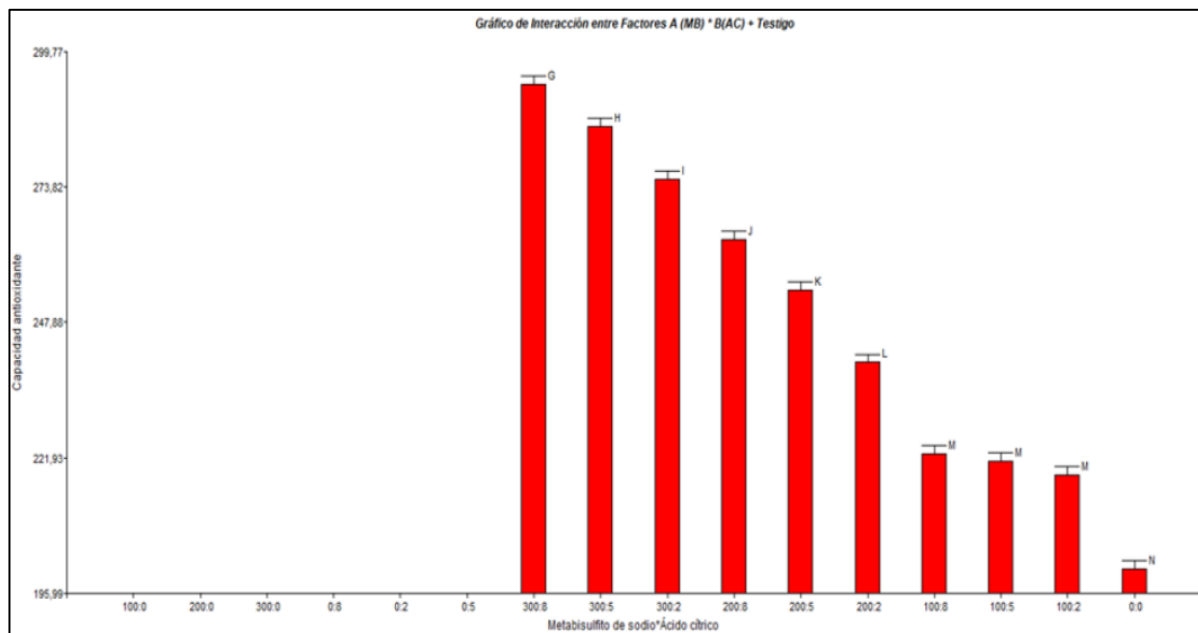
Al ser todos los valores diferentes y de forma lineal se establece lo siguiente:

Los valores del Metabisulfito de sodio son más altos que los del Ácido cítrico, ya que el metabisulfito de sodio según (INEOS, 2018) menciona que se forma mediante una reacción química, entre el azufre y el oxígeno ambos en estado puro, en donde el oxígeno es más estéril, produciendo niveles de pureza excepcionales en el metabisulfito de sodio de forma consistente, haciéndolo un aditivo mucho más concentrado que ayuda a conservar la capacidad antioxidante, a diferencia del ácido cítrico.

A continuación, en la figura 33 se muestra la interacción que hay entre los factores y el testigo.

Figura 33.

Gráfica de la interacción entre factores y testigo.



El mejor tratamiento se da entre la interacción de 300 mg/ L H₂O de Metabisulfito de sodio y 8 g/ L H₂O de Ácido cítrico, dando una mayor concentración de capacidad antioxidante que rodea los 299,77 µm Trolox/g.

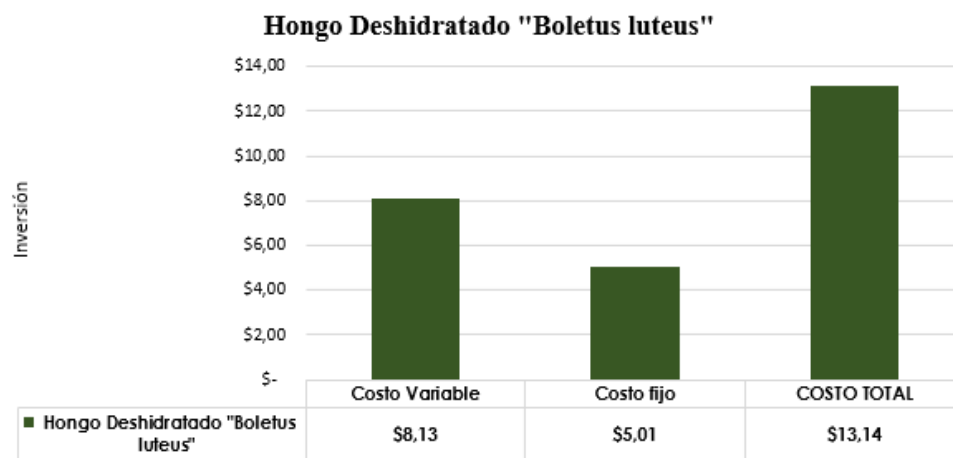
4.4. Estimación del costo de producción del hongo deshidratado

Para la estimación del costo de producción, se tomó en cuenta la mano de obra directa MOD, materia prima directa MPD y el costo indirecto de fabricación CIF, dando un costo total de USD \$ 13,14 en el cual la presentación de 50 gramos, tiene un costo unitario de USD \$ 6,57 precio que es aceptable en el mercado para este tipo de hongo deshidratado.

A continuación, se muestra en la figura 34 y 35 lo descrito anteriormente.

Figura 34.

