

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Obtención de harina de *Ganoderma lucidum* y su utilización para la formulación de un yogurt tipo griego”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Mendez Trujillo Milton Geovanny

TUTOR: Msc. Anchundia Lucas Miguel Ángel, PhD

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante(s) Mendez Trujillo Milton Geovanny con el número de cédula 1727462341 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Obtención de harina de *Ganoderma lucidum* y su utilización para el desarrollo en un yogurt tipo griego"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Msc. Anchundia Lucas Miguel Ángel, PhD

TUTOR

Tulcán, diciembre de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Mendez Trujillo Milton Geovanny con cédula de identidad número 1727462341 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Mendez Trujillo Milton Geovanny

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Mendez Trujillo Milton Geovanny declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Obtención de harina de *Ganoderma lucidum* y su utilización para el desarrollo en un yogurt tipo griego" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Mendez Trujillo Milton Geovanny

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2024

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi familia, en especial a mi madre, porque, aunque no estaba forrada en plata, siempre me dio todo lo necesario y más, como a mis amigos, docentes y compañeros por apoyarme incondicionalmente durante mi etapa de foráneo.

Gracias madre por hacerme un pelado todo terreno. A veces, la pasé mal.. pero tú hijo no conoce que es rendirse.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, a quien crecí viendo superar cada obstáculo que la vida le ponía, paso por momentos tan difíciles que a veces se iba a dormir sintiéndose exhausta y con lágrimas en los ojos, pero aun así se levantaba cada mañana con energía y ánimo, para dar su mejor esfuerzo y darnos amor incondicional. Soy alguien fuerte porque fui criado por alguien más fuerte que yo.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. JUSTIFICACIÓN	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Reino fungí.....	23
2.2.2. Clasificación Ganoderma lucidum.....	24
2.2.3. Morfología	24
2.2.4. Ganoderma lucidum.....	24
2.2.5. Residuos agroindustriales	25
2.2.6. Bagazo de la cerveza	25
2.2.7. Sustrato	26
2.2.8. Componentes del sustrato.....	26
2.2.9. Harina.....	27
2.2.10. Yogurt.....	27

III. METODOLOGÍA	29
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	29
3.1.1. Enfoque	29
3.1.2. Tipo de Investigación.....	29
3.2. HIPÓTESIS	29
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	29
3.3.1. Definición de variables.....	29
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	32
3.4.1. Adquisición del hongo Ganoderma lucidum	32
3.4.2. Elaboración de sustrato	32
3.4.3. Elaboración harina Ganoderma lucidum	32
3.4.4. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina Ganoderma lucidum	35
3.4.5. Elaboración del Yogurt tipo griego.....	38
3.4.6. Análisis fisicoquímico del yogurt tipo griego	40
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	43
3.5.1. Unidad Experimental	43
3.5.2. Tratamientos.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS	45
4.1.1. Crecimiento del hongo Ganoderma lucidum	45
4.1.2. Rendimiento de la harina de Ganoderma lucidum.....	45
4.1.3. Análisis fisicoquímico de la harina de Ganoderma lucidum	46
4.1.4. Análisis Microbiológicos.....	46
4.1.5. Formulación de Yogurt tipo griego	47
4.1.6. Análisis Sensorial	47
4.1.7. Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego	49
4.1.8. Análisis microbiológico yogurt tipo griego.....	51
4.2. DISCUSIÓN	51

4.2.1.	Crecimiento del hongo <i>Ganoderma lucidum</i>	51
4.2.2.	Rendimiento de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	52
4.2.3.	Análisis fisicoquímico de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	52
4.2.4.	Proteína de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	52
4.2.5.	Contenido de cenizas de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	53
4.2.6.	pH de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	53
4.2.7.	Contenido de humedad de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	54
4.2.8.	Grasa de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	54
4.2.9.	Análisis microbiológico de la harina <i>Ganoderma lucidum</i>	54
4.2.10.	Análisis sensorial yogurt tipo griego	56
4.2.11.	Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego	56
4.2.12.	pH en el yogurt tipo griego	56
4.2.13.	Contenido de cenizas yogurt	57
4.2.14.	Acidez del yogurt tipo griego	57
4.2.15.	Grasas del yogurt tipo griego	57
4.2.16.	Proteína del yogurt tipo griego	58
4.2.17.	Sólidos totales en el yogurt tipo griego	59
4.2.18.	Análisis microbiológico yogurt griego	59
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1.	CONCLUSIONES	60
5.2.	RECOMENDACIONES	61
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VII.	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía <i>Ganoderma lucidum</i>	24
Tabla 2. Operacionalización de variables	30
Tabla 3. Tratamientos para la elaboración del sustrato para el hongo <i>Ganoderma lucidum</i>	44
Tabla 4. Tratamientos formulados crecimiento de biomasa.....	44
Tabla 5. Prueba hedónica de 5 puntos.....	44
Tabla 6. Crecimiento de biomasa	45
Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos harina <i>Ganoderma lucidum</i>	46
Tabla 8. Análisis microbiológico harina <i>Ganoderma lucidum</i>	46
Tabla 9. Formulación yogurt tipo griego	47
Tabla 10. Valores promedio del análisis sensorial	48
Tabla 11. Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego	50
Tabla 12. Análisis microbiológico yogurt tipo griego.....	51

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Flujo Obtención harina Ganoderma lucidum	34
Figura 2. Diagrama de flujo Elaboración del yogurt tipo griego.	39
Figura 3. Cultivo de hongo.	68
Figura 4. Cosecha de hongo.	68
Figura 5. Ganoderma lucidum.	68
Figura 6. Deshidratación del hongo.	69
Figura 7. Molienda.....	69
Figura 8. Harina Ganoderma lucidum.....	69
Figura 9. Análisis de cenizas harina Ganoderma Lucidum.....	70
Figura 10. Análisis pH Harina Ganoderma Lucidum	70
Figura 11. Análisis de proteína harina Ganoderma.....	70
Figura 12. Preparación de la muestra.	71
Figura 13. Panelistas.	71
Figura 14. Degustación yogurt griego.	71
Figura 15. Análisis de cenizas yogurt griego.....	72
Figura 16. Análisis de proteína yogurt griego.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	18
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	18

RESUMEN

En el Ecuador, el desaprovechamiento de las propiedades nutricionales y medicinales presentes en el hongo *Ganoderma lucidum* se ve limitada debido a la falta de conocimiento. Este hongo utilizado principalmente en la medicina occidental y en la producción de harinas en Nigeria, tiene beneficios para la salud. No obstante, las escasas investigaciones realizadas en el país plantean incertidumbres acerca de su utilización y consumo. Por ende, esta investigación tuvo como objetivo obtener harina de *Ganoderma lucidum* y su utilización para la formulación de un yogurt tipo griego. Se formuló un sustrato para la obtención de biomasa y se obtuvo harina, seguidamente se elaboró tres formulaciones de yogurt griego con diferentes porcentajes de harina *Ganoderma lucidum* (0.3%, 0.6% y 1%). Se caracterizó la harina de *Ganoderma lucidum* y yogurt formulado, fisicoquímicamente y microbiológicamente basado en las metodologías oficiales de las normativas INEN 0616 y 2395. Los resultados obtenidos de los parámetros de la harina *Ganoderma lucidum*, pH 5.4, humedad de 8.1%, cenizas de 0,58%, grasa 1% y proteína 12,4%. Por otro lado, el yogurt griego con 1% de harina *Ganoderma lucidum* presentó un contenido de proteína de 7,8%, grasa de 4%, pH de 4, acidez de 0,81%. La adición de harina *Ganoderma lucidum* en la formulación de un yogurt tipo griego modificó el contenido proteico desde 6,1% hasta 7,8%, como también, al parámetro textura y aceptabilidad global el tratamiento (T1) el cual fue una característica sensorial apreciado por los panelistas.

Palabras Claves: Hongo *Ganoderma lucidum*, harina, Yogurt Griego, Sensorial.

ABSTRACT

In Ecuador, the limited utilization of the nutritional and medicinal properties of the *Ganoderma lucidum* mushroom is constrained by a lack of awareness. This fungus, widely employed in Western medicine and in flour production in Nigeria, offers significant health benefits. However, the scarcity of research conducted in the country creates uncertainties regarding its application and consumption. Consequently, this study aimed to produce *Ganoderma lucidum* flour and incorporate it into the formulation of Greek-style yogurt. A substrate was prepared to cultivate biomass, and flour was subsequently obtained. Following this, three Greek yogurt formulations were developed with varying concentrations of *Ganoderma lucidum* flour (0.3%, 0.6%, and 1%). The flour and the formulated yogurt were characterized physicochemically and microbiologically following the official methodologies established in the INEN 0616 and 2395 standards. The analysis of the *Ganoderma lucidum* flour parameters revealed a pH of 5.4, moisture content of 8.1%, ash content of 0.58%, fat content of 1%, and protein content of 12.4%. Meanwhile, the Greek yogurt containing 1% *Ganoderma lucidum* flour exhibited a protein content of 7.8%, fat content of 4%, pH of 4, and acidity of 0.81%. The incorporation of *Ganoderma lucidum* flour into the Greek-style yogurt formulation enhanced the protein content from 6.1% to 7.8%, as well as influenced the texture and overall acceptability. Treatment T1 emerged as a sensory attribute highly appreciated by the panelists.

Keywords: *Ganoderma lucidum* mushroom, flour, Greek yogurt, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Ecuador, el yogurt tipo griego ha ganado popularidad en los últimos años debido a su alto contenido nutricional principalmente por su contenido de proteína, vitaminas, minerales y probióticos, los cuales son esenciales para fortalecer el sistema inmunológico, y son mayormente los consumidos por personas que buscan alimentos que apoyen a un estilo de vida y dieta más saludable (Negrete, 2021).

El *Ganoderma lucidum*, también conocido como hongo rensi, es utilizado en la medicina tradicional en el occidente. En el Ecuador, existen muy pocas granjas productoras de hongos, por lo cual la obtención de *Ganoderma lucidum* es limitado, tomando en cuenta que el contenido de nutrientes presentes naturalmente en el hongo es saludable, ya que tiene un alto contenido de proteína, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos que pueden ser utilizados en el desarrollo de alimentos funcionales (Aremu, 2019).

Menciona Benavides (2019) que la producción de *Ganoderma lucidum* en el Ecuador está en sus primeras etapas, con un alto potencial de crecimiento, dado que las condiciones climáticas son favorables, por lo cual pequeños productores se han apropiado de este insumo y replicado en pequeñas incubadoras caseras.

La presente investigación se centra en la obtención de harina de *Ganoderma lucidum* y su utilización en la formulación de un yogurt tipo griego, con un contenido de proteína diferente a los yogures que no contienen este tipo de harina. Actualmente, los consumidores buscan productos con aditivos naturales y nuevas propiedades nutricionales, sensoriales, funcionales, entre otros. Cabe destacar que la producción de yogurt griego ha experimentado un alto crecimiento a nivel nacional (Ramesh, 2019).

El *Ganoderma lucidum* contiene entre un 10% y un 30% de proteína, compuestos bioactivos, polisacáridos, péptidos, aminoácidos y otros nutrientes. Debido al alto contenido de proteína en la harina, se puede inferir que su utilización en el desarrollo de bebidas fermentadas como los yogures, puede incrementar el contenido proteico y generar cambios en sus características sensoriales como la viscosidad y la textura,

además de aportar compuestos bioactivos como polifenoles y B-glucanos, que pueden tener propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y prebióticas (Lin, 2019).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, en el Ecuador existen alrededor de 10 mil especies de hongos, de los cuales se han descrito al menos 5 mil, debido a la escasez de información acerca de la diversidad, la morfología, características biológicas, crecimiento en general y su uso, lo cual genera inconvenientes para el manejo de dicha diversidad fúngica, como nuevas alternativas para el área de alimentos, farmacología entre otros, debido a que no consta estudios fiables para lograr una aplicabilidad (Villareal, 2021).

Argumenta Boa (2017) que el conocimiento sobre los hongos comestibles en el Ecuador ha tenido crecimiento ya que ha sido utilizado de manera tradición en algunas comunidades en forma de infusiones para aliviar síntomas de enfermedades. Son pocas las especies de hongos consideradas comestibles a causa de la falta de conocimiento sobre sus propiedades nutricionales y sus diversas aplicaciones. Aun así, existen pequeñas granjas productoras de hongos comestibles que consideran la implementación de consumo de hongos como una alternativa para la formulación de nuevos productos funcionales (INIAP, 2017).

