

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Elaboración de una ficha técnica para el hongo *Ganoderma lucidum*
cultivado en la ciudad de Guayaquil

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros en Alimentos

Presentado por:

Luis Fernando Mora Gonzalez

Úrsula María Palma De La A

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría de seguir adelante y guiarme en cada paso que doy, a mi madre Jessica la cual es y será el pilar fundamental de mi vida, a mi padre Oscar que, aunque no vivamos juntos, me apoyó siempre cuando necesité de él, a mi bisabuela Rosa que fue la persona que me enseñó a ser el hombre que soy, a mis hermanos Juan y Renata que espero que tomen esto como un ejemplo a seguir, a mi tío que ha estado presente como un padre y a mi abuela que ha estado presente y me han apoyado durante todas mis decisiones y estudios. Esto es solo un escalón más que no lo hubiese conseguido sin su apoyo.

Luis Mora Gonzalez

DEDICATORIA

A mis padres, Enrique y Úrsula por ser el regalo más grande que Dios me ha dado; a mis hermanos Enrique, Carlos e Irina que son la alegría de mi vida; a mis mascotas Lobito, Vicky, Knaach y Cleo, por acompañarme en esta travesía de vida universitaria durante largas jornadas de estudios. A la ESPOL, cuna de saberes y mi *alma mater*. A mis profesores de la carrera de Ingeniería en Alimentos por enseñarme todo lo necesario para ser una gran profesional. Dedico a mi persona este logro, ya que es solo un pequeño paso en mi vida profesional.

Úrsula Palma De La A

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la sabiduría que nos brinda día a día, mi madre y padre los cuales me apoyaron durante esta travesía llamada Universidad, a cada uno de mis compañeros con los cuales compartí algún momento de mi carrera, a mis amigos los cuales sin ustedes esta travesía no hubiera sido lo mismo, los profesores los cuales me guiaron durante toda mi carrera, a mi compañera de proyecto Úrsula Palma la cual tomamos esto como un reto y lo logramos juntos, a mi tutor PhD. César Moreira por habernos guiado, al MSc. Galo Chuchuca el cual siempre estuvo dispuesto a ayudarnos desde el inicio, al Econ. César Silva el cual confió en nosotros desde el inicio, brindarnos facilidades de realizar el proyecto y a cada una de esas personas que conocí durante cada época diferente de mi vida y de la universidad las cuales confiaron en mi durante todo este proceso, solo debo decirle Gracias por todo.

Luis Mora Gonzalez

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis padres por siempre apoyarme en todo lo que necesitaba, a mis hermanos por alegrar mis días a pesar de lo duro que se tornaban. A mis mascotas por amarme incondicionalmente. A mis pronto colegas, Ariana y Carla, por ser mi compañía en toda la carrera de Ingeniería en Alimentos. Agradezco inmensamente a mi compañero de proyecto Luis Mora, por haber sido parte de este reto desde el inicio. Agradezco al PhD. César Moreira por habernos guiado en esta travesía. A los MSc. Galo Chuchuca y Diana Coello por haber sido los mejores profesores que pude haber tenido. A la MSc. Andrea Ortega por ser un gran apoyo en la parte experimental. Finalmente, un grande agradecimiento a. Econ. César Silva, gerente de la empresa, por habernos brindado las facilidades para la realización del proyecto.

Úrsula Palma De La A

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Luis Fernando Mora Gonzalez* y *Úrsula María Palma De La A* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Luis Fernando Mora Gonzalez



Úrsula María Palma de la A

EVALUADORES

.....
MSc. Galo Chuchuca Morán

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
PhD. César Moreira

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo elaborar una ficha técnica del hongo *Ganoderma lucidum* evaluando sus características químicas y microbiológicas, para el aseguramiento de calidad durante su producción. Para esto, se procedió a dividir la metodología en tres diferentes partes, la primera consistió en la elaboración de un diseño de experimentos para la estandarización del procedimiento de deshidratación, en el cual se evaluaron dos factores: la temperatura (25 y 30°C) y el tiempo de secado (2 y 3 días), donde la variable respuesta fue la humedad final del producto. La segunda etapa consistió en un estudio de vida útil acelerado por medio de temperaturas altas (50,65 y 75 °C) para evaluar la humedad del producto y poder determinar su tiempo de vida útil. Por último, se realizaron análisis bromatológicos y microbiológicos al alimento final.

Para los análisis bromatológicos se obtuvo que para proteínas existe 22.54, fibra 36.54 g, ceniza 0.55g, carbohidratos totales 68.44 g y grasa 0.36, por medio de estos valores luego se calculó la energía calórica obteniendo 277 Kcal para el producto final. En el diseño de experimentos, se concluyó que no existen diferencias significativas entre la temperatura y tiempo de secado. Finalmente, para el estudio de vida útil acelerado se obtuvo una ecuación de vida útil a cualquier temperatura: $Vida\ útil = 10^{(2.8321 - 0.0135(T))}$. Por consiguiente, el producto tiene una vida de anaquel de 334 días a 23°C. Consecuentemente, el producto se encuentra apto para el consumo y es estable.

Palabras Clave: *Ganoderma lucidum*, vida útil, ficha técnica

ABSTRACT

The objective of this project was to develop a technical sheet of the Ganoderma lucidum fungus, evaluating its chemical and microbiological characteristics, for quality assurance during its production. For this, the methodology was divided into three different parts, the first consisted in the development of a design of experiments for the standardization of the dehydration procedure, in which two factors were evaluated: temperature (25 and 30 °C) and the drying time (2 and 3 days), where the response variable was the final humidity of the product. The second stage consisted of an accelerated shelf-life study using high temperatures (50, 65 and 75 °C) to evaluate the humidity of the product and to determine its shelf life. Finally, bromatological and microbiological analyzes were carried out on the final food.

For the bromatological analysis, it was obtained that for proteins there are 22.54, fiber 36.54 g, ash 0.55 g, total carbohydrates 68.44 g and fat 0.36, by means of these values the caloric energy was then calculated, obtaining 277 Kcal for the final product. In the design of experiments, it was concluded that there are no significant differences between temperature and drying time. Finally, for the accelerated useful life study, an equation for useful life at any temperature was obtained: $Useful\ life = 10^{(2.8321 - 0.0135(T))}$. Therefore, the product has a shelf life of 334 days at 23°C. Consequently, the product is suitable for consumption and is extremely stable.

Keywords: *Ganoderma lucidum, shelf -life, standardization.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivo específico	3
1.4 Marco Teórico.....	3
1.4.1 Ganoderma lucidum	3
1.4.2 Información nutricional.....	4
1.4.3 Acciones farmacológicas	4
1.4.4 Producción y comercialización.....	5
1.4.5 Deshidratación de hongos	6
CAPÍTULO 2.....	8
2. METODOLOGÍA.....	8
2.1 Proceso de Deshidratación	8

2.2	Estimación de vida útil	10
2.2.1	Empaque	12
2.3	Análisis bromatológicos y microbiológicos	13
2.3.1	Recolección de la muestra	13
2.3.2	Preparación de la muestra.....	13
2.3.3	Proteínas	14
2.3.4	Cenizas	15
2.3.5	Grasas.....	15
2.3.6	Humedad.....	16
2.3.7	Análisis microbiológicos.....	16
2.3.8	Análisis de fibra cruda	17
2.3.9	Análisis de carbohidratos totales.	18
2.3.10	Costos	18
CAPÍTULO 3.....		20
3.	RESULTADOS	20
3.1	Análisis de humedad.....	20
3.2	Análisis de control de humedad	20
3.3	Determinación de la vida útil del producto.....	23
3.4	Análisis bromatológicos	26
3.4.1	Grasas.....	27
3.4.2	Fibra cruda	28
3.4.3	Proteína.....	28
3.4.4	Cenizas	29
3.4.5	Carbohidratos totales.....	29
3.4.6	Energía calórica.....	30

3.4.7 Tabla nutricional de Ganoderma lucidum.....	31
3.5 Análisis microbiológicos	31
3.6 Ficha técnica.....	33
3.7 Diseño de plantas	33
3.8 Costos	33
CAPÍTULO 4.....	34
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
4.1 Conclusiones	34
4.2 Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
ANOVA	Análisis de varianza
AOAC	Association of Analytical Communities
ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
HACPP	Hazard Analysis and Critical Control Point
PROTAL	Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente
ISO	International Organization for Standardization

SIMBOLOGÍA

cm	Centímetros
m/s	metros por segundos
°C	Grados Centígrados
m^3	Metros Cúbicos
g	Gramos
kcal	Kilo Calorías
kJ/mol	Kilo Joules por mol
cm^3	Centímetros cúbicos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factores y Niveles de tiempo y temperatura de secado	9
Tabla 2.2 Matriz del diseño de experimentos	9
Tabla 2.3 Datos para experimentación de vida útil.....	11
Tabla 3.1 Valores de peso a diferentes condiciones de temperatura y diferentes días..	20
Tabla 3.2 Análisis de Varianza para un diseño factorial	21
Tabla 3.3 Valores del porcentaje de humedad durante 15 días de experimentación....	23
Tabla 3.4 Valor R cuadrado, pendiente e intercepto para cada valor de temperatura ..	24
Tabla 3.5 Tabla nutricional actual del fabricante del hongo Ganoderma lucidum	27
Tabla 3.6 Porcentaje de grasa en el hongo deshidratado Ganoderma lucidum	27
Tabla 3.7 Porcentaje de ceniza en el hongo deshidratado Ganoderma lucidum	29
Tabla 3.8 Valores nutricionales de Ganoderma lucidum deshidratado	31
Tabla 3.9 Especificaciones para frutas y vegetales desecados.....	32
Tabla 3.10 Especificaciones para frutas y vegetales desecados.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Pronóstico del clima en Guayaquil en el año 2022.....	10
Figura 3.1 Diagrama del proceso desde la recepción de materia prima	22
Figura 3.3 Vectores en función del tiempo para cada una de las tres temperaturas	23
Figura 3.4 $\ln(k)$ en función de $1/T$	25
Figura 3.5 Cinética de vida útil en función de la temperatura	25

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, los comensales buscan alternativas para consumir alimentos orgánicos, saludables, nutritivos y que no tengan origen cárnico para así fomentar el cuidado del planeta. Los hongos del género *Ganoderma* son una alternativa viable pues contienen un alto porcentaje de fibra dietaría, minerales y vitaminas; por otro lado, poseen pocas calorías (Cortez y Moreira, 2020). Un emprendimiento ubicado en la ciudad de Guayaquil tiene el primer invernadero vertical en Ecuador del hongo *Ganoderma lucidum*, comúnmente conocido como Reishi que, para su comercialización, tiene un proceso de deshidratado y triturado, de esta forma se distribuye en dos presentaciones: bolsas de té y consumo directo. Sin embargo, ambos productos aún no poseen una tabla nutricional propia, sino una referencial. Para los beneficios a la salud que declara el alimento, la empresa actualmente se guía de publicaciones científicas. Para el cálculo de la vida útil, utilizan una cifra referencial y cualidades observadas de forma empírica para calcular el deterioro del alimento a través de los meses.