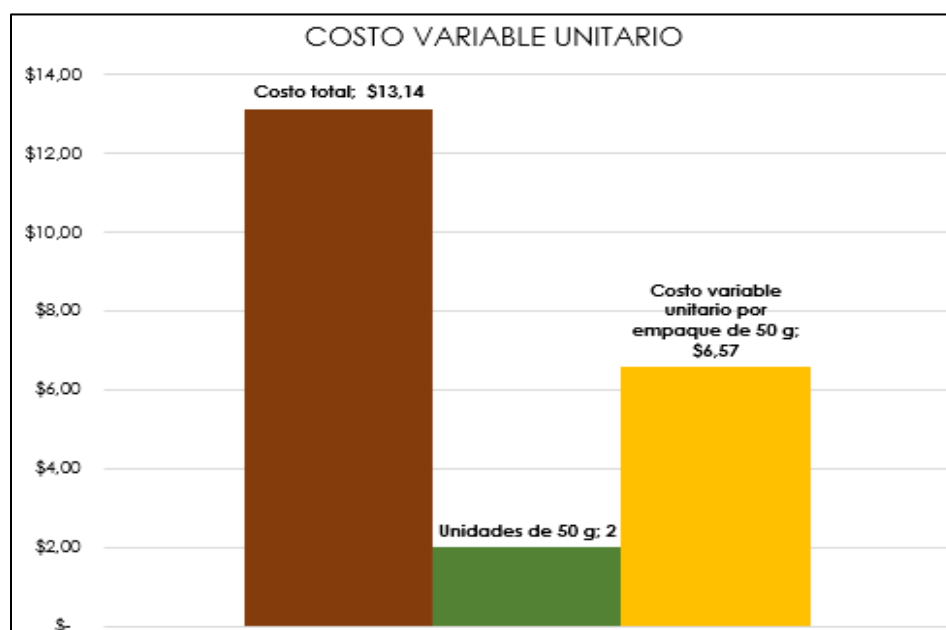
Costo total del hongo deshidratado.



El costo variable son costos que van a ir cambiando en base al nivel de producción que haya en la empresa, mientras que el costo fijo son costos que independientemente del nivel de producción se deben pagar. Si bien estos precios pueden variar de acuerdo a la demanda que pueda llegar a tener este producto, y su nivel de producción.

Figura 35.

Costo variable unitario.



En el mercado una de las presentaciones que más se maneja son las envolturas de 50 gramos para cualquier tipo de hongo deshidratado. Sin embargo, existen precios muy elevados de otro tipo de hongos como es el caso del hongo comestible shiitake mismo que no tienen ningún tipo de pretratamiento al momento de su deshidratación pero que su valor oscila entre los USD \$ 25, 00 los 50 gramos. Esto puede ser un indicador de que se puede mejorar la presentación del hongo *Boletus luteus* en cuanto a su valor nutricional y comercialización.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ La caracterización del color marrón rojizo de la cutícula y amarillo de la esponja en el hongo *Boletus luteus* mediante la tabla Munsell garantiza su estado de madurez que junto con el pretratamiento utilizado influyen directamente sobre la capacidad antioxidante.
- ✓ Se acepta la hipótesis afirmativa puesto que el metabisulfito de sodio y ácido cítrico (como pre tratamiento) conservan en mayor medida el contenido de capacidad antioxidante en el hongo *Boletus luteus* deshidratado.
- ✓ La utilización del pretratamiento con sus valores más altos 300 mg de MB y 8 g de Ácido cítrico permitió obtener una capacidad antioxidante de 293,52 $\mu\text{m Trolox/g}$ mayor al deshidratado sin pretratamiento 201,04 $\mu\text{m Trolox/g}$, con una diferencia de 92,48 $\mu\text{m Trolox/g}$, esto se debe a que los aditivos utilizados actúan como conservantes de la capacidad antioxidante.
- ✓ El % de humedad que tiene el hongo *Boletus luteus* deshidratado de la empresa "URCUSISA", es del 5 % pero visiblemente su capacidad antioxidante es menor con un valor de 167,72 $\mu\text{m Trolox/g}$ esto se debe a que las condiciones de deshidratado no fueron las adecuadas, en comparación con el hongo que fue deshidratado en condiciones controladas para tener una humedad del 12 % según la norma INEN 2719, en donde su capacidad antioxidante se ha mantenido considerablemente con un valor de 293,52 $\mu\text{m Trolox/g}$.

- ✓ El proceso de deshidratación en esta investigación presentó un costo de consumo eléctrico de 0,95 ctv a diferencia de la empresa URCUSISA que fue de USD\$ 1,52 en donde uno de los rubros económicos más altos es el consumo eléctrico durante la deshidratación, mismo que al ser controlado disminuye costos de producción.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Aplicar otro tipo de pretratamiento y factores de deshidratado con la finalidad de conservar de mejor manera la capacidad antioxidante en el producto.
- ✓ Continuar con estudios sobre la composición físico química y compuestos bioactivos de interés en el hongo *Boletus luteus* usando diferentes metodologías.
- ✓ Profundizar el estudio del contenido de la capacidad antioxidante del hongo *Boletus luteus* haciendo una comparación con otro alimento que aporte antioxidantes a la hora de consumirlo.