El consumo de productos no saludables en el Ecuador proviene de varias formas, dado que la población consume alimentos ultra procesados, o exceso de azúcares, siendo uno de los factores principales para el manejo de un alto índice de obesidad y diabetes. El Ministerio de Salud Pública del Ecuador menciona en su informe presentado el 2018, que para años futuros prevén reducir el índice de malnutrición, y consumo de productos no saludables de la población, alrededor del 40% de los niños y jóvenes son los mayores consumidores de productos altos en azúcares, grasas saturadas y sales los cuales generan problemas a la salud del consumidor (Ministerio de Salud, 2018).

Por otro lado, la contaminación ambiental generada por residuos lignocelulósicos, como el bagazo de la cerveza, es un tema relevancia por el manejo inadecuado y por la reutilización de estos residuos que termina en el relleno sanitario, cuerpos de

agua y suelos. Teniendo en cuenta que estos residuos contienen cantidades considerables de macro y micronutrientes, tales como, lignina, proteína y carbohidratos que puede ser aprovechados para el cultivo del hongo *Ganoderma lucidum* (Vargas, 2018).

Debido a la escasez de investigaciones y al conocimiento limitado existente a cerca del potencial nutricional del hongo *Ganoderma lucidum*, caracterizado principalmente por su alto contenido de polisacáridos, triperpenoides, aminoácidos, vitaminas y minerales esenciales para la salud no ha sido plenamente aprovechado. En este sentido, se hace hincapié en la necesidad de explorar el uso de este hongo en el desarrollo de nuevos productos (Andrade, 2016). La industria alimentaria, en el área de desarrollo de alimentos busca implementar cambios en valor agregado desde el punto de vista nutricional, en este contexto, el *Ganoderma lucidum* se presenta como un ingrediente versátil y con la capacidad de satisfacer las expectativas nutricionales y funcionales de los consumidores.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la harina de *Ganoderma lucidum* en las parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las formulaciones de yogurt tipo griego?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Caiza (2019) señala que la utilización de hongo *Ganoderma lucidum* para la obtención de harina y la adición formulación de un yogurt tipo griego, beneficia en los caracteres nutricionales, como también en las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, las cuales pueden contribuir y fortalecer el sistema inmunológico de los consumidores, dado que el hongo presenta grandes cantidades de nutrientes, proteínas, vitaminas y minerales esenciales, que puede llegar a generar expectativas en los consumidores del yogurt tipo griego.

Estudios presentados por Toro (2019), se menciona que la harina *Ganoderma lucidum* aporta un 20% de proteínas dentro de las que se tienen, inmunoglobulina, proteína P1 y ganoderico, que son importantes de punto de vista nutricional. Por otro lado, el hongo *Ganoderma lucidum* es una fuente potencial para superar afecciones virales a través de las propiedades inmunomoduladoras aportadas por B-glucanos, triperpenoides y vitaminas digeribles como, vitamina B, B1, B2, B12 y C1, mostrando potencial para superar las infecciones virales (Wahab, 2021).

Según Vanegas (2018), la adición de harina de *Ganoderma lucidum* en la elaboración de un yogurt tipo griego favorece a las características sensoriales, aumentando su estabilidad, firmeza y viscosidad, ya que sus proteínas forman una emulsión con las proteínas de la leche, generando un gel más rígido en el yogurt griego, por lo cual puede aumentar el tiempo de almacenamiento de 12 a 21 días, por otro lado, la adicción de harina en el yogurt griego presenta un aumento las características funcionales del yogurt griego debido a que el la harina de *Ganoderma Lucidum* tiene mayor facilidad de disolverse en leche caliente para extraer los polifenoles y polisacáridos.

Jovanovic (2022), y Toro (2019), inidcan que la adición de *Ganoderma lucidum* en la obtención de bebidas fermentadas como el yogurt griego tiene efectos positivos en la extracción de los micro y macro nutrientes al diluirse en leche a temperaturas considerables, obteniendo el aumento de contenido de proteína, calcio y fibra. La utilización de *Ganoderma lucidum* podría aumentar hasta un 25% dentro de los próximos 10 años en la producción de alimentos funcionales (Jovanovic, 2022).

Para Andrade (2016), el Ecuador, las granjas fúngicas empiezan a tomar un crecimiento considerable para el cultivo de hongos comestibles, se espera que para inicios del 2025 la producción de hongos comestibles aumente en un 30%.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Obtener harina *Ganoderma lucidum* y su utilización en el desarrollo un yogurt tipo griego

1.4.2. Objetivos Específicos

- Formular un medio de cultivo a base de bagazo de cerveza y aserrín que permita el crecimiento de *Ganoderma lucidum* para la obtención de harina.
- Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la harina *Ganoderma lucidum*.
- Formular un yogurt tipo griego con 3 porcentajes de harina *Ganoderma lucidum*.
- Evaluar el nivel de aceptación de los yogures formulados con harina de *Ganoderma lucidum*.

- Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de yogurt tipo griego.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuál es la formulación óptima del sustrato para el crecimiento del *Ganoderma lucidum* y obtención de harina?

¿Qué contenido proteico tiene la harina de *Ganoderma lucidum*?

¿Cuál es la formulación óptima para obtener un yogurt tipo griego con harina *Ganoderma lucidum*?

¿Cuál es el nivel de aceptabilidad de los yogures formulados con harina *Ganoderma lucidum*?

¿La adición de la harina *Ganoderma lucidum* en la formulación de un yogurt tipo griego, afecta a las características fisicoquímicas y microbiológicas?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes que hacen referencia a las investigaciones de bebidas fermentadas con inclusión de harina de *Ganoderma lucidum* son los siguientes:

Bidegan (2017) realizó 5 tratamientos con diferentes tipos de sustratos para incrementar la velocidad de crecimiento del *Ganoderma lucidum*, con respecto a las condiciones se determinó que la humedad requerida es de 70%, y de 31 a 40 días de cultivo. Evaluó la optimización del sustrato agregando varios carbohidratos (melaza, sacarosa), obteniendo, la adición de melaza presentó un crecimiento alrededor de 30% del primer cultivo, por otro lado, la adición de sacarosa la productividad aumento alrededor de un 78%, como también recomendando la pasterización durante 1 hora 30^a min a 70 °C, dado que es efectiva, para la eliminación de microorganismos y relacionando la calidad sanitaria para la proliferación de microorganismos de una manera moderada y considerada. Por otra parte, recomienda que la utilización de glucosa como un carbohidrato es esencial para el crecimiento de hongo *Ganoderma lucidum* dado que es más fácil adherirse a los demás compuestos presentes en el sustrato.

De igual manera Sinailín y Titusunta (2022) realizaron varios cultivos de comparación entre *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* usando trigo y cebada, manejando una humedad entre 60% y 70%, se determinó que el mejor tratamiento fue el T1, formulado con 2% sacarosa y 5% yeso, ya que presentó mayor crecimiento de biomasa debido a la utilización la sacarosa como fuente de carbohidrato. Con referencia a los tratamientos T2 y T3, que contenían a la melaza como fuente de carbohidratos, no presentó crecimiento debido a la mayor complejidad de disolución comparada con las otras fuentes utilizadas. Por otra parte, *Pleurotus ostreatus* en presencia de melaza al 2% genero un mayor crecimiento de biomasa, obteniendo un peso final de hongo fresco de 600g. La utilización de melaza, sacarosa en un sustrato no debe sobrepasar el 2%, dado que podría generar una saturación de carbohidratos y no permitir el crecimiento adecuado de biomasa.

En la misma línea Aremu (2019) realizó la caracterización físico química de la harina a base de *Ganoderma lucidum*, *Omphalotus olearius*, *Hebeloma mesophaeum* que se usa en Nigeria en el estado de Nasarawa, el cual mencionan que las muestras contenían proteína cruda en el rango de 18,5% en *Omphalotus olearius* y 21,5% en *Ganoderma lucidum*, en grasa cruda vario entre 6,9% y 8,7%, humedad entre 10 y 11%, cenizas 7,3 y 8,3%, fibra cruda 2,8 y 3,5, carbohidratos 50.3 y 50.9%, la capacidad de formación de espuma 101,8 y 131,5%, estabilidad de formación de espuma 51 y 54%, absorción de agua 260 y 390% y absorción de aceite 450 y 480%. La caracterización fisicoquímica de las harinas de *Ganoderma lucidum* y *Omphalotus olearius* determinaron que son aptas para la utilización en alimentos funcionales.

De la misma manera corrobora Toro (2019) ya que en su investigación realizó la caracterización fisicoquímica del yogurt griego formulado y 0,5% de harina *Ganoderma lucidum* obteniendo, proteína 5,6%, solidos totales 26,7%, humedad 73,3%, grasa 1,7%, acidez 0,76% y pH de 4,3. La utilización de harina *Ganoderma lucidum* presentó cambios organolépticos y sensoriales como, el color, olor y viscosidad, se recomienda utilizar menos del 1% de harina *Ganoderma lucidum* debido a que la textura y viscosidad se ve afectada.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Reino fungí

El reino fungí, está compuesto por organismos vivos como los hongos, mohos, levaduras y setas, son considerados eucariotas, tienen un núcleo definido y organelos membranosos. Los hongos no realizan fotosíntesis, a diferencia de las plantas, utilizan los nutrientes del suelo mediante la absorción en beneficio para su crecimiento. El INB (Instituto Nacional de Biodiversidad) menciona que en el Ecuador existen una gran variedad de hongos, alrededor de 6200 especímenes, subdividas en 4400 hongos y 1800 líquenes, situados en varias provincias del Ecuador. Se encuentran calificados por orden alfabético, familias, géneros y subgéneros (Batallas, 2021).

Los hongos se encuentran en el suelo, aire, ríos, agua, plantas, animales, alimentos, entre otros. La descomposición de la materia orgánica la llevan a cabo bacterias y hongos, y al hacerlo liberan carbono, oxígeno, nitrógeno y fósforo al suelo y a la atmósfera (Ahmadjian, 2021).

2.2.2. Clasificación *Ganoderma lucidum*

El hongo *Ganoderma lucidum* también conocido como reishi, pertenece al filo *Basidiomycota* (Merino, 2021). En la Tabla 1, se presenta su clasificación taxonómica:

Tabla 1. Taxonomía *Ganoderma lucidum*

Reino	Fungí
Filo	<i>Basidiomycota</i>
Clase	<i>Agaricomycetes</i>
Orden	<i>Polypolares</i>
Familia	<i>Ganodermateceae</i>
Género	<i>Ganoderma</i>
Especie	<i>G. Lucidum</i>

Fuente: (Merino, 2021)

2.2.3. Morfología

El cuerpo fructífero del hongo *Ganoderma lucidum* varía en tamaño, y forma, pero su forma representativa es semicircular, su color es rojizo y cuenta con una textura dura y leñosa. El micelio, es la parte vegetativa del hongo y se extiende a través del sustrato, descomponiendo la materia orgánica, por otro lado, en su estructura interna está compuesta por hifas, las cuales se entrelazan formando una red densa y dura, son células largas cilíndricas y ramificadas. Las hifas producen enzimas que se propagan en el sustrato y descomponen la materia orgánica. (Stamets, 1993). El micelio del hongo almacena energía a medida que crece y, cuando se expande hacia nuevas fuentes de alimento con frecuencia utiliza hifas más gruesas para sobrevivir (Estrada, 2019).

Después, el micelio puede empezar a crear cuerpos fructíferos que, aunque parecen bastante robustos, se forman por hifas interconectadas y se parecen a una bola de hilo o algodón. La mayoría de los hongos están compuestos por hifas, que son estructuras alargadas y homogéneas que crecen en diversas orientaciones (Estrada, 2019). Las funciones de los cuerpos fructíferos incluyen producir esporas para la propagación y permitir la mezcla sexual de dos o más tipos genéticos (Stamets, 1993).

2.2.4. *Ganoderma lucidum*

El hongo *Ganoderma lucidum* es muy famoso en China desde hace 200 años por el aprovechamiento de sus propiedades medicinales y nutricionales. El hongo *Ganoderma lucidum* es un organismo lignícola que viven en los troncos, y se alimenta de nutrientes del suelo, presenta un cuerpo fructífero duro y brillante, además de colores rojizos y marrones. El *Ganoderma lucidum* abarca alrededor de 300 especies,

siendo uno de los hongos más reconocidos por sus características terapéuticas en la cultura oriental, pertenece al filo *Basidiomycota*. Cuenta con varias especies de la familia *Ganodermataceae*, una de las especies más representativas de los hongos comestibles, las cuales producen sustancias con componentes biológicamente activos relacionados con funciones farmacológicas, medicinales y nutricionales. (Stamets, 1993).

El hongo *Ganoderma lucidum* se caracteriza por su alto contenido de proteína, inmunoglobulina, proteína P1 y ganoderico, que son importantes de punto de vista nutricional. Por otro lado, el hongo *Ganoderma lucidum* es una fuente potencial para superar afecciones virales a través de las propiedades inmunomoduladores aportadas por B-glucanos, tiperpenoides y vitaminas digeribles como, vitamina B, B1, B2, B12 y C1, mostrando potencial para superar las infecciones virales (Vanegas, 2017).