Al no contar con parámetros definidos en una ficha técnica, la empresa no realiza la evaluación de estándares de calidad en el producto final. Adicionalmente, no cuenta con un proceso estandarizado de deshidratación que asegure las especificaciones finales del producto según normativas legales. La elaboración de una ficha técnica aborda todos estos puntos que son de suma importancia en el desarrollo de un producto nuevo permitiendo un mejor orden en la información presentada.

1.2 Justificación del problema

Anteriormente se mencionó que la ficha técnica aborda todos los parámetros de calidad, en conjunto con la información pertinente del alimento. De esta forma, la empresa podrá presentar la ficha técnica a inversionistas, servirá de ayuda para la creación de los certificados de calidad e incluso requisito a futuro para que el producto sea aceptado como materia prima en el desarrollo de productos en una empresa distinguida, creando así nuevos horizontes al emprendimiento. Esta ficha debe contener información relevante y verificada acerca del alimento en cuestión tales como análisis bromatológicos, microbiológicos, tablas nutricionales, etc. (Duque, 2015)

Es, por lo tanto, indispensable verificar que el producto cumpla con las cualidades nutritivas que indica el empaque. De esta forma, la empresa va a ganar relevancia en el mercado de productos orgánicos verificados mejorando su credibilidad en todos los ámbitos. Si la empresa desea ampliar sus horizontes y no únicamente vender el producto bajo pedido, sino en establecimientos comerciales, es necesario que se verifique si el alimento cumple con los requisitos de normas nacionales. Los respectivos análisis de un alimento son requisitos para que el alimento sea apto para el consumo, sobre todo si se trata de un nuevo alimento en el mercado sin precedentes en el país en el cual está a la venta.

Por otro lado, desde un punto de vista legal, si se ansía obtener certificaciones tales como BPM y HACCP es necesario obtener un diagrama de procesamiento estandarizado que cumpla con los parámetros de calidad del producto final.

La ARCSA tiene como objetivo asegurar que el producto sea apto para el consumo masivo, por lo cual realiza auditorias en los establecimientos donde se elabora el producto verificando parámetros como peso, ingredientes, análisis bromatológicos por un laboratorio autorizado, etc., y así verificar que se cumplan los requisitos del marco legal. Si la Agencia de Regulación decide auditar la empresa, requerirá

documentación que respalde los estándares de calidad del proceso y del producto final para proceder con la auditoría.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una ficha técnica del hongo *Ganoderma lucidum* evaluando sus características químicas y microbiológicas, para el aseguramiento de calidad durante su producción.

1.3.2 Objetivo específico

1. Definir las especificaciones del producto considerando su composición química y normativa legal.
2. Elaborar un procedimiento estandarizado de deshidratación para el cumplimiento de las especificaciones del producto.
3. Validar las especificaciones establecidas en la ficha técnica analizando los parámetros de calidad del producto.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Ganoderma lucidum

El hongo *Ganoderma lucidum*, también conocido como Reishi, pertenece al género *Ganoderma* y es un hongo poliporo suave cuando se encuentra en condiciones normales; es chato en su estructura, rojizo y posee un sombrero, tiene forma de riñón con longitudes de 2-20 cm de ancho y de 4-8 cm³ de volumen, y posee esporas en su superficie (Cortez y Moreira, 2020).

Este hongo crece prioritariamente en zonas con abundante arboleada y climas cálidos, principalmente en ambientes subtropicales (Roa *et al.*, 2018). Según su zona de crecimiento, las características morfológicas del hongo varían. Por ejemplo, dependiendo de la cantidad de dióxido de carbono, el hongo puede variar su elongación del tallo o formación de anteras sin sombrero (Cortez y Moreira, 2020).

El hongo *Ganoderma lucidum* puede ser ingerido de dos formas; de forma directa o en forma seca es decir en polvo debido a que posee un sabor muy amargo, suele ser usado en infusiones (Rodríguez et al., 2021). Así mismo, a partir del hongo se puede elaborar extractos ricos en productos activos para la fabricación de fitoterápicos, nutracéuticos y alimentos funcionales (Fligas y Curvetto, 2017).

1.4.2 Información nutricional

El valor nutritivo de esta especie de hongos incluye carbohidratos alrededor del 11.1%, humedad del 31%, polisacáridos, azúcares reductores, aminoácidos, 7.3% proteínas en su peso en seco, 10.2 % en compuestos inorgánicos, esteroides, lípidos, aceites volátiles, ácido ascórbico y riboflavina. En el sombrero del hongo se encuentra principalmente enzimas como la proteasa ácida, ergosterol, y además iones inorgánicos como magnesio, zinc, hierro, calcio, selenio, cobre (Cortez y Moreira, 2020).

1.4.3 Acciones farmacológicas

Ganoderma lucidum posee polisacáridos con propiedades medicinales, como por ejemplo los β -glucanos que actúan como fibra intestinal ayudando a disminuir los niveles de colesterol en la sangre (Roa et al., 2018). Además, Fligas y Curvetto en el 2017, en su estudio referente al hongo mencionan algunos efectos farmacológicos por sus efectos positivos en la salud de las personas, entre esos tenemos:

- **Cardiovascular:** aumenta la contractibilidad cardiaca y disminuye la presión sanguínea.
- **Antibiótico:** se ha comprobado que este tipo de hongo tiene un alto espectro en la actividad antimicrobiana de algunas especies de microorganismos tal es el caso de la *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, neumococo, estreptococo de tipo A, etc.
- **Antineoplásicos:** esto se debe a que aumenta las propiedades y fortalece el sistema inmunológico, entre sus efectos se tiene el aumento de monocitos, linfocitos T, macrófagos.

- **Anticancerígena:** ayuda a la inhibir y retrasar el crecimiento de tumores, esto debido a su efecto sobre el sistema inmune el cual ayuda a la activación de los macrófagos y células T.
- **Antienvjecimiento:** incrementa las facultades cognitivas, previniendo la pérdida de memoria, y es recomendado para las personas con estrés crónico, ansiedad o insomnio. Adicionalmente estudios recientes del hongo Reishi mencionan otro tipo de actividades farmacológicas como:
- **Antioxidante:** la actividad antioxidante de este tipo de hongo se debe principalmente a la cantidad de polisacáridos y triterpenoides, posee varios antioxidantes como polifenoles, triterpenos y esteroides, el ergosterol y estos componentes disminuyen la peroxidación lipídica y disponen de cualidades como antimurales y anticancerígenas (Cortez y Moreira, 2020).

1.4.4 Producción y comercialización

La producción de la seta *Ganoderma lucidum* ha ido en aumento en los últimos años por sus efectos farmacológicos evaluados científicamente, debido a esto las industrias buscan desarrollar nuevos productos y así aprovechar todas las propiedades del hongo. En los años noventa se estimó que hubo una producción de 4,500 toneladas del hongo siendo este el pico de mayor cultivo de la seta y ha ido en aumento (Rodríguez et al., 2021). En el sector alimentario, la forma más habitual de consumir la seta es por medio de infusiones, las cuales son adquiridas en establecimientos de alimentos saludables. Para facilitar su ingesta, las empresas combinan la esencia del hongo con café soluble y así se busca que sea parte de la dieta de los consumidores, evitando el característico sabor amargo de *Ganoderma* (Rodríguez et al., 2021).

Por otro lado, en el sector farmacológico y agroindustrial ha sido tomado como principal materia prima para la creación de alimentos nutraceuticos a base las esporas ya que es donde se encuentra mayor concentración de nutrientes, así también como alternativa para personas diabéticas o la elaboración de alimentos ricos en fibra (Paredes y León, 2019).

Adicional, otras empresas multinacionales han optado por obtener los compuestos bioactivos del hongo para la creación de cosméticos con el fin de rejuvenecer por sus propiedades antioxidantes, incluido la invención de dentífricos, jabones, lociones, etc. (Rodríguez et al., 2021).

Una de las formas más habituales de obtener la seta es por medio de una composta previa para inocular en materiales de desecho en un ambiente adecuado para el crecimiento del hongo, siendo la madera y/o aserrín las más comunes (Rodríguez et al., 2021). Países como E.E.U.U, Colombia, China y actualmente Ecuador, utilizan esta forma para cosechar *Ganoderma* debido al bajo precio de la madera. De esta forma, la producción es más asequible y con gran oportunidad de aumento a gran escala (Rodríguez et al., 2021).

Asimismo, también se busca incursionar en la obtención de la biomasa de *Ganoderma* para su crecimiento en el sector farmacológico por medio de granos a base de maíz quebrado, elote de maíz y grano de trigo, siendo este último el que aporta un mejor aroma y menor contaminación dando una alternativa para el cultivo del hongo de forma artesanal (Vázquez et al., 2015). También, se incluye el estudio del efecto de nutrientes sobre el crecimiento de la seta para mejorar los beneficios que aporta y de esta forma obtener una producción a bajo costo con parámetros controlados. En dicho estudio se encontró que sustratos como la harina de cebada aportan micronutrientes importantes en el desarrollo del cultivo (Torres et al., 2011).

1.4.5 Deshidratación de hongos

La actividad de agua es la cantidad de agua libre contenida en un alimento y sirve como un parámetro de calidad para determinar la vida útil, para esto, se han elaborado procesamientos que ayuden con este propósito como lo es la deshidratación, la cual es uno de los procesamientos más utilizados en la conservación de alimentos debido a que favorece a la inhibición del crecimiento de microorganismos (De Michelis y Ohaco, 2012).

Se recomienda que al trabajar con hongos se logre una reducción de la actividad de agua a 0.12, y con una humedad del 9% (De la Torre et al., 2003), para esto se recomienda una velocidad de aire de secado de al menos 1.5 m/s y evaluar el producto final para verificar se mantienen las propiedades iniciales a pesar de las altas temperaturas a las que son sometidas, incluido parámetros de deterioro como la pérdida del color por pardeamiento enzimático o la creación de compuestos tóxicos (Paredes, 2019).