BIBLIOGRAFÍA

- Almonacid, C. (Diciembre de 2012). *Universidad Autónoma de Madrid*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid: http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion/pdfs_a_descargar/color.pdf
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidants: present perspective for the human health. *Rev Chil Nutr Vol. 42, N°2, 7*.
- Jaworska, G., Pogón, K., Bernás, E., Skrzypczak, A., & Kapusta, I. (2014). Vitamins, phenolics and antioxidant activity of culinary prepared *Suillus luteus* (L.) Roussel mushroom. *LWT - Food Science and Technology*, 6.
- Jiménez Santos , J. (30 de Abril de 2021). <http://www.amanitacesarea.com/>. Obtenido de <http://www.amanitacesarea.com/>: <http://www.amanitacesarea.com/suillus-luteus.html>
- Sánchez , J., & Mata, G. (2012). Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica. En J. Sánchez, & G. Mata, *Investigación y desarrollo en un entorno multicultural* (pág. 398). Tapachula, Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur.
- Academi Online. (2018). *Testo Argentina SA*. Obtenido de Testo Argentina SA: <https://www.academiatesto.com.ar/cms/temperatura-del-bulbo-humedo>
- Alibaba. (27 de Febrero de 2022). *Alibaba.com*. Obtenido de Alibaba.com: https://spanish.alibaba.com/p-detail/High-1600229108756.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.588a603aWNLxnu
- Alonso, G., & Patricio, C. (25 de Noviembre de 2005). *Guía para la producción de hongos silvestres deshidratados*. Obtenido de Guía para la producción de hongos silvestres deshidratados.: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/12347%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/12347%20(4).pdf)
- Álvarez, L. (8 de Julio de 2020). *Repositorio Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica del Norte: <file:///E:/DESHIDRATA%20C3%93N/Deshidrataci%C3%B3n%20de%20hojas%20de%20Ortiga%20verde%20UTN.pdf>
- Ardón, C. (Octubre de 2007). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA : http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf
- Arias, M. (2 de Marzo de 2022). *Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería Departamento de Física*. Obtenido de Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería Departamento de Física.: <https://sites.google.com/site/laboratoriodefisicafiluz/practicas-de-laboratorio/practica-no-1/instrumentos-de-medicin/el-vernier-o-calibrador>

- Asociación Micológica Fungipedia. (30 de Octubre de 2020). *Catálogo de setas y hongos*. Obtenido de Catálogo de setas y hongos: <https://www.fungipedia.org/hongos/pleurotus-ostreatus.html>
- Atlas export. (7 de Noviembre de 2020). *ATLAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES S.A.* Obtenido de ATLAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES S.A: <https://www.atlas-export.cl/hongos-boletus-luteus/>
- Bermúdez, & Panta. (2 de Octubre de 2020). *Efectos del 4-hexilresorcinol y metabisulfito de sodio sobre la melanosis en camarones frescos (Penaeus vannamei)*. *Revista Bio Ciencia*. Obtenido de Efectos del 4-hexilresorcinol y metabisulfito de sodio sobre la melanosis en camarones frescos (Penaeus vannamei). *Revista Bio Ciencia*: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33802019000100115&script=sci_arttext&lng=es
- Bin Sun, L., Yong Zhang, Z., Xin, G., Xin Sun, B., Jing Bao, X., Yun Wei, Y., . . . Ran Xu, H. (2020). Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 12.
- Biolatto, L. (19 de Marzo de 2020). <https://mejorconsalud.as.com/>. Obtenido de Hongos comestibles y sus aportes a la salud: <https://mejorconsalud.as.com/hongos-comestibles-y-sus-aportes-a-la-salud/>
- Bissanti, G. (15 de Mayo de 2019). *UN MUNDO ECOSOSTENIBLE* . Obtenido de UN MUNDO ECOSOSTENIBLE : <https://antropocene.it/es/2019/05/15/suillus-luteus/>
- Bolívar, G. (28 de Abril de 2014). <https://www.lifeder.com>. Obtenido de <https://www.lifeder.com>: <https://www.lifeder.com/volumen-especifico/>
- Cabascango, O. (17 de Mayo de 2019). *Evaluación del efecto de tres métodos de secado sobre la actividad antioxidante y fenoles totales de la uvilla Physalis peruviana L.* Obtenido de Evaluación del efecto de tres métodos de secado sobre la actividad antioxidante y fenoles totales de la uvilla Physalis peruviana L.: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9230/1/03%20EIA%20481%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Cano, A., & Romero, L. (14 de Enero de 2016). *Laboratorio de Etnobotánica*. Obtenido de Laboratorio de Etnobotánica: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n1/art11.pdf>
- Cano, O. (Marzo de 2014). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"*. Obtenido de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO": <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/296/40027s.pdf?sequence=1>
- Carlos, C. (Febrero de 2018). *TABLA MUNSELL: TEORÍA Y PRÁCTICA*. Obtenido de TABLA MUNSELL: TEORÍA Y PRÁCTICA: https://www.researchgate.net/publication/328429023_TABLA_MUNSELL_TEORIA_Y_PRACTICA

- Carolina, T., Carolina, B., & Mario, R. (2016). *Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la Región Andino Patagónica Argentina. Manual N° 17*. Obtenido de Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la Región Andino Patagónica Argentina. Manual N° 17: <https://sib.gob.ar/especies/suillus-luteus>
- Castro, K. (2014). VALIDACIÓN DE DESHIDRATACIÓN CONVENCIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL HONGO COMESTIBLE PLEUROTUS SOJAR CAJU. *Researchgate*, 12.
- Christiane Ivens . (30 de Abril de 2021). <https://www.atlas-export.cl/>. Obtenido de <https://www.atlas-export.cl/>: https://www.atlas-export.cl/wp-content/files_mf/1371439819atlas_ficha_hongos_boletus_luteus.pdf
- Chromaflo Technologies. (3 de Abril de 2021). *Chromaflo Technologies*. Obtenido de Chromaflo Technologies: <https://chromaflo.com/es/teoria-del-color/caracteristicas-del-color/>
- Cocina solar. (31 de Octubre de 2018). *Cocina con el Sol es limpio y saludable*. Obtenido de Cocina con el Sol es limpio y saludable: <https://gastronomiasolar.com/deshidratado-de-frutas-verduras/>
- CODEX ALIMENTARIUS. (2019). *Normas internacionales de los alimentos*. Obtenido de Normas internacionales de los alimentos: http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- Cromtek. (13 de Enero de 2022). *MEDIDOR DE COLOR: SU IMPORTANCIA EN CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS*. Obtenido de MEDIDOR DE COLOR: SU IMPORTANCIA EN CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS: <https://www.cromtek.cl/2020/08/07/medidor-de-color-su-importancia-en-el-control-de-calidad-de-alimentos/>
- De Michelis, et al. (2006). Hongos comestibles: Teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación. En A. De Michelis, & M. Rajchenberg, *Hongos comestibles: Teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación*. (pág. 160). Centro Regional Patagonia Norte: Ediciones INTA.
- Delmoro, J. (7 de Octubre de 2010). *EL COLOR EN LOS ALIMENTOS DETERMINACIÓN DE COLOR EN MIELES*. Obtenido de EL COLOR EN LOS ALIMENTOS DETERMINACIÓN DE COLOR EN MIELES: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010.pdf>
- Dixon, & Moe. (2021). *CÓDIGOS DE COLOR HTML PRIVACY POLICE*. Obtenido de CÓDIGOS DE COLOR HTML PRIVACY POLICE: <https://htmlcolorcodes.com/es/>
- Echeverriarza, D. M. (2020). *UNESCO*. Obtenido de Educación MERCOSUR: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>