2.2.5. Residuos agroindustriales

En el Ecuador, pequeños productores de cerveza generan representables cantidades de residuos de productos de bagazo de cerveza, y dependiendo del tipo o estilo de cerveza, se pueden aprovechar para muchas cosas; en los países en desarrollo, se estima que el 80% de los desechos cerveceros se queman, el 15% se utiliza como alimento para animales, el 4,5% se agrega al suelo sin descomponerse primero y el 0,5 por ciento restante se utiliza como materia prima en industrias como papel, aglomerados, alimento de animales, etc (Ministerio del ambiente Ecuador, 2018).

Como resultado, las cadenas de producción y servicios de la industria cervecera generan una cantidad considerable de residuos de calidad no comercial, que muy bien podrían utilizarse para crear alternativas ecológicas y agregar valor (Ahmadjian, 2021).

2.2.6. Bagazo de la cerveza

El bagazo es considerado como un subproducto del proceso de elaboración de cerveza, se obtiene como residuo sólido después de la fabricación del mosto. El 85% del malteado se considera bagazo, que puede usarse para subproductos alimenticios o incluso como alimentos para el ganado. El bagazo está compuesto por cereales el cual tiene un alto contenido de carbono, celulosa, nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio. El bagazo de la cerveza presenta alto contenido de retención

de agua, el cual es favorable para la desnaturalización de la materia orgánica (Perez, 2021).

2.2.7. Sustrato

En el cultivo de setas se utiliza un sustrato como un medio para el crecimiento del hongo *Ganoderma lucidum*, le sirve como lugar de residencia, fuente de alimento y ejecución de todos los procesos metabólicos necesarios, los hongos son organismos heterótrofos, a diferencia de las plantas, que utilizan la fotosíntesis mediante la utilización de la energía solar. Esto indica que metabolizan materia orgánica para obtener energía. Los hongos son esenciales para el ciclo de vida en el mundo natural porque descomponen materia muerta y reciclan nutrientes de regreso al ecosistema (Ávila, 2020).

El sustrato está formado por compuestos orgánicos como el aserrín, carbohidratos, maderas duras entre otros, generalmente cuenta con altos contenidos de lignina y celulosa que son las principales fuentes de energía que el hongo requiere para obtener un crecimiento adecuado.

2.2.8. Componentes del sustrato

2.2.8.1. Paja y Cebada

La paja y la cebada provenientes de cereales son productos al alcance del consumidor provenientes de la sierra del Ecuador, estos cereales son una fuente de carbono muy útil para la elaboración del sustrato, ya que contiene alto contenido de celulosa, el cual es la fuente de energía que requiere el hongo. Por otro lado, la presencia de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, provenientes de estos cereales generan mejor rendimiento de crecimiento de hongos, al igual que ayudan a la capacidad de retención de agua, manteniendo altos contenidos de humedad que siendo necesarios para el periodo de incubación del sustrato (Ávila, 2020).

2.2.8.2. Melaza

Tiene una textura espesa y un color oscuro y es un subproducto del refinamiento del azúcar. La sacarosa, la glucosa, la levulosa, la maltosa, la lactosa y los azúcares reductores son los azúcares que componen la melaza (Boa, 2017).

2.2.8.3. Glucosa

La glucosa es una forma de azúcar presente en las frutas, miel, es la fuente primaria de polímeros de almacenamiento energético como el glucógeno y polímeros como celulosa. Su estructura molecular es una aldohexosa y es un monosacárido (Fernandez, 2022).

2.2.8.4. Sacarosa

El carbohidrato sacarosa, también conocido como "azúcar de mesa" o "azúcar de caña", se crea cuando se combinan glucosa y fructosa. Excepto por la ubicación del doble enlace del oxígeno, la fructosa y la glucosa son casi idénticas. Ambas moléculas tienen seis carbonos, sin embargo, la fructosa está dispuesta de forma algo diferente. El resultado de combinar los dos es la sacarosa (Fernandez, 2022).

2.2.9. Harina

La harina es un polvo obtenido posteriormente a la molienda de granos secos o materiales vegetales, que tienen un tamaño de partículas entre tanto y tanto dependiendo de la fuente y tamizado hasta obtener lo más refinado posible, las harinas están compuestas de macronutrientes como agua, almidón, proteína, lípidos, entre otros (Sifre, 2019). La harina es utilizada para la formulación de varios productos alimenticios, principalmente en la elaboración de panificación.

2.2.10. Yogurt

El yogurt es un producto derivado de la leche el cual en su proceso ocurre una fermentación ácido láctica con ayuda de bacterias, las cuales ayudan a bajar su pH y coagular obteniendo finalmente un producto líquido o espeso según el tipo de yogurt o bacteria a utilizar, por otro lado, el yogurt a fortalecer el sistema inmunológico, el yogurt brinda beneficios como la mejora de la digestión, dado que presenta bacterias ácido lácticas y estas son las principales en contribuir a la flora intestinal. El yogurt principalmente tiene un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales esenciales para la salud y apto para agregarlo a una dieta, por lo cual el yogurt es un producto saludable y nutritivo (Saviano, 2020).

2.2.10.1. Yogurt tipo griego

El yogurt griego es un producto lácteo proveniente de la fermentación ácido láctica a diferencia del yogurt natural su proceso pasa por un desuerado para obtener su textura ideal y cremosidad, este tipo de yogurt ayuda a promover un mayor desarrollo

muscular y ayuda a perder peso, así como a fortalecer el sistema inmunológico (Saviano, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

3.1.1.1. Enfoque cuantitativo

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que implica medir variables mediante experimentos y asignación de valores numéricos de diferentes aspectos, así como, la comprobación de hipótesis planteada mediante un análisis estadístico en una población.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Experimental

La presente investigación es experimental dado que los resultados se obtienen de ensayos de laboratorios fueron analizados con un diseño estadístico que permitió evaluar específicamente el comportamiento de las variables respectivamente.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (Ho): La adición de harina de *Ganoderma lucidum* no influye en la caracterización fisicoquímica y microbiológica del yogurt griego.

Hipótesis alternativa (Ha): La adición de harina de *Ganoderma lucidum* influye en la caracterización fisicoquímica y microbiológica del yogurt griego.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

3.3.2. Variable independiente

Porcentaje harina *Ganoderma lucidum*

3.3.3. Variable dependiente

Características fisicoquímicas y microbiológicas yogurt tipo griego

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente	Porcentaje	Melaza 1%,3%,5% Glucosa 1%,3%,5% Sacarosa 1%, 3%, 5%	Gravimétrica	(Stamets, 2020)
Sustrato	Porcentaje	Aserín 40%, 50%, 60%	Gravimétrica	(Stamets, 2020)
Dependiente	Dimensión	Indicadores pH Proteína	Técnicas Potenciometría Proteína Bruta	Instrumento NTE INEN 526 NTE INEN – ISO 20483
Harina de Ganoderma lucidum	Características físicoquímicas	Humedad Grasas Cenizas	Desecación Grasas Totales Incineración	NTE INEN - ISO 712 NTE INEN ISO 11085 NTE INEN ISO 2171
	Microbiológico	Mohos y Levaduras Escherichia coli Coliformes Aerobios Salmonella	Recuentos de mohos y levaduras Recuento Escherichia coli Recuentos coliformes Recuentos aerobios Recuento salmonella	NTE INEN 1 529-10 NTE INEN 1 529-8 NTE INEN 1 529-7 NTE INEN 1 529-5 NTE INEN 1 529-15

Variab les	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente				
Porcentaje de harina <i>Ganoderma lucidum</i>	Porcentaje	(0.3%, 0.6% y 1%)	Gravimétrica	Batallas (2021)
Dependiente				
Características fisicoquímicas y microbiológicas del yogurt griego	Características fisicoquímicas	pH	Potenciometría	NTE INEN 526
		Proteína	Proteína Bruta	NTE INEN – ISO 20483
		Sólidos totales	Desecación	NTE INEN - ISO 712
		Grasas	Grasas Totales	NTE INEN ISO 11085
		Cenizas	Incineración	NTE INEN ISO 2171
		Acidez	Acidez titulable	NTE INEN – ISO 7305
		Mohos y Levaduras	Recuentos de mohos y levaduras	NTE INEN 1 529-5
	Microbiológico	Escherichia coli	Recuento de Escherichia coli	NTE INEN 1 529-8
		Coliformes	Recuentos de Coliformes	NTE INEN 1 529-7
	Características Sensoriales	Sabor	Escala hedónica de 5 puntos	Trujillo (2021)
		Olor		
		Color		
		Textura		
		Aceptabilidad		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Adquisición del hongo *Ganoderma lucidum*

Se utilizó la cepa de *Ganoderma lucidum*, obtenida en la empresa BioSin, laboratorio biotecnológico IntiWasi, ubicada en la provincia de Pichincha, Ecuador. El micelio provenía en bolsas de 1000 gramos de semilla de *Ganoderma lucidum*.

3.4.2. Elaboración de sustrato

El sustrato contenía aserrín, carbohidratos, glucosa, melaza, sacarosa, bagazo de cerveza y carbonato de calcio, previamente mezclado y colocado 1kg en fundas para pasteurización (Merino, 2021). De acuerdo a las proporciones establecidas en la Tabla 4.

3.4.2.1. Pasteurización

Se realizó una pasteurización del sustrato a 70 °C durante 1h 30 minutos dentro del autoclave modelo BKQ - B75 II, de origen chino.

3.4.2.2. Proceso de cultivo e Incubación

Previamente a la pasteurización y enfriado a temperatura ambiente, se agregó 50 gr de semilla de *Ganoderma lucidum* en cada funda de sustrato se llevó a incubación a 29°C durante 17 días con 100% de oscuridad (Merino, 2021).

3.4.2.3. Crecimiento del hongo *Ganoderma lucidum*

Se realizó esta fase del crecimiento de los primordios posteriormente al crecimiento de la biomasa en el sustrato, se colocó en incubación a 22°C con una humedad de 95% durante 10 días, posteriormente se colocó en fructificación a 19°C durante 12 días, generando la aparición del sombrero del hongo *Ganoderma lucidum*, pasado de los 12 días se dio paso a la cosecha del hongo (Merino, 2021).

3.4.2.4. Cosecha y postcosecha

Para la cosecha del hongo *Ganoderma lucidum* se realizó un corte la punta del tallo e inicio del sombrero, y almaceno en bolsas de cierre hermético.

3.4.3. Elaboración harina *Ganoderma lucidum*

Se realizó la obtención de harina *Ganoderma lucidum* siguiendo la metodología de Batallas (2021), la cual se describe a continuación:

3.4.3.1. Deshidratación

Este proceso se llevó a cabo en el deshidratador RC-3ELK a una temperatura de 60°C durante 4 horas, obteniendo una humedad final del 10% apta para el procesamiento de molienda del hongo deshidratado.

3.4.3.2. Molienda

El proceso de molienda se realizó mediante el molino de rotor modelo ciclón TE-651/2, el cual consiste en triturar todas las partículas secas y obteniendo una harina fina.

3.4.3.3. Tamizado

El proceso de tamizado se llevó a cabo en el tamizador vibratorio modelo Ro-Tap, el cual consiste en filtrar las partículas por medio del tamiz de medida de 212 μm partículas, obteniendo el polvo más fino considerado harina y almacenado en bolsas de cierre hermético.

Bagazo de cerveza
Melaza
Sacarosa
Glucosa
Semilla *Ganoderma lucidum*

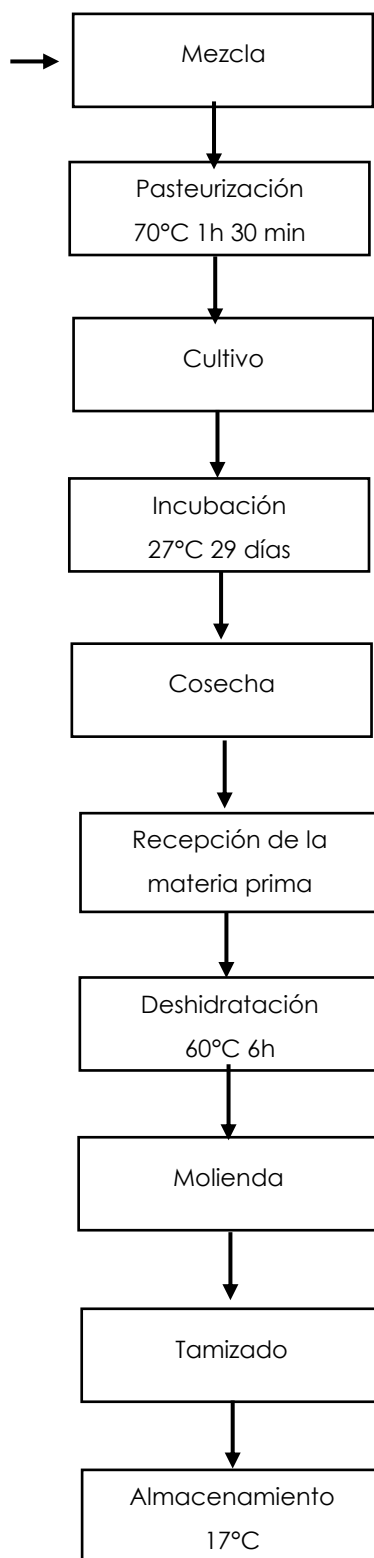


Figura 1. Diagrama de Flujo Obtención harina *Ganoderma lucidum*
Fuente: (Ávila, 2020).