De forma artesanal se utiliza el secado por medio directo de radiación solar, aunque esto conlleva a depender del clima donde se cultive el hongo, a parte, contribuye a la posible contaminación del hongo por factores externos (Paredes, 2019).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la metodología del presente proyecto se realizaron tres etapas: primero la obtención de parámetros aptos para la deshidratación del hongo y la determinación de vida útil del producto a tres temperaturas. La tercera etapa se refiere a los análisis bromatológicos que se realizaron con el fin de tener los datos experimentales para la ficha técnica los cuáles comprenden porcentaje de proteína, cenizas, grasa, fibra cruda, humedad y carbohidratos totales. Para los análisis microbiológicos se realizó el conteo de aerobios mesófilos totales. Finalmente, se elaboró la ficha técnica y el diagrama del proceso mejorado con los parámetros obtenidos experimentalmente.

2.1 Proceso de Deshidratación

El proceso de deshidratación tiene como finalidad la eliminación del 90-95% de agua que contiene el hongo, dando como resultado un 70% menos que su peso inicial (Salas *et al.*, 2003).

Para el análisis del proceso de deshidratación se tomarán muestras de forma aleatoria de un único lote de producción, los cuales se analizarán en una mufla a temperaturas de 25 y 30°C por 2 y 3 días respectivamente, los factores que se tomaron en cuenta en el proceso de deshidratación fueron el tiempo y la temperatura de secado, por ende, se realizó un diseño factorial de 2 factores, este diseño de experimentos mejora la simplificación del proceso, además permite determinar los parámetros óptimos del proceso con el menor número de ensayos, este diseño de experimento se expresa: 2^k , de tal forma que $k=2$.

Variables Independientes: Temperatura y tiempo de secado

Variable Dependiente: Humedad final del producto

Hipótesis:

Ho: La temperatura y el tiempo de deshidratación no influyen en la humedad final del producto.

Ha: La temperatura y el tiempo de deshidratación influyen de forma significativa en la humedad final del producto.

Factores y niveles:

Temperatura de secado: 25°C y 30 °C

Tiempo de secado: 72 y 48 horas

Los valores de temperatura se tomaron en consideración debido a que corresponden al rango más común en Guayaquil durante el año 2022 (Climate Data, 2022). Por otro lado, los días son referencias experimentales brindadas por el fabricante durante su proceso de producción. En la tabla 2.1 se puede observar los niveles y los factores a tomar en consideración en el diseño de experimentos.

Tabla 2.1 Factores y Niveles de tiempo y temperatura de secado [Elaboración Propia]

Factores	Niveles	
	Alto	Bajo
Temperatura de secado (°C)	30	25
Tiempo de secado (días)	3	2

Tabla 2.2 Matriz del diseño de experimentos [Elaboración Propia]

Número de corridas	Temperatura (°C)	Tiempo (días)
1	25	3
2	25	2
3	30	2
4	30	3

Para determinar el número de corridas se hace uso de la ecuación 2.1:

$$2^k = 2^2 = 4 \quad (2.1)$$

Se realizó una combinación entre (+) y (-), en la tabla 2.2 donde se observa las combinaciones posibles, para la resolución se usará el programa MiniTab por medio de una tabla ANOVA con 95% de nivel de significancia.

2.2 Estimación de vida útil

Para este parámetro se realizó una prueba acelerada perteneciente a los métodos indirectos para la determinación de vida útil dado que el hongo Reishi es un producto de larga duración, deshidratado y sin ingredientes perecibles.

El factor ambiental que se tomará en cuenta es la humedad, debido al clima cálido de la ciudad de Guayaquil (figura 2.1), el cual afectará a la textura del producto final. Para la experimentación el hongo se someterá a distintas temperaturas en la esterilizadora portátil ubicada en el laboratorio de bromatología de la FIMCP utilizando el material de empaque original.

En un estudio de vida útil acelerado se espera obtener el tiempo en el cual el producto deja de ser apto para su consumo. Con el fin de aumentar la humedad, se colocaron dos vasos de precipitación dentro de la incubadora y por medio de un higrómetro se monitoreo cada tres días el rango de humedad, el cual debe estar entre 83-85 % debido a que es el intervalo más propenso a tener la ciudad de Guayaquil en días calurosos. (Climate Data, 2022)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.8	25	25.3	25.3	24.7	23.6	23.1	23	23	23.3	23.7	24.6
Temperatura mín. (°C)	23	23.2	23.3	23.3	22.7	21.5	20.9	20.6	20.5	20.8	21.1	22.2
Temperatura máx. (°C)	28.1	28.1	28.5	28.6	27.9	27	26.8	27.2	27.5	27.6	28.2	28.7
Precipitación (mm)	253	390	395	323	239	155	124	89	101	73	57	122
Humedad(%)	84%	87%	86%	85%	85%	85%	83%	81%	81%	80%	78%	79%
Días lluviosos (días)	17	19	19	18	17	15	13	11	12	10	7	11
Horas de sol (horas)	5.8	5.9	6.5	6.5	5.7	5.0	4.7	4.9	4.8	4.4	5.0	6.0

Figura 2.1 Pronóstico del clima en Guayaquil en el año 2022 [Climate Data, 2022]

Variable Independiente: Temperatura (°C)

Variable Dependiente: Humedad (%)

Tabla 2.3 Datos para experimentación de vida útil [Elaboración Propia]

Experimentación 1		Experimentación 2		Experimentación 3	
Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Tiempo (días)	Temperatura (°C)
0	75	0	50	0	65
3	75	3	50	3	65
6	75	6	50	6	65
9	75	9	50	9	65
10	75	12	50	12	65
15	75	15	50	15	65

En la tabla 2.3, se muestran los datos de la experimentación tomando en cuenta temperaturas altas para el estudio de vida útil acelerado. Se realizó revisión del porcentaje de humedad del producto cada 3 durante 15 días considerando el límite del contenido de agua permitido por la norma NTE INEN 2726 “**Norma Para Los Hongos Comestibles Desecados**” (CODEX STAN 39-1981, MOD) (INEN, 2013), el cual es 12% m/m. Se consideró terminado el experimento si el resultado del análisis de humedad sobrepasa el permitido por la norma.

Para la estimación de vida útil se usó la ecuación de Arrhenius para realizar un modelo de regresión lineal y obtener el tiempo de anaquel a cualquier temperatura. El orden de la reacción se describió según el comportamiento de los datos experimentales obteniendo los vectores para cada temperatura en una gráfica Humedad (%) vs. Tiempo de observación (días), tomando en consideración el factor de ajuste (R^2). Para determinar la energía de activación, se hizo uso de la ecuación 2.2.

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln k_0 \quad (2.2)$$

Siendo:

$K =$ constante de orden de reacción a T (K)

$K_0 =$ constante cinética de Arrhenius

$E_a = \text{energía de activación } \left(\frac{J}{mol}\right)$

$R = 8.31447 \text{ (} Jk^{-1}mol \text{)}$

$T = \text{Temperatura (} K \text{)}$

Los atributos que son indicadores para la degradación de características organolépticas en alimentos usualmente corresponden a un orden de reacción, ya sea 0 o 1, (García et al., 2001). Para una reacción de orden cero el modelo se presenta como:

$$-\frac{dy}{dx} = k \quad (2.3)$$

Integrando y acomodando la ecuación 2.3, se obtiene una ecuación en forma de línea recta con pendiente k , el cual, en términos del estudio, se considera una constante específica para la reacción y depende de la temperatura, finalmente x es el atributo para el estudio, el cual en el presente estudio corresponde a la humedad.

$$X_f = X_0 - kt_u \quad (2.4)$$

Siendo X_0 la intersección con el eje y .

El modelo de Arrhenius describe la relación entre la velocidad de reacción y la temperatura mediante la ecuación 2.2

2.2.1 Empaque

Es importante que en un estudio de vida útil acelerado el empaque original sea utilizado en los tratamientos. El envasado utilizado para la presentación del hongo en bolsas de te es a base de papel Kraft, que sirve como aislante por su incapacidad de conducir calor. El enfundado laminado en la parte interior permite transmitir el calor, absorbido por el papel Kraft, hacia adentro. Este empaque brinda un correcto aislamiento del calor externo protegiéndolo de factores ambientales como la humedad.

2.3 Análisis bromatológicos y microbiológicos

Para los análisis bromatológicos se tomaron en cuenta las normativas vigentes dadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Para establecer las especificaciones se tomó de referencia la NTE INEN 2726:2013, la cual está basada en la Norma Internacional CODEX STAN 39-1981 **Norma Para Los Hongos Comestibles Desecados** (INEN, 2013). Para la revisión de otras especificaciones fuera del alcance de la normativa ecuatoriana, se tomaron referencia de ensayos científicos provenientes de artículos publicados en revistas científicas.

Por otro lado, para los análisis microbiológicos se tomó de referencia la NTE-INEN 1529-2 “Control microbiológico de los alimentos toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico” (INEN, 1999).

2.3.1 Recolección de la muestra

La muestra para los análisis bromatológicos y microbiológicos fue recolectada en el invernadero de la empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil, sector Norte. Esta muestra pertenece al lote disponible para su venta a domicilio y fue recogida en bolsas Ziploc estériles con los implementos de seguridad para evitar la contaminación del producto, tal como lo indica la NTE INEN 1529-2 (INEN, 1999). Se mantuvo en una hielera a 21 °C hasta el arribo al laboratorio de bromatología.

2.3.2 Preparación de la muestra

La muestra recolectada fue el hongo *Ganoderma lucidum* deshidratado y semi-triturado en formas irregulares con rango de tamaño de 0.1 cm a 0.3 cm. Para los análisis, la muestra se procesará en un procesador de alimentos para obtener formas regulares. Se mantuvo en un desecador en el transcurso de las pruebas para evitar que gane humedad. Los análisis se realizaron por duplicado para obtener una media en los resultados obtenidos.

2.3.3 Proteínas

Para el análisis de proteína se referenció la norma NTE INEN-ISO 3188, la cual está basada en la ISO 1871 – “Productos agroalimenticios. Directrices generales para la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl”, que indica puede ser usada para alimentos con contenido de nitrógeno, sin tomar otros compuestos como nitritos y nitratos. Esta norma también fue referenciada por otros autores para el análisis de proteínas en hongos deshidratados (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) (Reinoso, 2015). La ecuación 2.3 es utilizada para el cálculo de proteína en masa:

$$P = (6.25)(1.40) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m} \quad (2.5)$$

Donde:

P = Contenido de proteína

V_1 = Volumen de la solución 0.1 N de ácido sulfúrico (cm³) empleado para recoger la muestra (cm³)

N_1 = Normalidad del ácido sulfúrico

V_2 = Volumen de Hidróxido de Sodio 0.1 N utilizado en titulación (cm³)

N_2 = Normalidad Hidróxido de Sodio

V_3 = Volumen de solución de Ácido Sulfúrico 0.1 N para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³

V_4 = Volumen de la solución 0.1 N de Hidróxido de Sodio utilizado en la titulación (cm³)

m = masa de la muestra, en gr

F = factor de conversión de nitrógeno a proteínas

Por limitaciones técnicas, el ensayo fue realizado en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL.