- El comercio. (2 de Julio de 2019). Los hogos se abren paso en la gastronomía ecuatoriana. *Gastronomía*. Obtenido de Los hongos se abren paso en la gastronomía ecuatoriana: <https://www.elcomercio.com/tendencias/especies-hongos-recetas-gastronomia-ecuador.html#:~:text=El%20m%C3%A1s%20conocido%20en%20el,enoki%2C%20portobello%2C%20entre%20otros.>
- El Poder del Consumidor. (3 de Octubre de 2017). *elpoderdelconsumidor.org/*. Obtenido de elpoderdelconsumidor.org/: <https://elpoderdelconsumidor.org/2017/10/poder-los-hongos-comestibles/>
- Fang, Z. (Junio de 2017). *Métodos analíticos para la determinación de vitaminas en los alimentos*. Universidad Complutense. Obtenido de Métodos analíticos para la determinación de vitaminas en los alimentos. Universidad Complutense: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ZHONGWEI%20FANG.pdf>
- Fen. (19 de Enero de 2015). *FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN*. Obtenido de FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN: <https://www.fen.org.es/blog/principales-funciones-de-los-minerales-en-la-alimentacion/>
- Fito, P., Grau, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Francisco, D. I. (2017). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de repositorio.uta.edu.ec: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25559/1/Tesis%20I.%20M.%20382%20-%20De%20la%20Vega%20S%C3%A1nchez%20Francisco%20Franco.pdf>
- Fuertes, J. S. (2 de Junio de 2004). *La densidad es una propiedad intensiva de la materia (pero su medida no)*. Obtenido de La densidad es una propiedad intensiva de la materia (pero su medida no): <https://www.redalyc.org/pdf/570/57063201.pdf>
- Funes, A. (22 de Enero de 2019). *El león del Español*. Obtenido de Cómo calcular el volúmen de las figuras geométricas.: https://www.lespanol.com/como/calcular-volumen-figuras-geometricas/370213178_0.html
- Fungiwebecuator. (19 de Septiembre de 2019). *PUCE*. Obtenido de PUCE: <https://bioweb.bio/fungiweb/Introduccion>
- Gabriel, M. A. (2020). *Universidad Nacional Agraria La Molina; Facultad de Industrias Alimentarias*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina; Facultad de Industrias Alimentarias: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4507/moreno-aliaga-angel-gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, E. (2003). *Departamento de Tecnología de Alimentos*. Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.:

- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinaci%C3%B3n%20de%20pr%20o%20teinas.pdf>
- Gomez, N. (10 de Febrero de 2015). *Slideshare Secado de Alimentos*. Obtenido de Slideshare Secado de Alimentos: <https://es.slideshare.net/nicolasmendez7509/secado-de-los-alimentos>
- Henan Nanyang . (9 de Noviembre de 2020). *Henan Nanyang Environmental Protection Machinery Co., Ltd.* Obtenido de Henan Nanyang Environmental Protection Machinery Co., Ltd.: <http://www.nanyangmachine.com/conveyor-belt-dryer/fruit-conveyor-belt-dryer.html#:~:text=EI%20secador%20de%20cinta%20transportadora%20de%20fruta%20es%20un%20equipo,verduras%20frescas%20o%20de%20temporada.&text=Seg%C3%BA%20las%20caracter%C3%ADsticas%20de%20>
- Honeyman, J. (2009). Antioxidantes. *Educación Médica Continua*, 13.
- INAMHI. (23 de Febrero de 2022). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: <http://www.inamhi.gob.ec/>
- Inecol. (26 de Junio de 2017). *INECOL*. Obtenido de La importancia nutricional y medicinal de los hongos cultivados: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/234-la-importancia-nutricional-y-medicinal-de-los-hongos-cultivados>
- INEN. (19 de Marzo de 2021). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2719.pdf>
- INEN 2719. (2013). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2719.pdf>
- INEOS. (2018). *INEOS Calabrian*. Obtenido de INEOS Calabrian: <https://www.ineos.com/globalassets/ineos-group/businesses/ineos-enterprises/businesses/ineos-calabrian/products/sodium-metabisulfite/ineos-calabrian-smbs-sales-sheet-sp-1.pdf>
- Infoagro Systems, S.L. (31 de Octubre de 2020). *Infoagro*. Obtenido de Infoagro: <https://www.infoagro.com/forestales/champinyon.htm>
- Irene, R., & Cristina, A. (2017). The beneficial role of edible mushrooms in human health. *Food Science*, 7.
- Issuu. (6 de Octubre de 2019). *DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS*. Obtenido de DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS: https://issuu.com/sebssemi.2409/docs/presentacion_frutas.pptx
- Javier Orna et al. (18 de Junio de 2018). *Design and construction of an automatic dryer for cacao a rotating type of hot air base for a capacity of 500 kg*. Obtenido de Design and construction of an automatic dryer for cacao a rotating type of hot air base for a capacity of 500 kg: <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061015/html/>