Se realizó el cálculo del rendimiento de harina *Ganoderma lucidum* utilizando la ecuación propuesta por Batallas (2021), la cual se describe:

$$R = \frac{\text{Peso real (gr)}}{\text{Peso (gr)}} \times 100$$

3.4.4. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina *Ganoderma lucidum*

Las características fisicoquímicas examinadas fueron pH, humedad, cenizas, proteínas y grasas, según la metodología de Álvarez (2021), López (2022), Lin (2019) y Batallas (2021). Por otro lado, los exámenes microbiológicos de *Escherichia coli* y coliformes fecales se realizaron de acuerdo con la Norma NTE INEN 1529-8 (1990), la Norma NTE INEN 1529-5 (1990), la Norma NTE INEN 1529-15 (1990) y la Norma NTE INEN 1529-10 (1990) para mohos y levaduras.

3.4.4.1. Determinación de pH

La determinación de pH se realizó con el potenciómetro Toledo Mettler modelo siete multi, para calcular el pH se debe pesar $10 \pm 0,001$ g de muestra en una balanza analítica, y diluir hasta 100 ml de agua destilada, y colocar a baño maría a 40°C durante 1 hora, filtrar el contenido y tomar el pH con ayuda de un potenciómetro previamente calibrado (Alvarez, 2021).

3.4.4.2. Determinación de humedad

La determinación de humedad de la harina *Ganoderma Lucidum* se utilizaron capsulas previamente taradas en estufa a 105 °C durante 60 minutos y enfriadas en el desecador durante 15 min y se tomó el peso en balanza analítica, posteriormente se pesaron 3g de muestra y se colocaron en las capsulas con las etiquetas correspondientes indicando los tratamientos. Se colocó a la estufa a 103°C durante 3 horas, se enfrió en el desecador durante 10 min, y se registró el peso las muestras secas. (López, 2022).

El contenido de humedad se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{cm - ms}{cm - cv} \times 100$$

Donde:

ch (%) = Contenido de humedad %.

cm = capsula con muestra (harina *Ganoderma Lucidum* gr).

ms= Muestra seca (en gr).

cv = capsula vacía (en gr),

3.4.4.3. Análisis de cenizas

La determinación de cenizas se utilizó crisoles previamente tarados en una estufa a 103 °C durante 60 min, se enfrió en el desecador durante 10 minutos y pesó en balanza analítica el peso de la capsula vacía, se pesó 3 g de muestra y se colocó en la mufla a 550 ± 15 °C durante 4 horas, hasta que se obtuvo una coloración gris claro, previamente transcurrido el tiempo se colocó los crisoles en el desecador durante 15 minutos, y se tomó el peso tan pronto haya alcanzado temperatura ambiente (Ferrao, 2020). Para la obtención del contenido de cenizas se realizó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{mc - cv}{m} \times 100$$

Donde:

mi = Muestra calcinada (en gr).

Cv= Crisol vacío (en gr).

m = Muestra de harina *Ganoderma Lucidum* (en gr).

3.4.4.4. Análisis de proteína

Se realizó el análisis de proteína siguiendo la metodología de Nielsen (2017), la cual se describe a continuación:

Se preparó la muestra sólida después de ser molida finamente y tamizada para obtención de una textura homogénea, para asegurar una digestión completa y precisa del material orgánico, prosiguiendo a una digestión, la muestra molida se introdujo en los tubos de digestión, añadiendo 2 pastillas, catalizador y ácido sulfúrico concentrado al 90%, la mezcla se calentó a 350°C en el equipo de digestión este proceso convirtió todo el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio, para el contenido queda libre de residuos orgánicos, la solución digerida se destila y neutraliza, se diluyó con agua destilada. Para neutralizar el ácido sulfúrico, se agregó una disolución alcalina de sulfato de sodio. El amoniaco formado se destila dentro de una disolución de ácido bórico al 4%, conteniendo el indicador rojo de metilo, continuando con la valoración del anión borato formado proporcional a la cantidad de nitrógeno se determinó volumétricamente frente a ácido clorhídrico (HCL) valorado, y posteriormente se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ nitrogeno} = \frac{N \times 1.4 \times (V1 - V0)}{P}$$

$$\% \text{ Proteina} = \% \text{ de nitrogeno calculado} \times F$$

Donde:

P = Peso de la muestra de harina (en gr).

V1 = Volumen de HCL consumido (en ml).

V0 = Volumen HCL consumido o Blanco (en ml).

N = Normalidad del HCL (0,1186 valor estándar).

F = Valor del factor de conversión, según la norma INEN 519, existe una tabla de valores a utilizar el óptimo en la presente investigación en referencia a harina de trigo es 6,25.

3.4.4.5. Análisis de grasa

El contenido de grasa se realizó mediante el método de Randall, según Martínez (2020), el procedimiento de determinación del contenido de grasa bruta es el siguiente:

Se colocó el vaso de extracción (casquete) a la estufa 160°C durante 2 horas para llevar a peso constante, se ubicó el dedal con la muestra previamente pesada en balanza analítica, 2 gramos, en las columnas de extracción del equipo siguiendo las instrucciones del mismo, se retiró el vaso de extracción de la estufa y colocó al desecador durante 15 minutos, se registró el peso en balanza analítica, posteriormente se agregó 60 ml de hexano al vaso de extracción y ubicó debajo de las columnas de extracción del equipo asegurándolo, encender el equipo, y precalentarlo a 140°C, prender el baño de recirculación, una vez el equipo alcanzó 140°C se colocó los dedales con la muestra en posición y bajó la perrilla que corresponda y se dejó en ebullición por 30 minutos, una vez transcurrido el tiempo, se colocó la perrilla del equipo en lavado, durando alrededor de 1 hora, posteriormente se cerró las llaves de las columnas de extracción y movió la perilla del equipo a posición de recuperación, durante 35 minutos, remover el vaso de extracción del equipo y colocarlo en la campana de extracción por 10 minutos con la finalidad de terminar de evaporar el solvente restante, se colocó los vasos de extracción a estufa a 105°C por 2 horas, retirar los vasos de la estufa y colocar en el desecador y finalmente se registró el peso en balanza analítica.

El contenido de grasa se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{Cg - C}{m}$$

Donde:

%Grasa = Contenido de la grasa de la harina *Ganoderma lucidum* (en gr).

Cg = vaso de extracción con Grasa (en gr).

C = vaso de extracción previamente tarado.

m = Peso de la muestra *Ganoderma lucidum* (en gr).

3.4.4.6. Análisis microbiológico

Los parámetros microbiológicos analizados a la harina de *Ganoderma lucidum* fueron *Escherichia coli* y Coliformes fecales, fueron realizadas de acuerdo con la metodología oficial de la Norma NTE INEN 1529-8 (1990), en cuanto a Aerobios mesófilos la Norma NTE INEN 1529-5 (1990), *Salmonella* la Norma NTE INEN 1529-15 (1990) y finalmente Mohos y Levaduras la Norma NTE INEN 1529-10 (1990), el cual procedimiento se describe:

Se preparó agua peptona, 15 gramos en 1000 ml de agua destilada, la muestra madre está compuesta de 10 gramos de muestra y 90 ml de agua peptonada, en una funda ziplot de alta densidad, colocar al estoimequer durante 60 segundos, la siembra se realizó colocando 9 ml de agua peptona y 1 ml de muestra madre en cada tubo de ensayo, es decir, 10^{-1} llevar al vortex y con una pipeta extraer 1 ml de la disolución y colocar al siguiente tubo, 10^{-2} , sucesivamente hasta obtener 10^{-5} , se tomó 1 ml de los tubos antes mencionados y se colocó en la petri film con ayuda del pipeteador, y finalmente se incubo, en cuanto a mohos y levaduras la temperatura de incubación es de 25 °C durante 48 ± 3 horas, para *Escherichia coli*, coliformes fecales, aerobios mesófilos y salmonella a 36 °C durante 48 ± 3 horas.

3.4.5. Elaboración del Yogurt tipo griego

La elaboración de un yogurt tipo griego se requiere de la fermentación láctica. Según Ramesh (2019) se propone seguir los siguientes pasos:

1. Se realizó una pasteurización a la leche comercial a 70°C durante 20 minutos sin llegar al hervor y se agregó azúcar, harina *Ganoderma lucidum* y leche en polvo.

2. Enfriar a 42 °C.
3. Activar el inoculo, Bacteria acido láctica (colocar un poco de leche a 42°C.
4. Incubar a 42 °C durante 12 a 15 horas, una vez el tiempo transcurrido medir el pH el cual debe estar en 4,2.
5. Dejar reposar hasta llegar a temperatura ambiente y colocar en refrigeración durante 24h
6. Después de 24h de reposo en refrigeración 4°C, centrifugar a 2400 rpm durante 25 min a 4°C y extraer el suero.
7. Dejar reposar 24 horas a 4°C
8. Agregar la jalea y almacenar a 4°C.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de yogurt tipo griego:

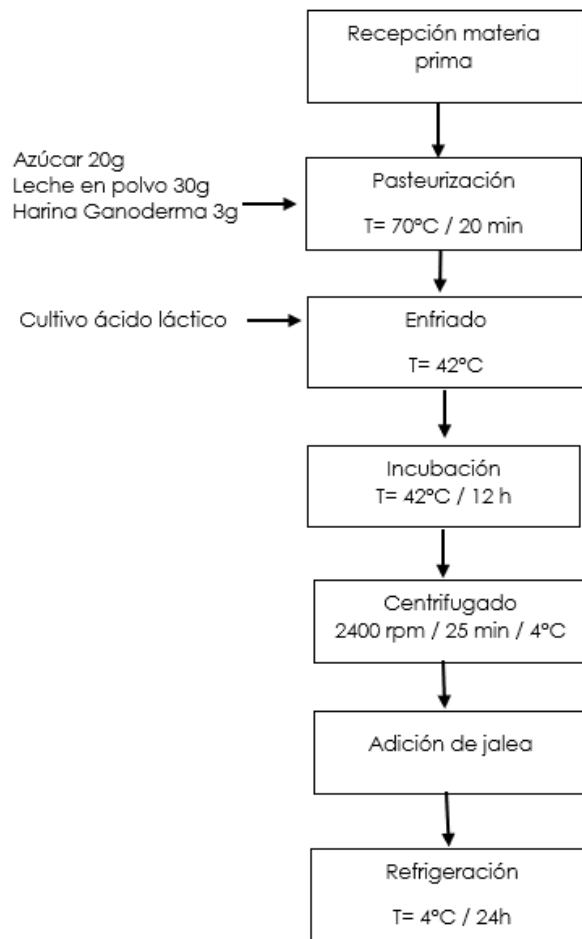


Figura 2. Diagrama de flujo Elaboración del yogurt tipo griego.

Fuente: (Ramesh, 2019)

3.4.6. Análisis fisicoquímico del yogurt tipo griego

El análisis de los parámetros fisicoquímicos se realizó de acuerdo con la metodología de la Norma NTE INEN 2395 (2011), los parámetros fueron, pH, sólidos totales, cenizas, proteína, grasa y acidez. Por otro lado, los parámetros microbiológicos analizados fueron, *Escherichia coli*, Coliformes fecales fueron realizados de acuerdo con la metodología de la Norma NTE INEN 1529-8 (1990), Aerobios mesófilos con la Norma NTE INEN 1529-5 (1990), *Salmonella* con la Norma NTE INEN 1529-15 (1990) y Mohos y Levaduras con la Norma NTE INEN 1529-10 (1990).

3.4.6.1. Sólidos totales

Se determinó sólidos totales de acuerdo con la metodología de la norma NTE INEN 0014 (1984), Leche, determinación de sólidos totales, lo cual describe:

Se taró la capsula a 103°C durante 30 min, se registró el peso de la capsula, y se agregó 2 gramos de muestra pesada en balanza analítica, colocar la capsula con los sólidos totales en la mufla a 530 °C durante 3 horas posteriormente al haber obtenido una coloración gris colocar en el desecador durante 30 minutos, y pesar en la balanza analítica hasta que no haya disminución en la masa, el contenido de sólidos totales se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos totales (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0} \times 100$$

Donde:

S = Sólidos totales (%)

m0 = Capsula vacía en gramos.

m2 = Capsula con el yogurt muestra inicial antes de desecación.

m1 = Capsula con sólidos totales después de desecación.