2.3.4 Cenizas

El porcentaje de cenizas representa la cantidad de mineral del alimento, así como representa un parámetro para evitar adulteraciones del producto con otros componentes no orgánicos (Vega y Franco, 2012). Para esto se tomó de referencia la NETE INEN 520:2013 (INEN, 2013) para harinas de origen vegetal por el parecido físico con la muestra a tratar. La ecuación 2.4 se utiliza para determinar el contenido final de cenizas en base seca:

$$C = \frac{m_1 - m}{(m_2 - m)(100 - H)} * 100 \quad (2.6)$$

Donde:

$C =$ Porcentaje de ceniza en el alimento

$m =$ masa de cápsula vacía

$m_1 =$ masa de la cápsula con el producto (posterior a incineración)(g)

$m_2 =$ masa de la cápsula con el producto (previo a la incineración)(g)

Para el valor del porcentaje de humedad se utilizó la media aritmética del análisis de humedad de la muestra.

2.3.5 Grasas

Para el porcentaje de grasas se utilizó el método de extracción de Soxhlet utilizando hexano como solvente orgánico por su alta capacidad de solubilizar grasas y por su gran índice de evaporación (Gutiérrez, 2000). Para esto se tomó de referencia la normativa NTE INEN 523 para Determinación de Grasas para Harinas de Origen Vegetal por la similitud física con la muestra a analizar. Para la determinación del porcentaje de grasa en masa en base seca se utilizó la ecuación 2.5:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} * 100 \quad (2.7)$$

Donde:

G = contenido de grasa en la muestra (%)

m = masa de la muestra (g)

m1 = masa del balón vacío (g)

m2 = masa del balón con grasa (g)

H = humedad de la muestra

Para el porcentaje de humedad se utilizó la media resultante de los datos obtenidos previamente del análisis de humedad de la muestra correspondiente al mismo lote.

2.3.6. Humedad

El análisis de humedad del producto se realizó en el laboratorio de Bromatología de la FIMCP utilizando un analizador de humedad. Este método directo consiste en colocar 2 g de muestra en el equipo, el proceso se lleva hasta temperaturas de 130°C por un tiempo aproximadamente de 5 minutos, luego de eso se observa el valor de humedad del producto en seco. Se fundamenta en la diferencia de peso por la pérdida de agua de la muestra temperaturas sumamente altas (Gutiérrez, 2000).

2.3.7. Análisis microbiológicos

Los aerobios mesófilos son la principal fuente de contaminación microbiana ya que afectan la calidad del alimento a consumir, estos microorganismos son los primeros en desarrollarse debido a sus condiciones de crecimiento como lo son: la presencia de oxígeno libre y las temperaturas de 20-40 °C, por ende, para nuestro producto se analizó un conteo de aerobios mesófilos, ya que son la principal fuente de contaminación microbiana que puede afectar el producto (Llahuilla & Roque, 2017). Para ello, se tomó como guía la NTE INEN 1529-5:2006 “Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de

microorganismos aerobios mesófilos”. En esta normativa para el cálculo de placas que contengan microorganismos (N) entre 15 y 300 colonias, se realiza mediante la ecuación 2.6:

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1+0,1 n_2)d} \quad (2.8)$$

Donde:

$\sum c$ = sumatorias de colonias contada en todas las placas petri

V = volúmen inoculado en cada caja petri

n_1 = número de placas de la primera dilución

n_2 = número de placas de la segunda dilución

d = factor de dilución de la primera dilución seleccionada

2.3.8. Análisis de fibra cruda

El porcentaje de fibra representa el residuo insoluble presente en el alimento, para esto se tomó como referencia la NTE INEN 522:2013 Determinación de la fibra cruda en harinas vegetales, debido a la similitud con la muestra a analizar. Donde se la analiza mediante la ecuación 2.7.

$$Fc = \frac{(m1-m2)-(m3-m4)}{m} \times 100\% \quad (2.9)$$

Donde:

Fc = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

M = masa de la muestra desengrasada y en g.

$M1$ = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g

M2= masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.

M3= masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g

M4= masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g.

2.3.9. Análisis de carbohidratos totales.

Para este análisis se toma como referencia el Manuals of food quality control de la FAO donde se determina que, para la obtención del valor de carbohidratos totales, se los realiza mediante la ecuación 2.8 (FAO, 1997):

$$\% \text{ Carbohidratos Totales} = 100\% - \%H - \%C - \%G - \%P \quad (2.10)$$

Donde:

%H= porcentaje de humedad

%C= porcentaje de ceniza

%G= porcentaje de grasa

% P= porcentaje de proteína.

2.3.10 Costos

Para estimar los costos de producción del hongo *Ganoderma lucidum*, se considera los equipos que participan en la línea de producción, los cuales son gastos activos; aquellos que se mantienen concurrente durante cada mes son costos fijos, y los costos que presentan cambios dependiendo de la producción serán costos variables (Peña, 2019).

Con respecto a esto, se procedió a utilizar la ecuación 2.9 el cual será el costo unitario de producción, por otro lado, la ecuación 2.10 se usó para calcular el costo de venta al público, donde se dio un 30% como valor crítico.

$$\text{Costo Unitario de Producción} = \frac{\text{Total de costos de operación}}{\text{Total de unidades producidas}} \quad (2.11)$$

$$\text{Precio de Venta al Público} = \text{Costo unitario de producción} + (\text{Costo unitario de producción} * 0.3) \quad (2.12)$$

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Los resultados del proceso de deshidratación, estudio de vida útil acelerado, resultados bromatológicos y microbiológicos se detallan a continuación.

3.1 Análisis de humedad

La obtención del porcentaje de humedad se lo realizó por triplicado y por media aritmética se calculó 8.18%; en la NTE INEN 2726: 2013 se considera un valor máximo del 12% para hongos comestibles desecados no liofilizados, por consiguiente, el producto se encuentra dentro del rango establecido. Al ser un producto desecado su tiempo de vida útil será mayor, esto debido a que se eliminan las condiciones de agua durante su deshidratación, una de las ventajas de que el porcentaje de humedad sea bajo es que beneficia tener mayor estabilidad microbiana (De Michelis & Ohaco, 2015).

3.2 Análisis de control de humedad

Los resultados se presentan en la Tabla 3.1, donde se realizan cuatro corridas con una repetición por cada factor:

Tabla 3.1 Valores de peso a diferentes condiciones de temperatura y diferentes días [Elaboración Propia]

Temperatura (°C)	Humedad (%)	
	Día 2	Día 3
25	12	10.8
	10	8.9
30	10.1	8.5
	10.9	8.7

Mediante un análisis de varianza se obtuvieron los resultados de la tabla 3.2:

Tabla 3.2 Análisis de Varianza para un diseño factorial [Elaboración MiniTab]

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para-F</i>
Temperatura	1.53125	1	1.53125	1.47768396	0.02909735	7.70864742
Días	4.65125	1	4.65125	4.48854041	0.01014997	7.70864742
Interacción de Días y Temperatura	0.28125	1	0.28125	0.27141134	0.62989736	7.70864742
Dentro del grupo	4.145	4	1.03625			
Total	10.60875	7				

Se obtuvo un $p > 0.05$, por lo tanto, las variables peso y temperatura no tienen un efecto significativo sobre la humedad final del producto, pero la interacción de los dos factores sí tiene un efecto significativo sobre la humedad final del producto, además las **condiciones a la que se realiza la deshidratación, el producto llega a las condiciones** requeridas por el fabricante (Castro, 2006), tal como lo indica la NTE INEN 2726:2013, donde el porcentaje máximo de humedad es 12%, aunque en los dos rangos de temperatura se evidencia que el porcentaje es menor que el de la norma, además la interacción entre los dos factores tiene un efecto significativo sobre la humedad final del producto. Aunque el proceso de 30 °C y 3 días refleja mejores resultados, ya que obtiene la menor humedad.

Con el parámetro aceptado por el diseño, se procedió a realizar un diagrama de proceso colocando la etapa de deshidratación con un indicador rojo, debido al requerimiento del fabricante respecto al peso final. Para el proceso de preparación

de materia prima e inoculación, se tomaron los parámetros requeridos por el fabricante en el procesamiento del aserrín como materia prima. (Figura 3.2)