- Justino, P. (2014). *Manual del uso del pie de rey para la medición del diámetro interno y externo de un DVD.CD*. Obtenido de Manual del uso del pie de rey para la medición del diámetro interno y externo de un DVD.CD.: <https://es.scribd.com/document/231836270/PIE-DE-REY-PEREZ-ZUNIGA-pdf>
- Katusca, J. (Junio de 2013). *DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL EXOCARPIO COMO INDICADOR DE DESARROLLO FISIOLÓGICO Y MADUREZ EN LA GUAYABA PERA (Psidium guajava cv. Guayaba pera), UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES*. Obtenido de DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL EXOCARPIO COMO INDICADOR DE DESARROLLO FISIOLÓGICO Y MADUREZ EN LA GUAYABA PERA (Psidium guajava cv. Guayaba pera), UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n19/n19a07.pdf>
- Komen, S. (25 de Noviembre de 2020). *komen.org*. Obtenido de [komen.org](https://www.komen.org/espanol/cancer-de-seno/supervivencia/terapias-complementarias/vitamina-b6/): <https://www.komen.org/espanol/cancer-de-seno/supervivencia/terapias-complementarias/vitamina-b6/>
- Llanos , Á. (4 de Octubre de 2012). *OPERACIÓN DE SECADO EN UN SECADOR DE BANDEJAS*. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/doc/109002576/OPERACION-DE-SECADO-EN-UN-SECADOR-DE-BANDEJAS>
- Llavata, B., García, J., Simal, S., & Cárcel, J. (2019). Innovative pre-treatmentS to enhance food DRYING: a current review. *Current Opinion in Food Science*, 21.
- Luis Rodríguez. (9 de Noviembre de 2020). *Vive la naturaleza*. Obtenido de Suillus luteus – Boletó anillado: <https://www.vivelanaturaleza.com/setas-hongos/suillus-luteus-boletó-anillado/>
- Lyn, H., Adilah, M., Khaizura, Jamilah, & Hanani, N. (2020). Aplicación de atmósfera modificada y envasado activo para hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Food Packaging and Shelf Life*, 6.
- Mariaca, C., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. *Rev Asoc Colomb Dermatol* , 12.
- Martínez, A., Rodríguez, N., Zacarías, E., & Méndez, I. (2018). LA HUMEDAD EN LA ATMÓSFERA Bases físicas, instrumentos y aplicaciones. *UNIVERSIDAD DE COLIMA*, 267.
- Martínez, C. (Noviembre de 2012). “*EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (Cyphomandra betacea)*”. Obtenido de “EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (Cyphomandra betacea)”: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3158/1/AL497.pdf>
- MendlinePlus. (22 de Octubre de 2018). *medlineplus.gov*. Obtenido de [medlineplus.gov](https://medlineplus.gov/spanish/minerals.html#:~:text=Estos%20incluyen%20calcio%2C): <https://medlineplus.gov/spanish/minerals.html#:~:text=Estos%20incluyen%20calcio%2C>

%20f%C3%B3sforo%20magnesio,una%20amplia%20variedad%20de%20alimentos

- Menon, A., Stojceska, V., & Tassou, S. (2020). A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 10.
- Mera, R. (Enero de 2019). *REPOSITORIO PUCE QUITO*. Obtenido de REPOSITORIO PUCE QUITO: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16534>
- Michelis, A., & Ohaco, E. (2020). *Deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos*. Obtenido de Deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos: <file:///E:/BOLETUS%20LUTEUS/Art%C3%ADculos%20sobre%20deshidratado%20de%20HONGOS/DOSIS%20METABISULFITO%20DE%20SODIO%20EN%20BOLETUS%20LUTEUS.pdf>
- Montes, A., Vargas, E., Lorenzo, J., Romero, L., & Santos, E. (2020). Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products. *Current Opinion in Food Science*, 19.
- Municipio de Oatavalo. (9 de Noviembre de 2020). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo: <https://www.otavalo.gob.ec/otavalo/situacion-geografica.html>
- Negocios Ambientales Productivos-Consultorias SAC. (13 de Noviembre de 2020). *Hongos del bosque*. Obtenido de Hongos del bosque: <https://hongosdelbosque.pe/producto/hongos-deshidratados-01-tm>
- Nieves, D., & Isaac, T. (18 de Febrero de 2022). *Espectrofotometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. Obtenido de Espectrofotometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas.: https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf
- Oceguera et al. (s.f). DESHIDRATACIÓN DE UN HONGO COMESTIBLE (PLEUROTUS OSTREATUS) CON Y SIN ATEMPERAMIENTO. *Departamento de graduados e Investigación en alimentos*, 1.
- Ochoa, S. H. (31 de Octubre de 2020). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA*. Obtenido de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Secado.pdf>
- Okdiario. (27 de Septiembre de 2017). *okdiario.com*. Obtenido de okdiario.com: <https://okdiario.com/salud/que-alimentos-que-aportan-minerales-70459>
- Oscar. (2013). *Universidad Complutense de Madrid*. Obtenido de Catálogo de experiencias de cátedra para la docencia de física general: https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2013-11-08-03_00_Density_of_solids.pdf