3.4.6.2. Análisis de cenizas

Para la determinación de cenizas, se utilizó crisoles previamente tarados en una estufa a 103 °C durante 60 min, se enfrió en el desecador durante 10 minutos y pesó en balanza analítica el peso de la capsula vacía, se pesó 3 g de muestra y se colocó en la mufla a 550±15 °C durante 4 horas, hasta que se obtuvo una coloración gris claro, previamente transcurrido el tiempo se colocó los crisoles en el desecador durante 15 minutos, y se tomó el peso tan pronto haya alcanzado temperatura ambiente (Ferrao, 2020).

Para la obtención del contenido de cenizas se realizó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{mc-Cv}{m} \times 100$$

Donde:

mi = Muestra calcinada (en gr).

Cv= Crisol vacío (en gr).

m = Muestra de harina *Ganoderma lucidum* (en gr).

3.4.6.3. Análisis de proteína

Se realizó el análisis de proteína de yogurt tipo griego siguiendo la metodología de Nielsen (2017), la cual se describe a continuación:

Se preparó la muestra sólida después de ser molida finamente y tamizada para obtención de una textura homogénea, para asegurar una digestión completa y precisa del material orgánico, prosiguiendo a una digestión, la muestra molida se introdujo en los tubos de digestión, añadiendo 2 pastillas, catalizador y ácido sulfúrico concentrado al 90%, la mezcla se calentó a 350°C en el equipo de digestión este proceso convirtió todo el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio, para el contenido queda libre de residuos orgánicos, la solución digerida se destila y neutraliza, se diluyó con agua destilada. Para neutralizar el ácido sulfúrico, se agregó una disolución alcalina de sulfato de sodio. El amoníaco formado se destila dentro de una disolución de ácido bórico al 4%, conteniendo el indicador rojo de metilo, continuando con la valoración del anión borato formado proporcional a la cantidad de nitrógeno se determinó volumétricamente frente a ácido clorhídrico (HCL) valorado, y posteriormente se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ nitrogeno} = \frac{N \times 1.4 \times (V1-V0)}{P}$$

$$\% \text{ Proteina} = \% \text{ de nitrogeno calculado} \times F$$

Donde:

P = Peso de la muestra de harina (en gr).

V1 = Volumen de HCL consumido (en ml).

V0 = Volumen HCL consumido o Blanco (en ml).

N = Normalidad del HCL (0,1186 valor estándar).

F = Valor del factor de conversión es de 6,38 establecido según la norma INEN 0016 (1984).

3.4.6.4. Determinación de grasa

El contenido de grasa se realizó mediante el método de Gerber, descrito en la Norma NTE INEN 0012 (1973), lo cual se describe:

Preparar la muestra por triplicado, colocar 5 ml de muestra en un butirómetro para yogurt, agregar 5 ml de agua destilada, 10 ml de ácido sulfúrico al 90%, 1 ml de alcohol isoamílico y agitar cuidadosamente, centrifugar 5 minutos y colocar a baño maría a 65°C durante 5 minutos, observar la separación entre la grasa y ácido y tomar lectura de la escala del butirómetro.

3.4.6.5. Acidez titulable

La determinación de la acidez titulable fue realizada siguiendo la metodología de la NTE INEN 0004 (1984), la cual describe:

Preparar la muestra, este estándar se basa en el cálculo del porcentaje de ácido láctico de la muestra valorando 5 g del material a 23 °C, seguido de la adición de 50 ml de agua destilada, 3 gotas de fenolftaleína como indicador e hidróxido de sodio (NaOH). a una concentración de 0,1 N. La valoración continúa hasta que la muestra adquiere un tono rosado, lo que debería durar unos 30 segundos. La siguiente ecuación se utiliza para calcular la expresión del porcentaje de ácido láctico:

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{(\text{NaOH Consumido} \times \text{Normalidad} \times \text{Coeficiente lactico} \times 100)}{\text{peso de la muestra}}$$

Donde:

El coeficiente ácido láctico es de 0,09.

NaOH consumido ml.

Normalidad de NaOH 0,1N.

Peso de la muestra gr.

3.4.6.6. Análisis microbiológico

Los parámetros microbiológicos analizados a la harina de *Ganoderma lucidum* fueron *Escherichia coli* y Coliformes fecales, fueron realizadas de acuerdo con la metodología oficial de la Norma NTE INEN 1529-8 (1990) y finalmente Mohos y Levaduras la Norma NTE INEN 1529-10 (1990), el cual procedimiento se describe:

Se preparó agua peptona, 15 gramos en 1000 ml de agua destilada, la muestra madre está compuesta de 10 gramos de muestra y 90 ml de agua peptonada, en una funda ziplot de alta densidad, colocar al estokmeiquer durante 60 segundos, la siembra se realizó colocando 9 ml de agua peptona y 1 ml de muestra madre en cada tubo de ensayo, es decir, 10^{-1} llevar al vortex y con una pipeta extraer 1 ml de la disolución y colocar al siguiente tubo, 10^{-2} , sucesivamente hasta obtener 10^{-5} , se tomó 1 ml de los tubos antes mencionados y se colocó en la Petrifilm con ayuda del pipeteador, y finalmente se incubo, en cuanto a mohos y levaduras la temperatura de incubación es de 25 °C durante 48 ± 3 horas, para *Escherichia coli* y coliformes fecales, a 36 °C durante 48 ± 3 horas.

3.4.7. Análisis sensorial

La prueba sensorial fue realizada por 60 panelistas no capacitados, entre estudiantes de la carrera de alimentos y docentes. Se evaluó, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global de tres muestras de yogurt tipo griego con adición de harina de *Ganoderma lucidum* al (0.3%, 0.6% y 1%), servidas en vasos plásticos de 1 onza aproximadamente a 9°C, evaluada en una escala hedónica de 5 puntos que va desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho. Se agregó agua entre las evaluaciones de muestras para enjuague bucal. Se considera una muestra aceptable cuando el porcentaje de discriminación de me gusta mucho era superior al 60% (Ochoa, 2020). Todas las muestras evaluadas fueron de orden aleatorio.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación se propuso utilizar un diseño factorial completo de 4 factores con 3 niveles cada uno. El análisis de varianza utilizado ANOVA factorial para determinar la significancia de los factores individuales e interacciones entre factores de la variable dependiente, crecimiento de biomasa. Se determino efectos significativos y se realizó post-hoc tukey para determinando la diferencia entre tratamientos.

3.5.1. Unidad Experimental

La unidad experimental está expresada en 100 gramos peso de biomasa del sustrato.

3.5.2. Tratamientos

En la Tabla 3, se detalla los tratamientos para la formulación de un sustrato para la obtención de harina *Ganoderma lucidum*.

Tabla 3. Tratamientos para la elaboración del sustrato para el hongo *Ganoderma lucidum*.

Factor	Descripción	Niveles
A	Glucosa	1%,3%, 5%
B	Melaza	1%, 3% 5%
C	Sacarosa	1%, 3%, 5%
D	Aserrín	40%, 50%, 60%

En la Tabla 4. Se muestran las formulaciones de los tratamientos:

Tabla 4. Tratamientos formulados crecimiento de biomasa

Tratamiento	Esquema del experimento								R	T. U
T1	40%	Aserrín	1%	Sacarosa,	2%	CaCO3,	57%	bagazo	3	100%
T2	40%	Aserrín	1%	Glucosa	2%	CaCO3,	57%	Bagazo	3	100%
T3	40%	Aserrín	1%	Melaza	2%	CaCO3,	57%	Bagazo	3	100%
T4	50%	Aserrín	3%	Sacarosa,	2%	CaCO3,	45%	Bagazo	3	100%
T5	50%	Aserrín	3%	Glucosa	2%	CaCO3,	45%	Bagazo	3	100%
T6	50%	Aserrín	3%	Melaza	2%	CaCO3,	45%	Bagazo	3	100%
T7	60%	Aserrín	5%	Sacarosa,	2%	CaCO3,	43%	Bagazo	3	100%
T8	60%	Aserrín	5%	Glucosa	2%	CaCO3,	43%	Bagazo	3	100%
T9	60%	Aserrín	5%	Melaza	2%	CaCO3,	43%	Bagazo	3	100%
UE									27	

Nota: T.U = Tamaño de la unidad experimental y UE = Unidad Experimental

- Número de tratamientos 9
- Repeticiones 3
- Unidad experimental 27

3.6.3. Análisis sensorial yogurt griego

Tabla 5. Prueba hedónica de 5 puntos

Tratamientos	Descripción
T1	Me disgusta mucho Me disgusta moderadamente
T2	No me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente
T3	Me gusta mucho

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Fase 1: *Formulación del medio de cultivo a base de bagazo de cerveza y aserrín que permite el crecimiento de Ganoderma lucidum para la obtención de harina.*

Los resultados que hacen referencia al crecimiento de biomas de *Ganoderma lucidum* son mostrados en la Tabla 6, donde se observa que hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos T0, T1, T2, T3, T5, T6, T7 y T9. El T5 presenta un mayor crecimiento de biomasa alcanzado 1,30%. Además, los tratamientos T3, T4 y T9 presentaron el menor porcentaje de crecimiento 0,12%, 0,12% y 0,10% respectivamente.

4.1.1. Crecimiento del hongo *Ganoderma lucidum*

Tabla 6. Crecimiento de biomasa

Tratamiento	Biomasa
T0	0,01 \pm 0,01 ^F
T1	0,54 \pm 0,01 ^E
T2	0,81 \pm 0,01 ^C
T3	0,12 \pm 0,01 ^F
T4	0,12, \pm 0,01 ^F
T5	1,30 \pm 0,01 ^A
T6	0,90 \pm 0,01 ^B
T7	0,72 \pm 0,01 ^D
T8	0,79 \pm 0,01 ^C
T9	0,10 \pm 0,01 ^F

Los valores presentados corresponden al promedio de determinaciones \pm la desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%.

4.1.2. Rendimiento de la harina de *Ganoderma lucidum*

El tratamiento T5 fue el que presentó un mayor rendimiento con 44,08% en harina *Ganoderma lucidum*.

Fase 2. Análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la harina *Ganoderma lucidum*.

4.1.3. Análisis fisicoquímico de la harina de *Ganoderma lucidum*

En la Tabla 7, se muestran los valores obtenidos de la caracterización fisicoquímica de la harina *Ganoderma lucidum* para pH, humedad, cenizas, proteínas crudas y grasas crudas.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos harina *Ganoderma lucidum*

Parámetro	Unidad	Resultados
pH		5.45 ± 0.19
Humedad	%	8.25 ± 0.11
Cenizas	%	0.58 ± 0.10
Proteína	%	12.48 ± 0.10
Grasas	%	0.12 ± 0.01

Los valores presentados corresponden al promedio de 3 determinaciones ± la desviación estándar.

Se observa que el pH fue 5.45, mientras que el mayor valor porcentual fue proteínas 12,48%, en orden decreciente le sigue humedad, y cenizas, finalmente el menor valor porcentual fue de grasas 0,12%.

4.1.4. Análisis Microbiológicos

En la Tabla 8, se presentan los resultados microbiológicos de la harina *Ganoderma lucidum*.

Los resultados obtenidos demuestran que la harina de *Ganoderma lucidum* presentó una incidencia menor a 10 UFC/g estimado, en *Escherichia coli*, aerobios mesófilos, coliformes totales, y mohos y levaduras. Además, no se detectó presencia de *Salmonella*.

Se obtuvo harina de *Ganoderma lucidum* con estándares fisicoquímicos y microbiológicos óptimos y se procedió a usarla en la elaboración de yogurt griego.

Tabla 8. Análisis microbiológico harina *Ganoderma lucidum*

Harina Ganoderma	Resultados	Unidades
Mohos y levaduras	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g
Coliformes Totales	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g
<i>Salmonella</i>	Ausencia	UFC/g
Aerobios mesófilos	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g

Las comparaciones fueron realizadas conforme a las especificaciones microbiológicas de la normativa NTE INEN 0616 de harina de trigo.

Fase 3. Formulación de un yogurt tipo griego con 3 porcentajes de harina *Ganoderma lucidum*.

4.1.5. Formulación de Yogurt tipo griego

La Tabla 9, detalla las formulaciones establecidas para el desarrollo de un yogurt con tres porcentajes de harina de *Ganoderma lucidum* (0,3%, 0,6% y 1%).