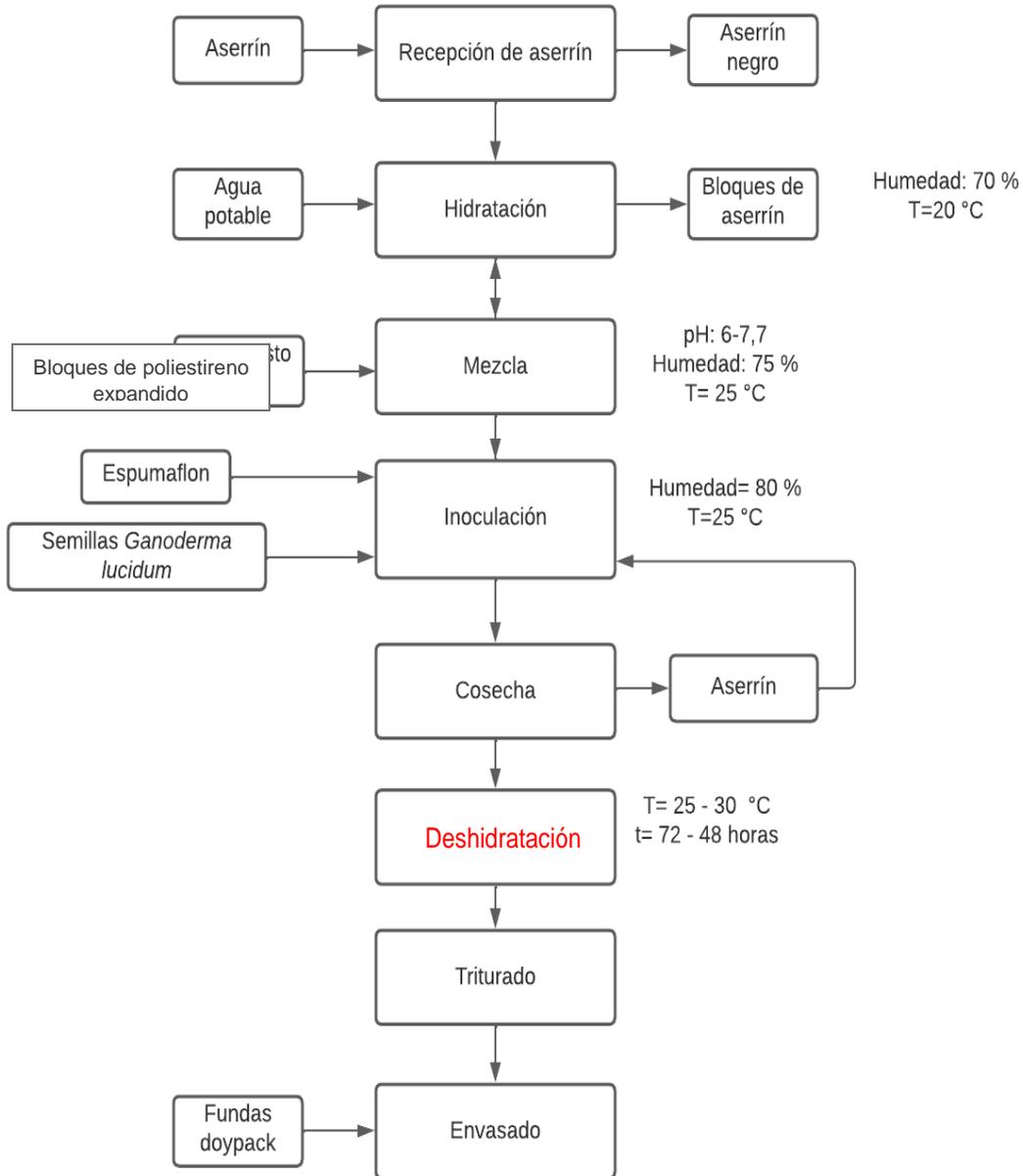


Figura 3.1 Diagrama del proceso desde la recepción de materia prima [Elaboración Propia]

3.3 Determinación de la vida útil del producto

Los resultados de la experimentación se presentan en la siguiente tabla 3.3:

Tabla 3.3 Valores del porcentaje de humedad durante 15 días de experimentación [Elaboración Propia]

75 (°C)		50 (°C)		65 (°C)	
Tiempo (días)	Humedad (%)	Tiempo (días)	Humedad (%)	Tiempo (días)	Humedad (%)
0	8.32	0	8.15	0	8.27
3	8.42	3	8.29	3	8.57
6	8.96	6	8.37	6	8.71
9	9.12	9	8.49	9	8.92
10	9.51	12	8.69	12	9.12
15	9.96	15	8.85	15	9.24

Los resultados obtenidos son favorables según el estudio, dado que en ninguna de las temperaturas se llegó al límite propuesto por la NTE INEN 2726: 2013 para hongos deshidratados comestibles. Según los vectores obtenidos en la Figura 3.3 y el valor de R2 en la Tabla 3.4, el orden de la reacción corresponde a uno de orden cero, el cual nos indica que la reacción tendrá forma de una línea recta con pendiente positiva. Esta reacción tiene como forma la ecuación: $y=mx + b$, siendo b el intercepto en el origen.

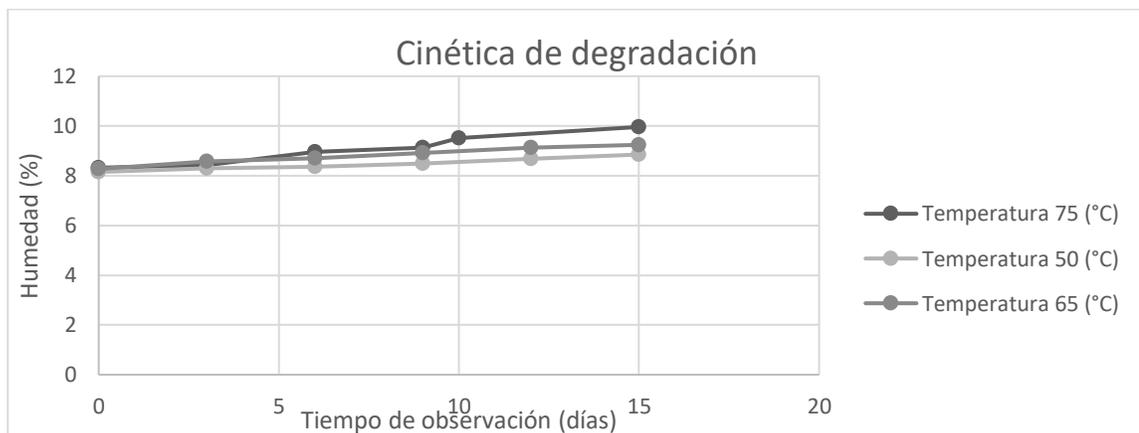


Figura 3.3 Vectores en función del tiempo para cada una de las tres temperaturas [Elaboración Propia]

$$\text{Vector } 75^{\circ}\text{C} = 8.2194 + 0.1157 (t) \quad (3.13)$$

$$\text{Vector } 65^{\circ}\text{C} = 8.129 + 0.0459 (t) \quad (3.14)$$

$$\text{Vector } 50^{\circ}\text{C} = 8.3257 + 0.0639 (t) \quad (3.15)$$

Los datos demuestran ecuaciones con pendiente positiva por el aumento de humedad según el tiempo:

Tabla 3.4 Valor R cuadrado, pendiente e intercepto para cada valor de temperatura [Elaboración Propia]

Temperatura (°C)	R ²	Pendiente	Intercepto
75	0.964	0.1157	8.6936
65	0.9863	0.0639	8.2324
50	0.9821	0.0459	8.1957

Por medio de un gráfico $\ln(k)$ vs $1/T$, siendo k la pendiente y T la temperatura en grados Kelvin, se obtuvo la ecuación 3.16:

$$\ln(k) = -3993.9 \left(\frac{1}{T}\right) + 9.2179 \quad (3.16)$$

El valor de la energía de activación según la ecuación 3.16, es de 32.20 kJ/mol, el cual indica el valor en la cual el alimento sufre una reacción química. El porcentaje de humedad permitido es de 12 % m/m (INEN, 2013), al sustituir este valor en los vectores obtenidos, se obtiene que para el hongo deshidratado a 75°C, 65°C y 50°C tiene una vida útil de 28, 58 y 82 días, respectivamente, indicando que a mayor temperatura y teniendo una humedad relativa de 85%, el alimento posee menor vida útil.

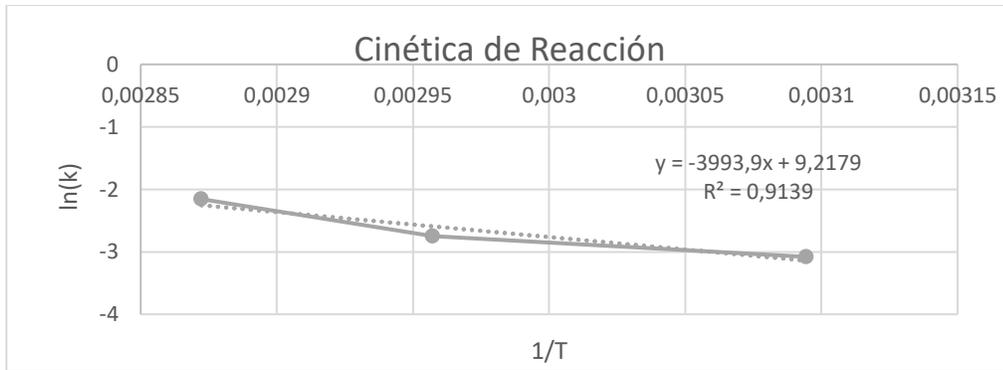


Figura 3.4 Ln(k) en función de 1/T [Elaboración Propia]

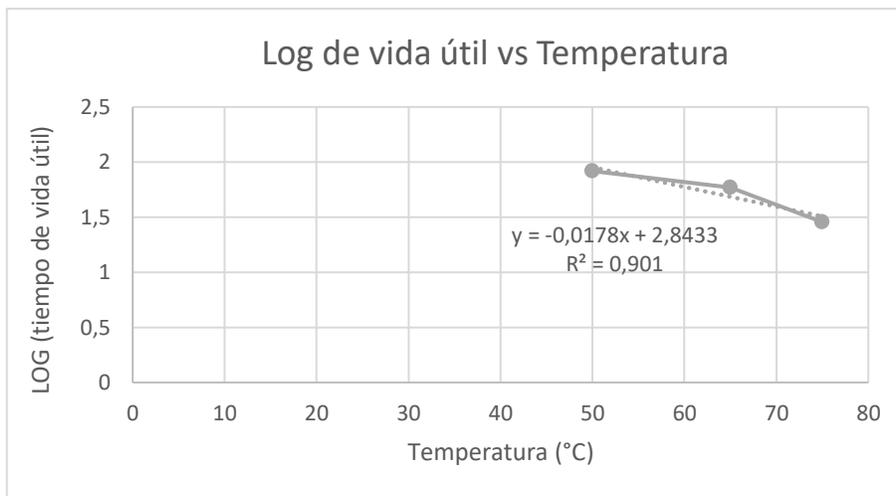


Figura 3.5 Cinética de vida útil en función de la temperatura [Elaboración Propia]

Para calcular el tiempo de vida útil a cualquier temperatura, se adecuó la ecuación obtenida en la gráfica Log (t.v.u) vs. Temperatura obteniendo la ecuación 3.17:

$$\text{Vida útil: } 10^{(2,8321 - 0,0135(T))} \quad (3.17)$$

Tomando en consideración la temperatura promedio en Ecuador obtenida de la Imagen 2.1, se estimó el tiempo de vida útil siendo 334 a 23°C. Adicionales, en la ecuación 3.16 el intercepto indica del porcentaje de la humedad inicial en el cual el alimento tendrá la vida útil mencionada, es decir que si la humedad en el

proceso empieza siendo mayor a 9.21%, el alimento se deteriorará antes del tiempo indicado.