- Otavalo, G. (2020). *Municipio de Otavalo*. Obtenido de Municipio de Otavalo: <https://www.otavalo.gob.ec/otavalo/situacion-geografica.html>
- Page, V. (25 de Noviembre de 2020). *Salud Integral de la mujer Hongos comestibles*. Obtenido de Salud Integral de la mujer Hongos comestibles: <https://saludintegraldelamujer.com/hongos-comestibles/>
- Pedro, F. M. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. Obtenido de Introducción al secado de alimentos por aire caliente.: https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Pérez, I. (2019). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/4/66.pdf>
- Pérez, M. A. (Agosto de 2009). *Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n Dimensiones*. Obtenido de Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n Dimensiones: <https://udesacristianreynaga.com/assets/bibliografia/AlonsoPeMA-color.pdf>
- Pérez, M., & Ruano, A. (Septiembre de 2004). *Vitaminas y salud Elsevier*. Obtenido de Vitaminas y salud Elsevier: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-vitaminas-salud-13065403#:~:text=Las%20vitaminas%20son%20sustancias%20org%C3%A1nicas,peque%C3%B1as%20cantidades%3A%20los%20llamados%20micronutrientes.>
- Philips. (2021). *Soporte de productos/ Preguntas frecuentes*. Obtenido de Soporte de productos/ Preguntas frecuentes.: <https://www.lighting.philips.com.ar/soporte/soporte-de-productos/preguntas-frecuentes/white-light-and-colour/what-does-rgb-led-mean#:~:text=LED%20RGB%20significa%20LED%20rojo,formado%20por%20los%20LED%20RGB.>
- Powdertronic. (9 de Noviembre de 2020). *Liquid and powder coating systems*. Obtenido de Liquid and powder coating systems: <https://powdertronic.com/horno-de-secado-y-otros-metodos-2/>
- Quiceno, H. D. (5 de Julio de 2010). *A review of the concept of density: the implication of the structural concepts in the process of teaching-learning*. Obtenido de A review of the concept of density: the implication of the structural concepts in the process of teaching-learning: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-UnaRevisionDelConceptoDeDensidad-4040358.pdf>
- Químico, L. (13 de Enero de 2022). *Laboratorio Químico*. Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/quimica-general/las-propiedades-de-la-materia/que-es-el-volumen.html>
- Quizama, S., & Ciccio, J. (2020). *DESHIDRATACIÓN Y DESECADO DE FRUTAS, HORTALIZA Y HONGOS*. Obtenido de

- https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25849/mod_resource/content/1/inta_secado-de-frutas-y-verduras.pdf
- Ramiro, C. A. (Diciembre de 2012). *Descripción del modelo de color HSL (Hue, Saturación, Lighthness)*. Obtenido de Descripción del modelo de color HSL (Hue, Saturación, Lighthness): http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion/pdfs_a_descargar/color.pdf
- Ramos, I. R. (Enero de 2015). *Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja (CTICH)*. Obtenido de Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja (CTICH): <https://www.adenyd.es/wp-content/uploads/2015/02/Informe-sobre-champi%C3%B1-y-setas.pdf>
- Raúl, M. J. (23 de Diciembre de 2018). *Velocidad de secado en tres tipos de secadres solares del Aguaymanto*. Obtenido de Velocidad de secado en tres tipos de secadres solares del Aguaymanto: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v28n2/0718-3305-ingeniare-28-02-248.pdf>
- Rettig, M., & Hen, A. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Food and Technology Science*, 10.
- Rodriguez, A. (2012). *EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DEL PRETRATAMIENTO OSMÓTICO EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE FRAMBUESAS VARIEDAD HERITAGE*. Obtenido de EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DEL PRETRATAMIENTO OSMÓTICO EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE FRAMBUESAS VARIEDAD HERITAGE: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/134928/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Roncero, I. (Enero de 2015). *Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja (CTICH)*. Obtenido de Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja (CTICH): <https://www.adenyd.es/wp-content/uploads/2015/02/Informe-sobre-champi%C3%B1-y-setas.pdf>
- Ruiz, A. (28 de Octubre de 2010). *webconsultas, revista de salud y bienestar*. Obtenido de webconsultas, revista de salud y bienestar: <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/micronutrientes/vitaminas/vitamina-b6-1817>
- Salas et al. (2003). *Rev. Per. Quím. Ing. Quim Vol 6 N° 1, 5*.
- Saludresponde. (25 de Noviembre de 2020). *saludresponde.org*. Obtenido de saludresponde.org: <https://saludresponde.org/nutricion/15-alimentos-ricos-en-vitamina-b6/>
- Senado et al. (25 de Junio de 2014). <http://repositorio.unh.edu.pe/>. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/105/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Senado, J. (2014). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA*. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/105/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Setas Colombianas. (30 de Octubre de 2020). *Setas de Cuivá*. Obtenido de Setas de Cuivá: <https://www.champinonessetasdecuiva.com/los-champinones-son-fuente-de-las-siguientes-vitaminas-setas-de-cuiva/>
- Seuss, D. (13 de Enero de 2022). *Control De Color En La Industria Alimenticia*. Obtenido de Control De Color En La Industria Alimenticia: <https://public.jenck.com/notijenck/uploads/control-del-color-en-la-industria-alimenticia.pdf>
- Sintes, M. B. (19 de Enero de 2022). *CSS: Colores*. Obtenido de CSS: Colores: <https://www.mclibre.org/consultar/htmlcss/css/css-color.html>
- Skrobiszewski, A., Ogorek, R., Plaskowska, E., & Gladkowski, W. (2013). *Pleurotus ostreatus* como fuente de enoato reductasa. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 6.
- Smith LLC, K. (3 de Abril de 2019). *Sensational color*. Obtenido de Sensational color: <https://www.sensationalcolor.com/hue-value-chroma/#:~:text=Value%20is%20the%20lightness%20or,can%20have%20a%20dark%20value.>
- Sofia, B. C. (2014). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4170/IAatoms021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solerpalau. (9 de Abril de 2018). *El Blog de la ventilación eficiente*. Obtenido de El Blog de la ventilación eficiente: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/>
- Sormac B.V. (9 de Noviembre de 2020). *Sormac*. Obtenido de Sormac: <https://www.sormac.eu/es/maquinaria/tunel-de-secado-por-aire/>
- Toledo, C., Barroetaveña, C., & Rajchenberg, M. (9 de Noviembre de 2020). *Sistema de Información de Biodiversidad*. Obtenido de Sistema de Información de Biodiversidad: <https://sib.gob.ar/especies/suillus-luteus>
- Toledo, M. (8 de Mayo de 2010). Obtenido de <https://www.decoestilo.com/articulo/la-luminosidad-del-color/>
- Toledo, M. (18 de Febrero de 2022). *Medición de la densidad*. Obtenido de Medición de la densidad: https://www.mt.com/int/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html
- Torre, F. D. (18 de Febrero de 2001). *Apuntes de espectrofotometría*. Obtenido de Apuntes de espectrofotometría:

- <http://www.bioquimica.ucv.cl/paginas/central/bioquimica%20clinica/apuntes%20de%20e-spectrofotometria.pdf>
- Turismo, Corporación Rochense de. (2021). <http://turismorocha.gub.uy/>. Obtenido de <http://turismorocha.gub.uy/>: <http://turismorocha.gub.uy/sabores-de-rocha/productos/de-la-tierra/hongos-silvestres>
- UCE. (19 de Julio de 2019). *Facultad de Ingeniería Química*. Obtenido de Facultad de Ingeniería Química: <http://www.iquce.edu.ec/index.php/es/lab-opun/equipos-opu2/secador-de-bandejas>
- UCTICCE. (19 de Septiembre de 2019). *Material volumétrico: para medir volúmenes exactos*. Obtenido de Material volumétrico: para medir volúmenes exactos.: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2019/09/19/material-volumetrico-para-medir-volumenes-exactos/>
- UNS. (31 de Octubre de 2020). *Termodinámica Departamento de Física*. Obtenido de Termodinámica Departamento de Física: http://www.fisica.uns.edu.ar/albert/archivos/21/254/2286122204_n.pdf
- Vallejo et al. (2017). CALIDAD ALIMENTICIA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, FRESCO Y DESHIDRATADO, CULTIVADO EN TRES RESIDUOS AGRÍCOLAS. *Espamciencia*, 9.
- Vallejo, C., Díaz, R., Morales, W., Vera, J., & Cortéz, T. (2017). CALIDAD ALIMENTICIA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, FRESCO Y DESHIDRATADO, CULTIVADO EN TRES RESIDUOS AGRÍCOLAS. *ESPAMCIENCIA*, 9.
- Velasco López, D., & Ponce de León, Y. (2019). <https://repositorio.ulcb.edu.pe>. Obtenido de <https://repositorio.ulcb.edu.pe>: <https://repositorio.ulcb.edu.pe/bitstream/handle/ULCB/54/Tesis%20Velasco-Ponce%20de%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velasco, D., & Ponce de León, Y. (27 de Junio de 2019). <http://repositorio.ulcb.edu.pe/>. Obtenido de <http://repositorio.ulcb.edu.pe/>: <http://repositorio.ulcb.edu.pe/bitstream/handle/ULCB/55/Tesis%20Velasco-Ponce%20de%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Veliz, V. (2012). <http://repositorio.uncp.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe>: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2617/Fabian%20Veliz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vera Alcántara, A. (2019). *Universidad César Vallejo Facultad de Ciencias Médicas*. Obtenido de Universidad César Vallejo Facultad de Ciencias Médicas: <file:///E:/BOLETUS%20LUTEUS/Art%C3%ADculos%20sobre%20deshidratado%20de%20HONGOS/An%C3%A1lisis%20proximal%20de%20Boletus%20Luteus%20deshidratado%20procedente%20de%20cajamarca.pdf>

- Vera, Alcántara, A. (2019). *UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO*. Obtenido de UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO: <file:///E:/BOLETUS%20LUTEUS/Art%C3%ADculos%20sobre%20deshidratado%20de%20HONGOS/An%C3%A1lisis%20proximal%20de%20Boletus%20Luteus%20deshidratado%20procedente%20de%20cajamarca.pdf>
- Wang, M., Zhang, J., & Li, T. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*, 7.
- Westreicher, G. (13 de Enero de 2022). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/area.html>
- Wisniowski, T. (2020). *The Munsell Color Classification System*. Obtenido de The Munsell Color Classification System: <https://artquill.blogspot.com/2012/11/the-munsell-color-classification-system.html>
- Zhang, S.-R. L.-R., & Kuang, Y.-B. (2018). Production of stalk spawn of an edible mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in liquid culture as a suitable substitute for stick spawn in mushroom cultivation. *Scientia Horticulturae*, 6.
- Zhou, S., Ma, F., Zhang, X., & Zhang, J. (2016). Cambios de carbohidratos durante el crecimiento y la fructificación en *Pleurotus ostreatus*. *British mycological society*, 10.

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADO POR PARTE DE LA EMPRESA HIWA EN DONDE SE REALIZÓ LA PARTE EXPERIMENTAL

Calle 11 de octubre y Buzón de
Tel. 0981381171
Otavalo - Ecuador

CERTIFICADO

A QUIEN INTERESE:

A petición verbal del interesado, la señorita Túquerres Perugachi Michelle Alejandra con cédula de identidad No **1004488373**, certifico que realizó la previa y la parte experimental de su proyecto de tesis denominado **"EVALUACION DEL EFECTO DEL METABISULFITO DE SODIO Y ACIDO CITRICO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL HONGO *Boletus luteus* DESHIDRATADO"** haciendo uso de las instalaciones de la empresa HIWA SC ubicada en el cantón Otavalo, comunidad de la Compañía, proceso que se desarrolló desde el 15 de marzo hasta el 30 de agosto del año en curso.