Tabla 9. Formulación yogurt tipo griego

Formulación base	T1	T2	T3
Leche	750ml	750ml	750ml
Leche en polvo	20g	20,9g	20,9g
Azúcar	15g	15g	15g
Harina	2,2g	4g	7,5g
Jalea	13,97g	13,97g	13,97g
Inoculo	0,027g	0,027g	0,027 g

Fase 4. Evaluación del nivel de aceptación de los yogures formulados con harina de *Ganoderma lucidum*.

4.1.6. Análisis Sensorial

En la Tabla 10, se muestra los resultados del análisis sensorial de las formulaciones de yogures tipo griego (T1, T2, T3) desarrolladas. De acuerdo con el criterio emitido por 60 panelistas no entrenados, el tratamiento con mejor calificación fue de la formulación T1 (150) (Yogurt tipo griego con 0,3% harina de *Ganoderma lucidum*) con un promedio equivalente a 4 (me gusta moderadamente) para los parámetros olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, mientras que los tratamientos T2 (444) (Yogurt tipo griego con 0,6% harina de *Ganoderma lucidum*) y T3 (777) (Yogurt tipo griego con 1% harina de *Ganoderma lucidum*) presentaron una calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) y sin diferencias entre sí.

Tabla 10. Valores promedio del análisis sensorial

Tratamientos	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad
T1 (150)	4a (me gusta moderadamente)	4a (me gusta moderadamente)	4a (me gusta moderadamente)	4a (me gusta moderadamente)	4a (me gusta moderadamente)
T2 (444)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)
T3 (777)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)	3b (no me gusta ni me disgusta)

Los valores representan el promedio de la evaluación sensorial realizada por 60 panelistas no entrenados. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%

Fase 5. Análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas de yogurt tipo griego

4.1.7. Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego

En la Tabla 11, se muestran los valores porcentuales obtenidos de la composición fisicoquímica del pH, humedad, cenizas, proteína y grasa del yogurt tipo griego natural, yogurt tipo griego de jalea de mora y el tratamiento T1 que obtuvo una mejor ponderación en la evaluación sensorial (T1 0,3% adición de harina *Ganoderma lucidum*).

En lo que respecta los parámetros sólidos totales, acidez, cenizas, grasa y pH no existe diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0,05$). Por otro lado, existe diferencias significativas entre las muestras en el parámetro de proteína ($p < 0,05$), donde el contenido de proteína fue mayor en el yogurt tipo griego con harina *Ganoderma lucidum* 9,8%.

Tabla 11. Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego

Tratamientos	pH	Cenizas (%)	Acidez (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos totales (%)
Tratamiento testigo (T1)	4.39 ± 0.07 ^A	0,85 ± 0.03 ^A	0,88 ± 0.05 ^A	4.0 ± 0.05 ^A	6.2 ± 0.03 ^B	4.4 ± 0.05 ^A
Yogurt griego con jalea (T2)	4.38 ± 0.01 ^A	0.87 ± 0.02 ^A	0.88 ± 0.05 ^A	4.0 ± 0.05 ^A	6.3 ± 0.07 ^B	4.6 ± 0.07 ^A
Yogurt griego con <i>Ganoderma</i> (T3)	4.37 ± 0.01 ^A	0.86 ± 0.01 ^A	0.90 ± 0.05 ^A	4.0 ± 0.05 ^A	7.9 ± 0.09 ^A	4.9 ± 0.06 ^A
P-valor	0,2667	0,2486	0,1028	0,3852	0,001	0,2294

Los valores presentados corresponden al promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. Las letras diferentes en la misma columna muestran diferencia estadística al 95% de confianza

4.1.8. Análisis microbiológico yogurt tipo griego

En la Tabla 12, se presenta los resultados microbiológicos realizados al mejor tratamiento T1 (150) (yogurt tipo griego con 0,3 % de harina de *Ganoderma lucidum*). Se observa una incidencia en coliformes totales, mohos y levaduras estimado menor a 10 UFC/g y ausencia de *Escherichia coli*, garantizando que el yogurt tipo griego con adición de harina *Ganoderma lucidum* no es un riesgo para la salud del consumidor.

Tabla 12. Análisis microbiológico yogurt tipo griego.

Yogurt Ganoderma	Muestra	Unidades
Mohos y levaduras	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g
Coliformes Totales	Estimado <1,0x10 ¹	UFC/g

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Crecimiento del hongo *Ganoderma lucidum*

Los resultados obtenidos sobre el contenido de biomasa de *Ganoderma lucidum*, mostraron que el tratamiento T5, compuesto por (50% aserrín, 3% de glucosa, 45% de bagazo) produjo mayor contenido de biomasa 1,30% entre los tratamientos evaluados, este valor es mayor que lo reportado por Bidegain (2017) 0.9%, y menor que los resultados reportados por Merino (2021) y Lin (2019) 2.1% y 2.3% respectivamente.

Las diferencias observadas fueron debido a que el organismo es más eficiente produciendo enzimas para metabolizar glucosa y por ende se explica su mayor crecimiento, Lin (2019) en su investigación obtuvo mayor rendimiento utilizando 3% de glucosa en un sustrato para *Ganoderma lucidum*.

La glucosa es una fuente de carbono simple, la cual es asimilable para el hongo con mayor facilidad a través de glucolisis, generando rápidamente ATP, precursores metabólicos como el acetil-CoA, piruvato y NADH (nicotamida adenina dinucleótico), produciendo mayor contenido de energía, el cual ha demostrado un impacto positivo al crecimiento de *Ganoderma lucidum* y en la producción de metabolitos como proteínas, carbohidratos y grasas (Lin, 2019).

4.2.2. Rendimiento de la harina *Ganoderma lucidum*

El rendimiento de la harina *Ganoderma lucidum* fue 43%, cercano al valor encontrado por Moretta (2020) 46%, y mayor que los resultados reportados por Aremu (2019) y Batallas (2021) 40% y 41% respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron muy cercanos a Wen et al. (2012), quien obtuvo un 45%. La variación en los resultados puede deberse al contenido de agua presente en la harina, en este sentido el autor reportó 9% de humedad, mientras que en el estudio se obtuvo 8% humedad, lo cual interfiere en la determinación del rendimiento debido que a mayor humedad un mayor rendimiento. Sin embargo, un alto contenido de humedad puede afectar el almacenamiento de la harina por un periodo de tiempo prolongado.

Por otro lado, Chen et al. (2019) demostró que las condiciones del sustrato como la humedad y componentes afectan a la estructura del cuerpo fructífero y la densidad, en su investigación reportó un rendimiento del 40% de polvo seco de *Ganoderma lucidum*.

Otros factores que pueden afectar son las condiciones de secado y método de molienda, Zhang et al. (2019) reportó en su investigación que la molienda criogénica presentó un rendimiento más alto 65% en comparación a la molienda convencional 35%. Esto se debe a que en la molienda convencional el peso final obtenido varía por la pérdida de material en el proceso.

4.2.3. Análisis fisicoquímico de la harina *Ganoderma lucidum*.

4.2.4. Proteína de la harina *Ganoderma lucidum*

En la presente investigación se obtuvo un promedio de 12,48% en proteína seca, porcentaje menor al obtenido por Aremu (2019) y Mora (2022) 14% y 13%.

Aremu et al (2019), evaluó diferentes tipos de carbohidratos en el cultivo de *Ganoderma lucidum*, glucosa y melaza. Lo cual menciona que, la utilización de glucosa como fuente de carbono promovía un mayor crecimiento celular del hongo. La glucosa es la fuente excepcional de carbohidratos del hongo *Ganoderma lucidum*, entra de manera más afectiva al metabolismo, generando energía para poder sintetizar mayor cantidad de proteínas (Aremu, 2019).

El valor de proteína seca para *Ganoderma lucidum* se encuentra dentro del rango reportado por Mora et al. (2022), generalmente varía de 10 – 21% en peso seco. Sus resultados sugieren que la adición de glucosa en un sustrato para *Ganoderma*

lucidum permite mayor acumulación de proteínas, destacando que han demostrado tener propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas.

Las proteínas de la harina de *Ganoderma lucidum* están compuestas por aminoácidos esenciales como lisina, treonina y metionina, importantes para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos, desempeñando un papel crucial en el organismo humano aportando beneficios en la reparación de tejidos, crecimiento, regulación enzimática y funcionamiento adecuado de procesos biológicos (Wang, 2019).

4.2.5. Contenido de cenizas de la harina *Ganoderma lucidum*

El análisis de cenizas presentó un promedio de 0,5% similar al valor obtenido por Mora (2022) y Zhang (2019) 0,5% respectivamente.

La harina de *Ganoderma lucidum* presenta un rango de 0,3 – 0,30% de cenizas (Zhang, 2019). El valor obtenido en la presente investigación se encuentra dentro del rango aproximado presentado por el autor.

Las harinas a base de hongos comestibles son caracterizadas por un alto contenido de minerales asimilables, cuyos niveles varían en función de la especie, la edad de los hongos y el sustrato de crecimiento (Wang, 2019).

La harina de *Ganoderma lucidum* es una fuente rica en minerales como, calcio, potasio, fósforo, magnesio, zinc. Su perfil nutricional no solo favorece sus características, sino que también proporciona confiabilidad en la aplicación funcional para la industria alimentaria (Wim, 2018).

4.2.6. pH de la harina *Ganoderma lucidum*

El pH es uno de los parámetros más importantes para la conservación de alimentos, dado que interactúa como un inhibidor al crecimiento de microorganismos (Morales, 2019). El pH obtenido en la presente investigación fue de 5.4, ligeramente menor a lo reportado por Mora (2022) 5.7 y similar al obtenido por Sinailin (2022) 5.3.

Montenegro et al. (2021), indica que el pH es uno de los principales parámetros para la actividad enzimática, con un rango de 5.3 – 5.8, por lo cual el valor obtenido se encuentra dentro del rango, ligeramente ácido, lo que se considera favorable en la estabilidad de la harina y contribuir en la preservación de compuestos bioactivos e incremento de las propiedades (espumante, gelificación y emulsión).

4.2.7. Contenido de humedad de la harina *Ganoderma lucidum*

Para el parámetro de humedad, según el CODEX STAN 38 – 1981 en referencia a los hongos comestibles, el porcentaje máximo de humedad para hongos deshidratados no liofilizados es del 12%, la presente investigación cumple con el parámetro establecido lo cual se obtuvo una humedad de 8%. Sin embargo, el valor obtenido es menores que los valores presentados por Batallas et al. (2021) y Sinalin (2022), quienes reportaron, 9% y 10% de humedad respectivamente.

El contenido de humedad debe ser igual o menor al valor señalado anteriormente ya que permite tener mayor durabilidad en almacenamiento y evitar la proliferación de colonias formadoras. Otros estudios también han confirmado la importancia de mantener una humedad relativamente baja de la harina de *Ganoderma lucidum*, con la finalidad de extender el tiempo de vida útil. Gonzales et al. (2020), afirma que la una humedad inferior al 10% no solo impide la proliferación de microorganismos, sino que también conserva las características organolépticas de la harina *Ganoderma lucidum* en un periodo más prolongado.

4.2.8. Grasa de la harina *Ganoderma lucidum*

La presente investigación presento un porcentaje de 0,12% de grasa seca de harina *Ganoderma lucidum*, similares a los valores reportados por Mora (2022) y Zhang (2019) 0,14% y 0,15% respectivamente. Por lo contrario, menor a lo obtenido por Sinalin (2022) 0,27%.

La harina *Ganoderma lucidum* es considerada un producto natural, proveniente de reino fungí, reconocido principalmente en la medicina Occidental por su riqueza en compuestos bioactivos con altos beneficios para la salud y bajo contenido de grasas, pese al bajo contenido de grasa la harina de *Ganoderma lucidum* presenta una variedad de ácidos grasos linoleicos como omega – 3, omega – 6 y omega – 9 quienes ayudan a reducir el colesterol, los triglicéridos, mejoran la función hepática, entre otras (Sinalin, 2022).

4.2.9. Análisis microbiológico de la harina *Ganoderma lucidum*

Las harinas de los hongos deshidratados que no son envasados o almacenados en condiciones de humedad correctas, permitirán el crecimiento de mohos y levaduras lo cual reflejaría un mal manejo y manipulación que desfavorecería la producción de alimentos inocuos (García, 2014).

El análisis microbiológico de la harina *Ganoderma lucidum* se estableció en base a los criterios de seguridad alimentaria estipulados en la normativa NTE INEN 0616 (2005), la cual establece los límites microbiológicos para harina de trigo. En cuanto al parámetro Mohos y levaduras, el límite permisible $\leq 10^3$ UFC/g. El análisis microbiológico de Mohos y levaduras empleado en la harina *Ganoderma lucidum* evidenció un estimado $< 1,0 \times 10^1$ lo que indica que se encuentra muy debajo del límite establecido por la norma vigente, es decir, que indica buenas condiciones de almacenamiento.