El fabricante del producto indica que el tiempo de vida útil es de un año, aprobado por un laboratorio externo como requisito para obtener la notificación sanitaria para la venta en el país. Un hongo comestible sin ser deshidratado puede poseer una vida útil muy baja, de entre 5 a 10 días, considerando su actividad de agua, y humedad, los cuales aumentan su carga microbiana. Se considera que para un hongo deshidratado sea seguro para su ingesta, debe poseer mínimo 10% de humedad final (Castro, 2006) y como máximo 12% m/m según la INEN 2726:2013.

Tulsawani (2019), realizó un estudio de vida útil en un extracto acuosa de *Ganoderma lucidum* manteniéndolo durante dos años en bodegas a diferentes temperaturas. Se realizaron estudios de bio-eficiencia de terpenos, fenoles, flavonoides y polisacáridos, obteniendo que no existen diferencias significativas, a pesar de que ganaron un mínimo porcentaje de humedad, modificando su color. Sin embargo, estos compuestos estudiados tienen una mínima característica higroscópica, los cuales ayudan a que el producto final no gane gran cantidad de humedad. A pesar de estas características, es ideal que se mantenga el producto en temperaturas ambiente entre 20 y 23 °C.

3.4 Análisis bromatológicos

Los análisis se realizaron por duplicado en su totalidad y por medio de la media aritmética se obtuvo un resultado promedio. Se realizó una comparación entre los resultados obtenidos y la actual información nutricional del fabricante (tabla 3.5).

Tabla 3.5 Tabla nutricional actual del fabricante del hongo *Ganoderma lucidum*

Información Nutricional	
Porciones por envase: 60	
Grasa Total	0
Colesterol	0
Proteína	15%
Grasa	0.53%
Fibra	54%
Energía Total	395%

3.4.1. Grasas

Por medio de extracción de Soxhlet se obtuvo los resultados de la tabla 3.6.

**Tabla 3.6 Porcentaje de grasa en el hongo deshidratado *Ganoderma lucidum*
[Elaboración Propia]**

Cantidad de muestra (g)	Parámetros	Media aritmética
4	5 horas, (30 ± 5) min por sifonada	0.36 %

El valor del porcentaje de grasa tiene una diferencia de 0.17 % con el indicado en la tabla nutricional de referencia, demostrando que se cuenta con una menor cantidad de grasa.

Taofiq (2017) realizó una caracterización de los extractos obtenidos de *Ganoderma lucidum* por medio de Soxhlet, utilizando un espectrofotómetro se encontró una gran cantidad de ácido linoleico en un total de 2.50 % de lípidos, este resultado muestra gran diferencia con el hongo Reishi deshidratado, esto gracias al procedimiento de deshidratación al que se somete el producto final, pues ciertos ácidos grasos se evaporan.

3.4.2. Fibra cruda

El análisis de fibra obtuvo como resultado 36.50%, presentando un menor porcentaje con referencia a la tabla nutricional del producto del fabricante (Tabla 3.8). La empresa determina que el producto presenta un valor de fibra del 54%, sin embargo, los resultados del presente estudio no poseen relación con el valor verdadero de fibra del alimento, esto debido a que el análisis de fibra cruda es un método rudimentario para calcular una cantidad proximal. No obstante, si se requiere un análisis más profundo de la cantidad de fibra es necesario recurrir a procedimientos más analíticos, aquellos que poseen fundamentos en base de reacciones enzimáticas. Un análisis más concluyente es el de fibra dietaria, el cual es 3 a 5 veces mayor al valor de fibra cruda, por ende, este último no debe tomarse como referencia para la información nutricional de un alimento (Grosi et al., 2018).

En un estudio realizado en México (2015) para el hongo *Ganoderma lucidum* se obtuvo 20.67% de fibra cruda, donde se observa gran diferencia en comparación con la muestra, esto se debe principalmente a que la muestra realizada en el laboratorio se encuentra deshidratada, lo que aumenta su contenido de fibra en el alimento.

3.4.3 Proteína

El valor de porcentaje de proteína obtenido fue de 22.54 % obteniendo una diferencia de 7.54 % con el referenciado por el fabricante, el cual es 15% (Tabla 3.8).

El método utilizado para calcular el porcentaje de proteínas es de suma importancia en la caracterización de una tabla nutricional. El método utilizado por el laboratorio externo PROTAL se base en los principios de Kjeldahl, donde se obtiene un porcentaje de proteína cruda. Sanodiya (2009), indica que los principales compuestos en el hongo *Ganoderma lucidum* son proteína, grasa, carbohidratos y fibra. Sin embargo, indica que un hongo cultivado artificialmente

contiene una mayor cantidad de proteína cruda y carbohidratos, en comparación con los hongos extraídos de tipo silvestre. Así también disminuye su cantidad de fibra cruda. El autor indica un porcentaje máximo de 7.3% en proteína. Coincidiendo con el obtenido por el autor Taofiq en el año 2017, el cual señala un 6.72% de proteína utilizando también el método de Kjeldahl. Por otro lado, Stojković (2014) utilizando los mismos procedimientos, obtuvo 11.34% en hongos cultivados en Serbia en un invernadero semi-artificial, corroborando que los hongos cultivados artificialmente contienen una mayor cantidad de proteína cruda.

3.4.4. Cenizas

Los resultados del porcentaje de ceniza se muestran en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Porcentaje de ceniza en el hongo deshidratado *Ganoderma lucidum* [Elaboración Propia]

Cantidad de muestra (g)	Parámetros	% cenizas
4	6 horas, 500 °C	0.55

El fabricante actualmente no declara un porcentaje de ceniza en la ficha técnica del producto final, sin embargo, en la norma NTE INEN 2726 para Hongos Comestibles Desecados (CODEX STAN 39-1981) indican un porcentaje máximo de impurezas minerales del 2%. El producto final se encuentra dentro de las especificaciones según la normativa.

3.4.5 Carbohidratos totales

Para la obtención del porcentaje de carbohidratos se hizo uso de la ecuación 2.8:

$$\% CT = 100\% - 8.11\% - 0.55\% - 0.36\% - 22.54\% \quad (2.8)$$

$$\% C.T = 68.44\%$$

Para nuestra muestra seca de hongo *Ganoderma lucidum* se obtiene mediante fórmula que posee alrededor del 68.44% de carbohidratos en su composición, lo

cual es aceptable debido a que el hongo posee hexosas, pentosas, metil pentosas, oligosacáridos aminoazúcares y azúcares alcohol (Figlas y Curvetto, 2018), además en un estudio realizado en Serbia por Taofiq (2017) el determina que los carbohidratos totales presentes en una cepa de hongo *Ganoderma* es de 88.4 % y es la macromolécula presente en mayor cantidad en este alimento.

3.4.6 Energía calórica

Para la obtención de energía calórica se utilizó la siguiente ecuación 2.9, referenciada por los autores Taofiq (2017) y Stojkovic (2013) en estudios enfocados a caracterizar y cuantificar las propiedades de *Ganoderma lucidum*.

$$\begin{aligned} \text{Energy (kcal)} \\ &= 4 (\text{g de proteína}) + 4 (\text{g de carbohidratos}) \\ &+ 9 (\text{g de grasa}) \quad (2.9) \end{aligned}$$

$$\text{Energy (kcal)} = 4 (22.54) + 4 (68.44) + 9 (0.36)$$

$$\text{Energy (k cal)} = 277 \text{ kcal}$$

Tomando de referencia a otros autores, Taofiq (2017) en su estudio calculó 201 kcal/100 g en una muestra de *Ganoderma* extraídos de forma silvestre, puesto a que estos aumentan la cantidad de fibra y proteína, y como consecuencia, su contenido de energía calórica. Sin embargo, la muestra del fabricante es obtenida artificialmente por medio de residuos provenientes de la fabricación de muebles y cultivado en un invernadero artificial. Dado que su contenido de grasa es mínimo, la cantidad de carbohidratos aumenta con respecto a la energía proporcionada por la grasa. Por otro lado, Stojkovic (2013), indica que el contenido de carbohidratos y fibra es usualmente alto en cepas de *Ganoderma* cultivadas en regiones asiáticas debido al clima favorable de bosques húmedos.

3.4.7 Tabla nutricional de *Ganoderma lucidum*

Los valores nutricionales son datos importantes para el consumidor, el cual permite conocer las cantidades exactas del alimento que consume; una información nutricional debe poseer los diferentes valores de macromoléculas presentes en el alimento, la cantidad energética, tamaño de la porción, y porcentaje de valor diario (Menchú & Méndez, 2012). Para el alimento en estudio se presentan los valores nutricionales en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Valores nutricionales de *Ganoderma lucidum* deshidratado [Elaboración Propia]

Componente	Valor Nutricional (/100 g)
Proteína (g)	22.54
Ceniza (g)	0.55
Grasa (g)	0.36
Carbohidratos Totales (g)	68.44
Energía (kcal)	277

Los resultados no presentan mayor diferencia significativa, los cuales son comparados con un trabajo realizado en Serbia por Taofiq et al. (2017), donde según sus valores obtenidos los carbohidratos son los que se encuentran en mayor cantidad en la muestra con alrededor de 88.41 g, esto debido a que el hongo posee una alta cantidad de polisacáridos (Stojkovic et al., 2013).

3.5 Análisis microbiológicos

El conteo de mesófilos y aerobios da como resultado 1.6×10^2 UFC/ml, en la NTE INEN 2726: 2013 no se especifica un rango máximo de microorganismo, incluso el fabricante no estima la cantidad de microorganismos permitidos, sin embargo, en la CODEX STAN 38 se indica que el producto final debe estar exento de una cantidad de microorganismos que resulte ser perjudicial para la salud. En el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 1ra Revisión:

Alimentos. Criterios Microbiológicos Para La Inocuidad De Los Alimentos donde se encuentran las adaptaciones parciales de normativas internaciones, se indican que hongos desecados y deshidratados se encuentran dentro de la categoría de frutas y vegetales y se muestran las siguientes especificaciones (tabla 3.9):

Tabla 3.9 Especificaciones para frutas y vegetales desecados [Fuente: RTCA, 2017]

Subgrupo del alimento: Frutas y vegetales desecados o deshidratados			
Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite permitido
E. coli	6	B	10 ² UFC/g
Salmonella spp.	10		Ausencia 25 g

A pesar de que no se realizó siembra de *E. coli* ni *Salmonella spp.*, se indican el tipo de riesgo y categoría, siendo 6 y 10 respectivamente. *Escherichia coli* presenta un indicador de peligro, mientras que *Salmonella spp.* presenta un peligro serio para la salud, por lo tanto, el límite permitido es ausencia total. La categoría para aerobios mesófilos presenta un grado 1 el cual indica que no existe peligro directo para la salud y que puede ser usado como indicador de reducción de vida útil y normas higiénicas (Tabla 3.10).