Es todo cuanto puedo certificar, que la mencionada Srta. , puede hacer uso del presente documento, como mejor convenga a sus intereses.

Atentamente,



Ing. Roberto Salazar
Gerente HIWA SC

Otavalo, 04 de octubre del 2021

ANEXO 2: AUTORIZACIÓN DE LA ASOCIACIÓN URCUSISA CON LA CUAL SE TRABAJÓ EN LA INVESTIGACIÓN

AUTORIZACIÓN

La que suscribe la Espirita Gonzales presidenta de la Asociación URCUSISA dedicada a la deshidratación de hongo comestible *Boletus luteus* ubicada en la parroquia de Pesillo del cantón Cayambe, autorizo que la Srta. TÚQUERRES PERUGACHI MICHELLE ALEJANDRA con cédula de identidad N.º 1004488373 realice su trabajo de investigación denominado "EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL METABISULFITO DE SODIO Y ÁCIDO CÍTRICO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL HONGO *Boletus luteus* DESHIDRATADO "haciendo referencia y utilización del nombre de la empresa y producto, iniciando desde el 12 de febrero del año en curso hasta el tiempo que sea estimado y pertinente para la estudiante.

Se expide la presente constancia para el fin antes mencionado.

Pesillo, 10 de febrero del 2021



Sra. Espirita Gonzales presidente Asociación "URCUSISA"

**ANEXO 3: ANÁLISIS REALIZADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD INIAP**

MC-LSAIA-2201-06



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTlta. 2690691-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340

**INFORME DE ENSAYO No: 21-058****NOMBRE PETICIONARIO:** Srta. Michelle Túquez**DIRECCION:** Ibarra**FECHA DE EMISION:** 6 de septiembre de 2021**FECHA DE ANALISIS:** Del 4 de agosto al 30 de agosto de 2021**INSTITUCION:** Particular**ATENCION:** Srta. Michelle Túquez**FECHA DE RECEPCION:** 2/8/2021**HORA DE RECEPCION:** 11H46**ANALISIS SOLICITADO:** Capacidad antioxidante

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	IDENTIFICACIÓN/TIPO DE MUESTRA			
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-16				
UNIDAD	%	µm Trolox/g				
21-0308	93,35	406,52			Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0309	94,01	403,98			Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0310	93,14	405,89			Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0311	12,03	202,45			Hongo "Beletus Luteus"	AC
21-0312	12,01	216,89			Hongo "Beletus Luteus"	MB
21-0313	12,03	293,89			Hongo "Beletus Luteus"	MB & AC
21-0314	12,01	201,56			Hongo "Beletus Luteus"	Deshidratado SIN
21-0315	11,96	200,87			Hongo "Beletus Luteus"	Deshidratado SIN
21-0316	12,01	200,69			Hongo "Beletus Luteus"	Deshidratado SIN
21-0317	5,94	170,01			Hongo "Beletus Luteus"	Testigo
21-0318	5,93	168,03			Hongo "Beletus Luteus"	Testigo
21-0319	5,94	165,12			Hongo "Beletus Luteus"	Testigo
21-0320	12,03	218,98			Hongo "Beletus Luteus"	a7zq
21-0321	11,97	221,45			Hongo "Beletus Luteus"	a9ry
21-0322	12,01	223,79			Hongo "Beletus Luteus"	mnlp
21-0323	12,01	238,15			Hongo "Beletus Luteus"	28pr
21-0324	12,05	249,39			Hongo "Beletus Luteus"	31zm
21-0325	11,98	263,49			Hongo "Beletus Luteus"	9zmn
21-0326	12,03	279,12			Hongo "Beletus Luteus"	15nz
21-0327	12,01	285,32			Hongo "Beletus Luteus"	20ln
21-0328	12,03	292,78			Hongo "Beletus Luteus"	25tzy
21-0329	12,04	217,09			Hongo "Beletus Luteus"	y12m
21-0330	11,99	220,89			Hongo "Beletus Luteus"	m18p
21-0331	12,01	221,98			Hongo "Beletus Luteus"	rmq2
21-0332	12,03	242,21			Hongo "Beletus Luteus"	bn13
21-0333	12,01	255,82			Hongo "Beletus Luteus"	c78q
21-0334	12,02	267,93			Hongo "Beletus Luteus"	ky281

MC-LSAIA-2201-06



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
 LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS

Panamericana Sur Km. 1. CutaglayaTib. 2690691-3007134. Fax 3007134

Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 21-058

21-0335	12,05	269,99				Hongo "Beletus Luteus"	x11m
21-0333	12,01	283,09				Hongo "Beletus Luteus"	o21qz
21-0334	11,97	294,08				Hongo "Beletus Luteus"	dmy98
21-0335	12,03	219,98				Hongo "Beletus Luteus"	45vn
21-0336	12,01	221,75				Hongo "Beletus Luteus"	12lyb
21-0337	12,05	222,41				Hongo "Beletus Luteus"	24myp
21-0338	11,97	240,39				Hongo "Beletus Luteus"	npq2
21-0339	12,01	257,14				Hongo "Beletus Luteus"	atb36
21-0340	11,98	259,94				Hongo "Beletus Luteus"	prb65
21-0341	12,03	277,03				Hongo "Beletus Luteus"	cty47
21-0342	12,02	287,98				Hongo "Beletus Luteus"	rpt39
21-0343	12,01	293,69				Hongo "Beletus Luteus"	ykw91
21-0344	82,12	300,18				Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0345	87,41	279,99				Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0346	90,01	268,87				Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0347	89,99	299,11				Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima
21-0348	20,12	39,02				Hongo "Beletus Luteus"	Materia Prima

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



Dr. Iván Samaniego, MSc.
 RESPONSABLE TECNICO



Ing. Bladimir Ortiz
 RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.