Por otro lado, de acuerdo con la normativa mencionada anteriormente, no se permite la presencia de *Escherichia coli* en harina de trigo, por lo tanto, la harina de *Ganoderma lucidum* cumple con el parámetro dado que presentó un valor estimado $< 1,0 \times 10^1$. Indicando ausencia de contaminación fecal, es decir, la harina cumple con los estándares de higiene.

En cuanto al indicador coliformes totales, señala la higiene durante el proceso de elaboración. La normativa mencionada anteriormente establece un límite $\leq 10^2$ UFC/g, el recuento de coliformes totales evidenció un estimado $< 1,0 \times 10^1$ lo cual representa una carga bacteriana muy por debajo del límite permitido.

La normativa INEN 0616 establece que el indicador *Salmonella* debe estar ausente en la harina de trigo. En este análisis, ha corroborado con la ausencia de *Salmonella*, lo cual no es deseable la presencia de este patógeno para garantizar la calidad del producto.

Los aerobios mesófilos representan un conjunto de bacterias que contienen microorganismos que pueden desarrollarse a temperaturas moderadas. La normativa mencionada anteriormente establece un límite $\leq 10^5$, el recuento de aerobios mesófilos evidenció un estimado $< 1,0 \times 10^1$ lo que se considera inferior al límite permitido, es decir, se presenció un ambiente controlado y baja carga microbiológica.

Esto señala que el procedimiento de elaboración y almacenamiento de la harina *Ganoderma lucidum* se llevó a cabo de manera correcta. Además, refleja que la harina *Ganoderma lucidum* cuenta con buena condición microbiológica, por lo cual, no presenta riesgos para la salud de los consumidores y se garantiza la utilización en la formulación de alimentos funcionales.

Estrada et al. (2019), sostiene que se identifican mohos y levaduras debido a distintos niveles de degradación y deterioro que generan, resaltando que su proliferación ocurre en productos con un pH ácido y en aquellos productos donde la temperatura de almacenamiento sea menor a la requerida.

La harina de hongo *Ganoderma lucidum* presenta una alternativa alimenticia, innovando su utilización en la formulación de alimentos funcionales dado que presenta buenas fuentes de proteínas, grasas y minerales, para generar un valor agrado en la industria alimentaria y un alto contenido nutricional.

4.2.10. Análisis sensorial yogurt tipo griego

De acuerdo al criterio emitido por 60 panelistas no entrenados, el tratamiento T1 (150) (Yogurt tipo griego con 0,3% adición harina *Ganoderma lucidum*) fue el más aceptado, con una calificación de cuatro en los parámetros olor, sabor, color, textura y aceptabilidad global, clasificado en la escala hedónica como (me gusta moderadamente). Por otro lado, el T2 (444) y el T3 (777) presentaron una calificación de 3 (me no me gusta ni me disgusta) en todos los parámetros organolépticos. Esto señala que, que ambos tratamientos no generaron un rechazo, tampoco obtuvieron una aceptación deseable.

En la investigación realizada por Mora et al. (2022) evaluaron la aceptabilidad sensorial de un yogurt fortificado con *Ganoderma lucidum* y determinaron que el yogurt presento mayor aceptación en el atributo de color, olor y sabor, en el tratamiento de menor contenido de *harina Ganoderma lucidum* (0,3%) a diferencia de la textura, por lo que ellos recomiendan que, al fortificar un yogurt tipo griego con la adición de harina, no se debe sobrepasar del 0,3%, para que el panel sensorial no perciba la granulosidad en el producto.

4.2.11. Análisis fisicoquímico yogurt tipo griego

4.2.12. pH en el yogurt tipo griego

De acuerdo con los resultados obtenidos, en la tabla 11, se observa que el parámetro pH no presento diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los valores obtenidos. Es decir, la adición de 0,3% harina *Ganoderma lucidum* no afecto al parámetro pH.

Estudios como el de Espinosa et al. (2020), los valores de pH estuvieron en un rango similar de 4.35 a 4.40, sin diferencias significativas ($p < 0.05$). En su estudio sobre la fortificación de yogurt griego con *Ganoderma lucidum*, observó que se mantuvo en

un pH adecuado presentando una estabilidad en el producto hasta 25 días posteriores en almacenamiento.

4.2.13. Contenido de cenizas yogurt

El yogurt griego con la adición de harina de *Ganoderma lucidum* no presentó diferencia significativa contenido de cenizas, estos resultados están relacionados con lo obtenido por Espinoza (2020) quien obtuvo 0.86% y los resultados reportados por Jovanovic (2022) 0,85%. Los resultados obtenidos indican que la adición de harina de *Ganoderma lucidum* no influye en el contenido mineral del yogurt tipo griego.

Estudios como el de Medina et al. (2019), afirman que la utilización de cantidades mínimas no afecta de manera significativa al contenido mineral, como también establece que el porcentaje de cenizas es del 0,87%, durante la investigación ambos tratamientos cumplen con lo mencionado anteriormente. La presente investigación, al mantener el contenido de cenizas tras la incorporación de harina *Ganoderma lucidum*, en el rango establecido por autores mencionados anteriormente genera expectativas para mejorar su valor nutricional.

4.2.14. Acidez del yogurt tipo griego

Un nivel adecuado de acidez en bebidas lácteas fermentadas es fundamental para asegurar su calidad, seguridad y beneficios para la salud (Ramesh, 2019). En la presente investigación, se observó que la acidez del yogurt tipo griego con adición de harina *Ganoderma lucidum* fue de 0,90% y el tratamiento cero obtuvo un valor de 0,89%. Los dos tratamientos están dentro del rango establecido para yogures que va de 0.85 a 1 % (Medina, 2019). Estos resultados son similares a lo reportado con Kumar et al. (2020), quienes obtuvieron una acidez de 0,88%. Según Kumar (2020), los yogures fortificados con harina *Ganoderma lucidum* mantienen su acidez

De tal manera, los valores presentados en la Tabla 11, se observa que no existe diferencia significativa en cuanto al parámetro acidez, es decir, la adición de 0,3% de harina de *Ganoderma lucidum*, no afecto a la acidez.

4.2.15. Grasas del yogurt tipo griego

El contenido de grasas del yogurt tipo griego con adición de harina *Ganoderma lucidum* fue de 4%, ajustándose a lo especificado por la normativa INEN 2395:2011 la cual dicta rango de 2,5% y sin un valor máximo.

El consumidor busca alternativas de yogurt tipo griego que se adapten a sus necesidades individuales y preferencias valorando la transparencia en la información nutricional, demandando opciones con bajo contenido en grasa con la finalidad de disminuir el consumo de grasas saturadas (Cumbal, 2024).

Según Espinoza, (2020) el valor calórico del yogurt tipo griego está directamente condicionado por la cantidad de grasa de la leche empleada, así como la incorporación de otros ingredientes como el azúcar. Por ende, al mantener el contenido de grasa posteriormente a la adición de harina *Ganoderma lucidum*, dentro de los límites establecidos por la normativa INEN 2395 (2011) genera expectativas para mejorar su valor nutricional y presentar un valor agregado al yogurt tipo griego.

4.2.16. Proteína del yogurt tipo griego

El contenido de proteínas del yogurt tipo griego con adición de harina *Ganoderma lucidum* fue de 7.9%, el tratamiento testigo obtuvo 6,2%. Los dos tratamientos superan de manera notable el mínimo 2,7% establecido por la normativa vigente INEN 2395:2011. Actualmente los consumidores se enfocan en el contenido proteico de los productos del mercado, lo cual requiere a la industria alimentaria buscar alternativas para fortificar la fuente de contenido proteico de manera natural (Gonzales, 2023).

Los resultados concuerdan con el estudio llevado a cabo por Espinoza et al. (2020), donde evidencio un incremento del contenido proteico en el yogurt tipo griego fortificado con *Ganoderma lucidum* 7.5%, el incremento en el contenido proteico podría atribuirse a la reducción del contenido de humedad, lo que resultó en un elevado porcentaje de solidos totales, incluyendo la proteína (Espinoza, 2020).

La relación entre las proteínas y los componentes fenólicos del *Ganoderma lucidum* afectan a las características sensoriales del yogurt tipo griego generando una consistencia y densidad más elevada. Se observo mayor contenido de proteína en el tratamiento con (0,3% de harina *Ganoderma lucidum*), dado que la harina incremento la cantidad de solidos totales en el yogurt tipo griego, contribuyendo a la presencia varios tipos de proteínas favorecidas del hongo *Ganoderma lucidum* y presentando un mayor valor nutricional del producto final.

4.2.17. Sólidos totales en el yogurt tipo griego

De acuerdo con los promedios obtenidos la presente investigación el tratamiento con la adición de harina *Ganoderma lucidum* presentó 4,9% de sólidos totales y 4,4% el tratamiento testigo, Estos resultados están relacionados con lo obtenido por Wang et al. (2019) y Espinoza (2020) quienes obtuvieron un rango estimado entre 4.3% y 5% de sólidos totales en un yogurt fortificado con harina de *Ganoderma lucidum*.

Los resultados obtenidos muestran que la adición de harina de *Ganoderma lucidum* influyen de manera notable en el contenido de sólidos totales de un yogurt tipo griego. Wang et al. (2019) afirma que al colocar polvo de *Ganoderma lucidum* atribuye cambios en el contenido de sólidos e igualmente afecta a la textura y viscosidad, el *Ganoderma lucidum* presenta alto contenido de polisacáridos el cual al utilizar un porcentaje de 2% se formó geles y debido a la interacción de los componentes proteicos tanto del hongo como de la leche cambiando sus aspectos sensoriales como, color, olor, sabor, y textura.

4.2.18. Análisis microbiológico yogurt griego

El análisis microbiológico del yogurt tipo griego con adición de la harina de *Ganoderma lucidum* se estableció en base a los criterios estipulados en la normativa NTE INEN 2395 (2011), la cual establece los límites microbiológicos para leches fermentadas. En cuanto al parámetro Mohos y levaduras, el límite permisible ≤ 500 UFC/g. El análisis microbiológico de Mohos y levaduras empleado en el yogurt tipo griego evidenció un estimado $< 1,0 \times 10^1$ lo que indica que se encuentra muy debajo del límite establecido por la norma vigente. Un bajo recuento de mohos y levaduras indica que se mantuvo en una buena condición de almacenamiento, lo cual no presentó alteración en su sabor, olor.

Por otro lado, de acuerdo con la normativa mencionada anteriormente, no se permite la presencia de *Escherichia coli*, por lo tanto, el yogurt tipo griego con adición de harina de *Ganoderma lucidum* cumple con el parámetro dado que presentó un valor estimado $< 1,0 \times 10^1$. Su bajo contenido de *E. coli* refleja que el producto no presentó contaminación en su proceso de elaboración.