Tabla 3.10 Especificaciones para frutas y vegetales desecados [Fuente: RTCA, 2017]

Grado de preocupación con respecto a la utilidad y el riesgo para la salud	Condiciones normales en las que se supone será manipulado y consumido el alimento tras el muestreo			
	Ejemplos	Riesgo reducido	Sin cambio de riesgo	Puede aumentar el riesgo
Utilidad: sin peligro directo para la salud, contaminación genral, reduce la vida útil, deterioro incipiente	Recuento de colonias aerobias, mohos,y levaduras lactobacillus	Categoría 1 3 clases n=5, c=3	Categoría 2 3 clases n=5, c=2	Categoría 3 3 clases n=5, c=1

A pesar, de que no se indican aerobios mesófilos para esta clase de alimentos, este análisis se lo realizó para establecer las condiciones higiénicas y de calidad que sufre el alimento durante su fabricación, lo cual al ser un producto deshidratado a condiciones ambientales los microorganismos se multiplican rápidamente, dado a que es un proceso lento y menos eficaz (De Michelis & Ohaco, 2015). Un proceso de deshidratación no garantiza que no ocurra crecimiento microbiano, por ende, es necesario realizar un procedimiento estandarizado para garantizar estándares de calidad al hongo deshidratado y que este pueda ser consumido (Castro, 2006).

3.6 Ficha técnica

Para la elaboración de la ficha técnica se tomaron los datos obtenidos de la tabla nutricional y el estudio de vida útil acelerado, así como también información adicional del alimento en cuestión. Se puede observar la ficha técnica del producto en el Apéndice A.

3.7 Diseño de plantas

Con el fin de realizar una mejora en la actual planta del emprendimiento, se hizo uso de herramientas para el diseño de plantas, tales como el diagrama TRA y el layout por medio del programa Corelap, basándose en la importancia de la cercanía de áreas y el peligro de contaminación cruzada, sobre todo, en la etapa de inoculación. Dicha información se puede encontrar en el Apéndice B, C, D.

3.8 Costos

El costo de precio a la venta es menor que el precio real del producto, para que exista un punto de equilibrio es necesario que exista la compra de un equipo deshidratador, para aumentar las ganancias y que el precio al mercado sea el adecuado, esto se puede observar en el Apéndice E.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se establecieron las especificaciones del producto considerando sus características bromatológicas y microbiológicas, donde se obtuvieron resultados favorables pues el producto se encuentra dentro de las especificaciones de las normativas legales.
- Se elaboró una ficha técnica de acuerdo con las características propias del producto, las cuales fueron obtenidas por medio de una rigurosa experimentación con base científica, incluidas características organolépticas y modo de consumo.
- Se estimó por medio de un estudio de vida útil acelerado, que el producto posee una duración de 334 días, similar al que declara la empresa en el empaque del producto, sin embargo, la decisión de utilizar este parámetro queda al criterio del fabricante. Adicional, se calculó el porcentaje máximo de humedad en que el producto es estable al tiempo de vida útil indicado, siendo este 9.21%.
- Se estandarizó el procedimiento de deshidratación del hongo por medio de un diseño de experimentos, donde se comprobó que los rangos de temperatura (25-30°C) no tienen efecto significativo en el peso final del hongo.

4.2 Recomendaciones

- Cuando se obtenga un mayor volumen de producción en la empresa actual, se recomienda hacer uso de un deshidratador industrial para el hongo en cuestión, para así disminuir la carga microbiana del producto final.
- Para un mayor control en el peso y la humedad, es preferible adquirir una balanza analítica y una termobalanza, para así controlar el proceso desde el inicio y asegurar las especificaciones finales del producto, sobre todo si únicamente se cuenta con las temperaturas climáticas para la deshidratación.
- Considerar implementar un departamento de I+D para el desarrollo de nuevos productos alimenticios tomando como base el hongo Reishi, ya que obtener un

alimento más convencional en la vida de los consumidores, pueden aumentar considerablemente su ganancia debido a que el sabor actual del producto es amargo.

BIBLIOGRAFÍA

Castro K. (2006). Validación de deshidratación convencional para la conservación del hongo comestible *Pleurotus sajor-caju*. Pág. 123-133. [Tesis de Grado, Universidad de Caldas].

Climate Data. (2022). Referencia online incluida en el artículo: Clima y tiempo en Guayaquil: Julio. URL: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/>. Fecha de acceso: 12/7/2022.

Cortez Briones, G. & Moreira Zambrano, G. (2020). Estudio Comparativo De La Actividad Antioxidante, Composición Proximal Y Nutricional Del *Pleurotus djamor con Ganoderma applanatum, Ganoderma lucidum, Ganoderma multiplicatum y Ganoderma oerstedii*. Guayaquil, Ecuador. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].

De la Torre, N. S., Bazán, D., Osorio, A., Cornejo, O., & Carrero, E. (2003). Deshidratación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 6(1), 55-59.

De Michelis, A. & Ohaco, E. (2015). Deshidratación, Desechado de frutas, hortalizas y hongos. Universidad Nacional de Comahue. Buenos Aires, Argentina

Duque Grisales, C. S. (2015). Elaboración de la ficha técnica de los productos de la empresa GMP PRODUCTOS QUIMICOS SA (Tesis de Grado). Corporación Universitaria Lasallista, Antioquía, Colombia.

FAO (1997). Manuals of food quality control ISSN 0254-4725: 8. Food analysis: quality, adulteration, and tests of identity. FAO. Pág 203

Figlas, D. & Curvetto, D. (2017). Monografía sobre las propiedades medicinales del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*). Universidad Nacional del Sur, Argentina.

Grosi, G., Ohaco, E. & De Michelis, A. (2018). Determinación de Fibra dietética total soluble e insoluble en hongos comestibles de *Pleurotus ostreatus*. Universidad Nacional de Comahue. Buenos Aires, Argentina

Gutierrez, J. B. (2000). Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

Huerta, I. (2015). Optimización de la extracción de los principales compuestos bioactivos de *Ganoderma curtisii*. (Tesis de Grado). Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacana, México

INEN (2006). NTE INEN 1529-5:2006 Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Requisitos

INEN (2006). Nte Inen 2726:2013 Norma Para Los Hongos Comestibles Desecados (Codex Stan 39-1981, Mod).

- INEN (2013). NTE INEN 522:2013 Determinación de la fibra cruda en harinas vegetales
- INEN. (1980). NTE INEN 523: Determinación de Grasas para Harinas de Origen Vegetal. Pág. 1-6.
- INEN. (1999). INEN. Control Microbiológicos de los Alimentos: Toma, Envío, y Preparación de Muestras para el Análisis Microbiológicos. Pág. 2-9.
- INEN. (2013). INEN. Harinas De Origen Vegetal. Determinación de Ceniza. Primera Revisión. Pág. 2-6.
- INEN. (2014). NTE INEN ISO 3188. Almidones, Féculas Y Productos Derivados. Determinación Del Contenido En Nitrógeno Por El Método De Kjeldahl. Método Titrimétrico (Iso 3188:1978, Idt). Pág. 2-5.
- Llahuilla, J. y Roque, M. (2017). Evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, *bacillus cereus* y *staphylococcus aureus*) y química - toxicológica de metales pesados (pb, hg) en leche para consumo humano en el distrito de Puente Piedra – Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú
- Moreno, D., Sierra, H. & Díaz, C. (2014). Evaluación De Parámetros De Calidad Físicoquímica, Microbiológica Y Sensorial En Tomate Deshidratado Comercial (*Lycopersicum esculentum*). (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Paredes Leon, C. E. (2019). Investigaciones actuales y aplicaciones en la agroindustria del hongo *Ganoderma lucidum* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Pág. 7-20.
- Peña, Z. (2019). "Cálculo del punto de equilibrio, herramienta para la toma de decisiones. Sucursal 6971 BANDEC. Holguín", *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (octubre 2019).
- Reinoso Molinero, L. G. (2015). Valoración nutricional de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní. Tesis de grado. UTEQ. Quevedo, Ecuador.
- Roa Gil, A., Camacho Cárdenas, H., Ardila Rodríguez, J. & Nieves Arias, K. (2018). Viabilidad para la creación de una empresa que fabrique y comercialice el extracto de *Ganoderma lucidum*. (Trabajo de Titulación). Universidad Católica de Colombia.
- Rodríguez-Farinango, C., Pineda-Insuasti, J., Revelo, D. A. B., Ariel, F., Puetate, M., & Soto, C. A. P. (2021). Producción de *Ganoderma lucidum* y su potencial medicinal: una revisión. *Revista Biorrefinería* Vol, 4(4).
- Stojković, D. S., Barros, L., Calhella, R. C., Glamočlija, J., Ćirić, A., Van Griensven, L. J., ... & Ferreira, I. C. (2014). A detailed comparative study between chemical and bioactive properties of *Ganoderma lucidum* from different origins. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(1), 42-47.

Taofiq, O., Heleno, S. A., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Barros, L., González-Paramás, A. M., ... & Ferreira, I. C. (2017). The potential of *Ganoderma lucidum* extracts as bioactive ingredients in topical formulations, beyond its nutritional benefits. *Food and chemical toxicology*, 108, 139-147.

Torres López, A. M., Quintero Díaz, J. C., & Atehortúa Garcés, L. (2011). Efecto de nutrientes sobre la producción de biomasa del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 13(1), 103-109.

Vázquez Jiménez, J., Romero Arenas, O., Tello Salgado, I., Rivera Tapia, J. A., & Bernal Mendoza, H. (2015). Evaluación de granos agrícolas para la elaboración artesanal de inóculo de *Ganoderma lucidum*. In *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015)*.

Vega Ríos, A., & Franco Ávila, H. (2012). Análisis de cenizas y minerales de hongos comestibles *Pleurotus* spp., cultivados sobre paja de arroz (*Oryza sativa*), tuza y rastrojo de maíz (*Zea mays*). *RIDTEC*. Vol. 8; No.2. Pág. 1-2.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Ficha técnica del hongo medicinal Reishi (*Ganoderma lucidum*) [Elaboración propia]

1. Características generales		
<p>El hongo <i>Ganoderma lucidum</i>, también conocido como Reishi, pertenece al género <i>Ganoderma</i>; es un hongo poliporo suave cuando se encuentra en condiciones normales; es chato en su estructura, rojizo y posee un sombrero, tiene forma de riñón con longitudes de 2-20 cm de ancho y de 4-8 cm de volumen, y posee esporas en su superficie</p>		
2. Acciones farmacológicas		
<p><i>Ganoderma lucidum</i> posee polisacáridos con propiedades medicinales, tales como β-glucanos que actúan como fibra intestinal ayudando a disminuir los niveles de colesterol en la sangre. Varios autores indican efectos cardiovasculares, antibióticos, antineoplásticos, anticancerígena, antienvjecimiento, y antioxidante.</p>		
3. Características del proceso		
<p>La producción empieza con la recuperación de residuos agroindustriales para la elaboración de leños donde crece el Reishi. Esta materia prima es esterilizada utilizando vapor y calor. Luego es inoculada con la semilla de Reishi que producimos en nuestros laboratorios. Después de 2 meses de permanecer en incubación en un invernadero urbano vertical, Reishi se encuentra lista para ser cosechado, desecado y triturado. Luego es envasado y está listo para ser distribuido.</p>		
4. Presentación		
	Reishi al granel	Descripción: 100% Reishi deshidratado y triturado
	Peso neto:	10 g
	Empaque:	Fundas doypack. Cierre slider hermético.
	Aspecto:	Polvo suave y seco
	Color:	Café claro
	Modo de ingesta:	Agregar una cucharada (3 g) a la hora del almuerzo en sopas, cremas, estofados, etc. Para batidos nutritivos, agregar una cucharada (3 g) por cada litro de agua.
	Vida útil:	11 meses
	Reishi al granel	Descripción: 15 bolsitas de Reishi para te
	Peso neto:	7.5 g
	Empaque:	Fundas doypack con bolsas individuales a base de papel craft. Cierre slider hermético.
	Aspecto:	Polvo suave y seco
	Color:	Café claro
	Modo de ingesta:	Coloca 1 bolsa de Reishi en una taza (250 mL) de agua bien caliente. Dejar reposar por 5 minutos y beber 30 minutos antes de dormir.
	Vida útil:	11 meses

5. Valor nutricional

Por cada 100 g de Reishi encuentras:

Proteína	22.54 g
Grasa	0.36 g
Carbohidratos Totales	68.44 g
Fibra	36.50 g
Energía	277 K/cal

6. Especificaciones

Humedad	Máx. 12%
Proteína	Mín. 23%
Fibra	Mín. 37%
Grasa	Máx. 0.36%
Cenizas	Máx. 2%
Aerobios Mesófilos	Máx. 1.6×10^2 UFC/mL

7. Marco legal

Notificación Sanitaria	No. 27053-ALN-1020
Normativa Referenciada	NTE INEN 2726 NORMA PARA LOS HONGOS COMESTIBLES DESECADOS en conjunto con la norma Internacional CODEX STAN 38-198

8. Método de conservación

Conservar a temperatura ambiente en un ambiente fresco sin exceso de humedad. Mantener el alimento dentro del empaque o en envases de vidrios. El envasado utilizado para las presentaciones del hongo es a base de papel Kraft, que sirve como aislante por su incapacidad de conducir calor. El enfundado laminado en la parte interior permite transmitir el calor, absorbido por el papel Kraft, hacia adentro. Este empaque brinda un correcto aislamiento del calor externo protegiéndolo de factores ambientales como la humedad.

Elaborado por:
Asistente de Calidad

Aprobado por:
Gerente General

APÉNDICE B

Diagrama TRA [Elaboración propia]



Código	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinario	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	Rechazable	Café

	Motivo
1	Accesibilidad
2	Control
3	Contaminación cruzada
4	Ruidos
5	Material común
6	Proximidad

APÉNDICE C

Lay-Out [Elaboración propia]



CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Hidratación	34	4
2.-	Triturado	19	3
3.-	Deshidratación	18	8
4.-	Envasado	17	4
5.-	Mezcla	17	4
6.-	Inoculación	17	3
7.-	Invernadero	16	8
8.-	Oficinas/Baños	8	10
9.-	Recepción	8	5

Calcular Iteraciones

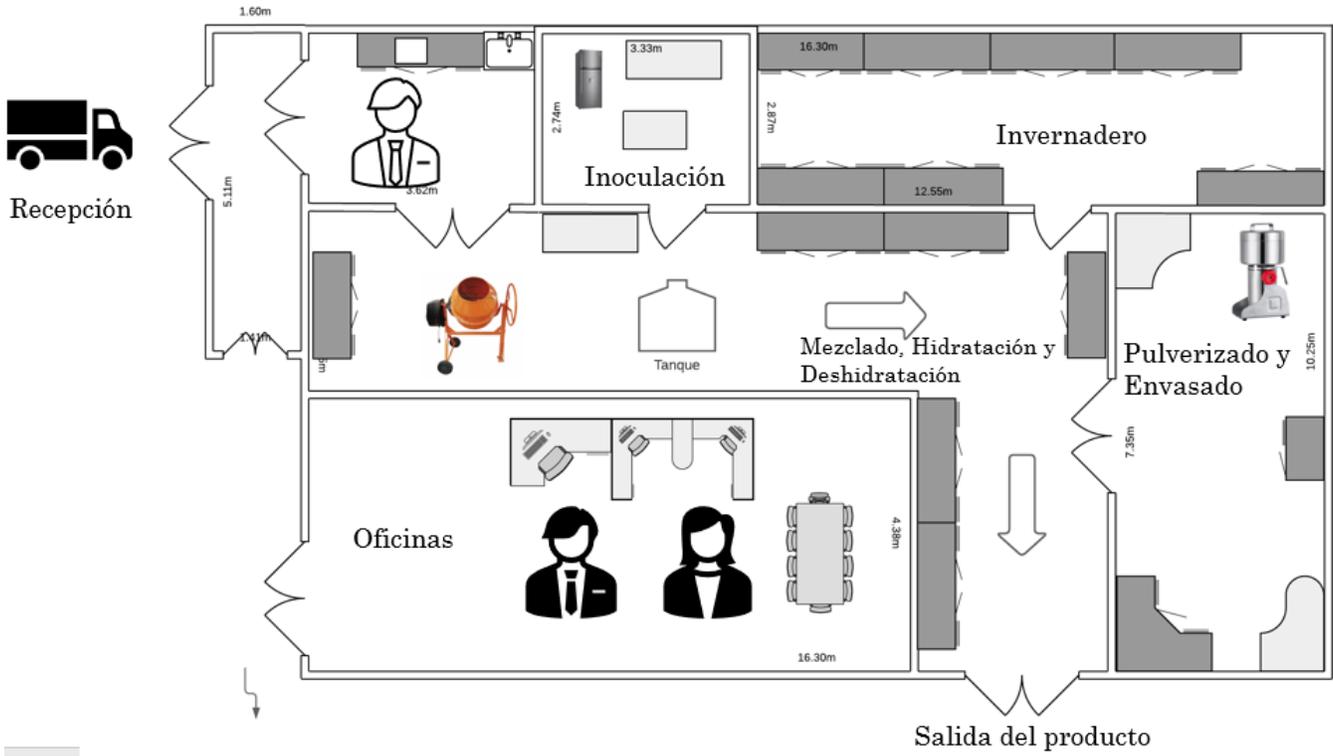
Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

APÉNDICE D

Lay-Out de la planta [Elaboración propia]



APÉNDICE F

Cálculos de Costos de Producción del *Ganoderma lucidum* [Elaboración propia]

COSTO VARIABLE			
Mano de obra			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Gerente general	1	\$1,200.00	\$1,200.00
Contador	1	\$650.00	\$650.00
Chofer/despachador	1	\$400.00	\$400.00
Innovador/Marketing	1	\$650.00	\$650.00
Operadores/obreros	6	\$400.00	\$2,400.00
Subtotal de costo de variable 1			\$5,300.00
Materia prima y Empaque			
Aserrín (Kg)	2	\$17.00	\$34.00
Espumaflon (Kg)	9	\$1.16	\$10.44
Solución buffer	1	\$20.00	\$20.00
Envase primario	500	\$0.05	\$25.00
Envase secundario	500	\$0.10	\$50.00
Etiquetas	500	\$0.02	\$10.00
Subtotal de costos variable 2			\$139.44
Gastos viáticos	Total		
Transporte	\$ 45.00		
Estadía	\$ 35.00		
Alimentación	\$ 36.00		
Subtotal costo variable 3		\$116.00	
Descripción	Precio		
Mezcladora- Tipo Trompo	\$150.00		
Mezcladora	\$150.00		
Costos de Reparación	\$300.00		
Calibración de balanza	\$50.00		
Costos de restauración	\$50.00		
Total de reparación y mantenimiento	\$ 350.00		
Total de costo variable			\$5,905.44

COSTOS FIJOS			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Agua	1	\$100.00	\$100.00
Luz	1	\$200.00	\$200.00
Teléfono	1	\$30.00	\$30.00
Internet	1	\$40.00	\$40.00
Materiales de oficina	5	\$10.00	\$50.00
Subtotal costos fijo sin depreciación			\$420.00

DEPRECIACIÓN				
Descripción	Precio por Unidad, US\$	VIDA UTIL (años)	Depreciación anual(\$)	Dep. Mensual(\$)
Tanque-Plastigama	\$183.00	25	\$7.32	\$0.61
Mezcladora- Tipo Trompo	\$400.00	10	\$40.00	\$3.33
Repisa Industrial	\$550.00	20	\$27.50	\$2.29
Balanza	\$150.00	5	\$30.00	\$2.50
Mostradora	\$300.00	20	\$15.00	\$1.25
Pulverizadora	\$300.00	10	\$30.00	\$2.50
Subtotal de depreciación de maquinaria				\$ 12.49
COSTOS INDIRECTOS		SEGUROS		
Descripción	Precio Mensual	Descripción	Pago anual	
Mano de obra indirecta	\$500.00	Pago de Polizas y Seguros	\$188.30	
Impuesto a la propiedad sobre el edificio de fabrica	\$450.00			
Total de costo indirecto	\$ 950.00	Total pago mensual	\$15.69	
Total costo fijo			\$1,398.18	

GASTOS ACTIVOS			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Tanque-Plastigama	3	\$183.00	549
Mezcladora- Tipo Trompo	3	\$400.00	1200
Repisa Industrial	10	\$550.00	5500
Balanza	4	\$150.00	600
Mostradora	2	\$300.00	600
Pulverizadora	2	\$300.00	600
Subtotal gastos activos			\$9,049.00

Total de costos de producción	\$7,303.62	Producción	150	kg
Costo unitario de producción	\$0.49	Presentación	0.01	kg
Porcentaje de criterio	30%	Total de funditas	15000	
Precio de venta unitario	\$0.63			
Punto de equilibrio	50000			