La normativa mencionada anteriormente establece un límite ≤ 100 UFC/g, el recuento de coliformes totales evidenció un estimado $< 1,0 \times 10^1$ lo cual representa una carga bacteriana muy por debajo del límite permitido.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidencio que la utilización de glucosa como fuente de carbono permitió obtener mayor contenido de biomasa de *Ganoderma lucidum* reduciendo el tiempo de fermentación.
- La elaboración de Harina *Ganoderma lucidum* implica procesos de secado, deshidratado, molienda y tamizado, el cual asegura la obtención de una harina de calidad y con la conservación de sus propiedades nutricionales.
- La incorporación de harina *Ganoderma lucidum* en la formulación de un yogurt tipo griego enriquece su valor nutricional principalmente al contenido proteico.
- Se ha desarrollado un medio de cultivo adecuado para el crecimiento de *Ganoderma Lucidum*, con los parámetros y cuidados necesarios para la obtención del hongo en un crecimiento eficiente y una maximización de producción de biomasa de *Ganoderma lucidum*.
- La harina *Ganoderma lucidum* presentó parámetros fisicoquímicos y microbiológicos adecuados para el uso industrial alimentario, adentrándose a la innovación y enriquecimiento de nutrientes esenciales provenientes del hongo.
- Los panelistas no entrenados demostraron mayor aceptabilidad al T3 (0,3% de harina *Ganoderma lucidum*), con un valor ($p < 0.05$), ya que obtuvo mayor calificación en los parámetros, color, olor, sabor y aceptabilidad, debido a que el *Ganoderma lucidum* presento menor perceptibilidad
- El yogurt tipo griego formulado con harina de *Ganoderma lucidum* presentó características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para el consumidor.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación de vida útil de la harina de *Ganoderma lucidum*.
- Se recomienda realizar un análisis de viscosidad al yogurt tipo griego, con la finalidad de evaluar el efecto de la adición de la harina *Ganoderma lucidum*.
- Se recomienda realizar sustituciones parciales de harina de *Ganoderma lucidum* en formulaciones de alimentos de panificación a productos funcionales, como alternativa de incremento de contenido proteico.
- Realizar una investigación acerca de cómo influye el hongo *Ganoderma lucidum* en la maduración de la cerveza artesanal y la determinación de sus parámetros fisicoquímicos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M, Ahmad, F., Khan, M. Alsayegh, A. Wahab, S., Alam, M., & Ahmed, F. (2021). Ganoderma lucidum: A potential source to surmount viral infections through β -glucans immunomodulatory and triterpenoids antiviral properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 187, 769-779. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.122>
- Álvarez, M. (2021). *Práctica N°4 - Ensayo de determinación de acidez en harinas y método volumétrico y determinación de pH en harinas.* (n.d.). <https://1library.co/document/zx8wknz-practica-n04-ensayo-de-determinacion-de-acidez-en-harinas-y-metodo-volumetrico-y-determinacion-de-ph-en-harinas.html>
- Andrade, J. (2016). *Etnomicología y valor nutricional de macrohongos silvestres de la comunidad indígena Saraguro en el sur del Ecuador.* https://www.researchgate.net/publication/233916839_Etnomicologia_y_valor_nutricional_de_macrohongos_silvestres_de_la_comunidad_indigena_Saraguro_en_el_sur_del_Ecuador
- Aremu, A. (2019). Proximate Composition and Funtional Properties of Mushroom Flours from Ganoderma spp., Omphalotus olearius (DC.) Sing. and hebeloma mesophaeum (Pers.) Qué!, Used in Nasarawa State, Nigeria. *Journal Of Dairy Science*
- Bidegain, M. (2017). *Optimización de la producción del hongo medicinal Reishi (Ganoderma lucidum) para el desarrollo de nutraceuticos y fitoterápicos.* <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6509>
- Boa, E. (2017). Los hongos silvestres comestibles. Productos forestales no madereros (FAO). <https://www.fao.org/3/y5489s/y5489s.pdf>
- Bong, D., y Moraru, C. (2019). Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. *Journal Of Dairy Science*, 97(3), 1259-1269. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7488>
- Bridge, A., Brown, J., Snider, H., Nasato, M., Ward, W. E., Roy, B., y Josse, A. (2019). Greek Yogurt and 12 Weeks of Exercise Training on Strength, Muscle Thickness and Body Composition in Lean, Untrained, University-Aged Males. *Frontiers In Nutrition*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00055>
- Chan, S., Tomlinson, B., Chan, P., & Lam, C. (2021). The beneficial effects of Ganoderma lucidum on cardiovascular and metabolic disease risk. *Pharmaceutical Biology*, 59, 1159 - 1169. <https://doi.org/10.1080/13880209.2021.1969413>.

- Da Silva, W., Lourenço-Costa, V., Campos, H., Santos, W., Bezerra, A., Da Silva, J., y De Brito Lourenço, J. (2021). Elaboration and Quality of Greek Yogurt (labneh) from Buffalo Milk Supplemented with Plus açai jelly (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal Of Agricultural Studies*, 9(1), 268. <https://doi.org/10.5296/jas.v9i1.18059>
- Desai, N., Shepard, L., & Drake, M. (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurt. *Journal of dairy science*, 96 12, 7454-66. <https://doi.org/10.3168/JDS.2013-6973>.
- Espinoza, A. (2020). Estudio de yogur y valuación de calidad e información nutricional. ODECU. <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>
- Estrada, G. (2019). Micología General. Los hongos y su estructura morfológica. Cali Colombia, micología colombiana, 62 (2), 71-75.
- Fang, C. (2020). Ganoderma yogurt and changes in colonies, physical and chemical properties during storage. *China Dairy Industry*.
- Fernández, A. (2021, 22 junio). *Tipos de azúcar: diferencia entre fructosa, glucosa y sacarosa*. Diferenciador. <https://www.diferenciador.com/fructosa-glucosa-y-sacarosa/>
- Ferrão, M., Carvalho, C., Müller, E., & Davanzo, C. (2020). Determinação simultânea dos teores de cinza e proteína em farinha de trigo empregando NIR-PLS e DRIFT-PLS. *Food Science And Technology*, 24(3), 333-340. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612004000300005>
- Guerrero, P. (2012). *Evaluación de la calidad microbiológica, fisicoquímica y los microorganismos probióticos en productos lácteos fermentados comerciales en la ciudad de Ocotlán, Jalisco*. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/13462/TD_pedrojavi_erguerrero.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hsu, K., & Cheng, K. (2018). From nutraceutical to clinical trial: frontiers in Ganoderma development. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 9037 - 9051. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9326-5>.
- Jiménez, J. (2020). Género *Ganoderma*. <http://www.amanitacesarea.com/ganoderma.html>
- Jovanović, M., Vojvodić, P., Petrović, M., Radić, D., Mitić-Ćulafić, D., Kostić, M., y Veljović, S. (2022). Yogurt fortified with GABA-producing strain and *Ganoderma lucidum* industrial waste. *Czech Journal Of Food Sciences*, 40(6), 456-464. <https://doi.org/10.17221/164/2022-cjfs>
- Kachrimanidou, V., Papadaki, A., Papapostolou, H., Alexandri, M., Gonou-Zagou, Z., y Kopsahelis, N. (2023). *Ganoderma lucidum* Mycelia Mass and Bioactive Compounds Production through Grape Pomace and Cheese Whey Valorization. *Molecules/Molecules Online/Molecules Annual*, 28(17), 6331. <https://doi.org/10.3390/molecules28176331>

- Lin, Z. y Yang, B. (2019). Ganoderma and Health Biology, Chemistry and Industry. Philadelphia, Board, 50 (1), 120-130.
- López, A., y Moretta, P. (2020). Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos. *Ciencia Digital*, 4(3), 210-228. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1324>
- Merino, J. (2019). Cultivo de *Ganoderma Lucidum*. *Reishi, INTIWASI*. 30(1).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ministerio de Agricultura y Ganadería, (MAG) es la institución rectora del desarrollo agrario del país, que promueve acciones para el crecimiento sostenible, impulsando el bienestar de los productores, en particular de la agricultura familiar campesina. (s. f.). <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Molina, R. (2020). Catálogo de hongos (Ascomycota y Basidiomycota) de la Colección Micológica del Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). *Avances En Ciencias E Ingenierías/Avances En Ciencias E Ingenierías (En Línea)*, 12(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v12i1.1755>
- Moore, D., Alexopoulos, C., y Ahmadjian, V. (2024, June 24). *Fungus | Definition, haracteristics, Types, & Facts*. Encyclopedia Britannica.
- Mora, F. (2022). Elaboración de una ficha técnica para el hongo *Ganoderma lucidum* cultivado en la ciudad de Guayaquil. <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/handle/123456789/42101/K64597%20TERESA%20REBOLLAR%20ESTRADA.pdf?sequence=1>
- Negrete, T. (2021). Identificación de gustos objetivo para el yogurt griego. Universidad de las Américas. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13749/1/UDLA-EC-TMACSA-2021-15.pdf>
- Ortiz, E., Saransi, C., Ayala. (2016). Banco de recursos genéticos de auricularia finalidad industrial. BIONATURA, Quito Ecuador. 3(1).
- Pérez, R. (2021). Industria cervecera artesanal en Quito y la transformación de bagazo de la cerveza en harina. *Conectividad*, 2(1), 57-70. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v2i1.21>
- Ramesh, C. (2012). Manual de Tecnología de Alimentos y Bebidas Fermentadas de Origen Animal. Ecuador, Prensa CRC. 3(1) 12-34.
- Rebollar, T. (2017). Programa docente de ingeniería en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42101/K64597%20TERESA%20REBOLLAR%20ESTRADA.pdf?sequence=1>

- Sandoval, C. (s. f.). Los hongos se abren paso en la gastronomía ecuatoriana. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/especies-hongos-recetas-gastronomia-ecuador.html>
- Savaiano, D., y Hutkins, R. (2020). Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(5), 599-614. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa013>
- Shy, M., Frohman, E., So, Y., Arezzo, J., Cornblath, Giuliani, M., Kincaid, J., Ochoa, J., Parry, G., y Weimer, L. (2003). Quantitative sensory testing. *Neurology*, 60(6), 898-904. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000058546.16985.11>
- Stamets, P. (1993). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Estados Unidos. Copyright. 4(1) 510 – 700.
- Vanegas-Azuero, A., y Gutiérrez, L. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and β -glucans from *Ganoderma lucidum*. *Journal Of Dairy Science*, 101(2), 1020-1033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13235>
- Vargas, Y. (2019). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14-18.
- Wagner, R., Mitchell, D., Sasaki, G., Amazonas, M. A. L. D., & Berovič, M. (2003). *Current Techniques for the Cultivation of Ganoderma lucidum for the Production of Biomass, Ganoderic Acid and Polysaccharides*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Current-Techniques-for-the-Cultivation-of-Ganoderma-Wagner-Mitchell/c2357cec824e459a1816ce91834fd6ec53f26>
- Wang, A. (2019). Анализ минерального состава *Ganoderma lucidum*. *Журнал пищевой науки*, 84 (2), 388–395.
- Wei-Li, Z. (2012). *Preparation of Greek Yogurt*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Preparation-of-Greek-Yogurt-Wei-li/9882884dbfdf2eb76c2d33d23725d0966b20d3ca>
- Wim, K. (2018). Análisis comparativo del contenido mineral de *Ganoderma lucidum* en diferentes condiciones de crecimiento. *Journal of Food Science*, 55(4), 1222.
- Yu, G., Yin, Y., Yu, W., Liu, W., Jin, Y., Shrestha, A., Yang, Q., Ye, X., y Sun, H. (2015). Proteome Exploration to Provide a Resource for the Investigation of *Ganoderma lucidum*. *PloS One*, 10(3), e0119439. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119439>
- Zhang, H., Li, W., Nie, S., Chen, Y., Wang, Y., & Xie, M. (2019). Structural characterisation of a novel bioactive polysaccharide from *Ganoderma atrum*. *Carbohydrate Polymers*, 88(3), 1047-1054. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.01.061>

VII. ANEXOS

Anexo 3. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE: MÉNDEZ TRUJILLO MILTON GEOVANNY	CÉDULA DE IDENTIDAD: 1727462341
PERIODO ACADÉMICO: 2023B	
RESIDENTE TRIBUNAL: PHD. MARCO BURBANO	DOCENTE TUTOR: PHD. MIGUEL ANCHUNDIA
DOCENTE: PHD. GUALBERTO LEÓN	

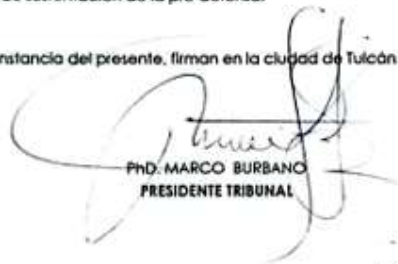
TEMA DEL TIC: "Obtención de harina de Ganoderma lucidum y su utilización para la formulación de un yogurt tipo griego"

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.67	
3	METODOLOGÍA	9.00	
4	RESULTADOS	8.00	Mejorar la presentación de resultados
5	DISCUSIÓN	8.00	Revisar, deben estar acorde a los resultados obtenidos.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.33	Revisar las conclusiones en la redacción, deben concordar con los resultados obtenidos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.00	Mejorar el vocabulario en la defensa, debe manejar los términos técnicos del trabajo, no se deben olvidar términos
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.67	

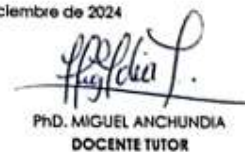
Obteniendo una nota de: **8,50** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 13 de diciembre de 2024


PHD. MARCO BURBANO
PRESIDENTE TRIBUNAL


PHD. GUALBERTO LEÓN


PHD. MIGUEL ANCHUNDIA
DOCENTE TUTOR

Anexo 4. Certificado del abstract por parte de idiomas

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Milton Geovanny Mendez Trujillo				
DATE: 19 de diciembre de 2024				
Topic: Obtención de harina de Ganoderma Lucidum y su utilización para la formulación de un yogur tipo griego.				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 5. Fotografías



Figura 3. Cultivo de hongo.



Figura 4. Cosecha de hongo.



Figura 5. Ganoderma lucidum.



Figura 6. Deshidratación del hongo.



Figura 7. Molienda



Figura 8. Harina Ganoderma lucidum



Figura 9. Análisis de cenizas harina Ganoderma Lucidum.



Figura 10. Análisis pH Harina Ganoderma Lucidum



Figura 11. Análisis de proteína harina Ganoderma



Figura 12. Preparación de la muestra.



Figura 13. Panelistas.



Figura 14. Degustación yogurt griego.



Figura 15. Análisis de cenizas yogurt griego



Figura 16. Análisis de proteína yogurt griego