

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Extracción de β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus*, para la elaboración de dos alimentos funcionales: una bebida a base de la flor de Jamaica y una mermelada de granadilla”

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

AUTORES: Anzules Sánchez Ricardo Ismael

Valdivieso Yépez Dora Elizabeth

TUTOR: Ing. Anchundia Lucas Miguel Ángel MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que los estudiantes Anzules Sánchez Ricardo Ismael y Valdivieso Yépez Dora Elizabeth con el número de cédula 1005171176 y 0401911607 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Extracción de β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus*, para la elaboración de dos alimentos funcionales: una bebida a base de la flor de Jamaica y una mermelada de granadilla"

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



Ing. Anchundia Lucas Miguel Ángel MSc.

TUTOR

Tulcán, julio de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO


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

Nosotros, Anzules Sánchez Ricardo Ismael y Valdivieso Yépez Dora Elizabeth con cédula de identidad número 1005171176 y 0401911607 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Anzules Sánchez Ricardo Ismael

AUTOR



Valdivieso Yépez Dora Elizabeth

AUTORA

Tulcán, julio de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotros, Anzules Sánchez Ricardo Ismael y Valdivieso Yépez Dora Elizabeth declaramos ser autores de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Extracción de β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus*, para la elaboración de dos alimentos funcionales: una bebida a base de la flor de Jamaica y una mermelada de granadilla" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Anzules Sánchez Ricardo Ismael

AUTOR



Valdivieso Yépez Dora Elizabeth

AUTORA

Tulcán, julio de 2024

AGRADECIMIENTO

"La vida no es fácil, para ninguno de nosotros. Pero... ¡qué importa! Hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo. Hay que sentirse dotado para realizar alguna cosa y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste lo que cueste".

Marie Curie

Este logro tan importante para nosotros queremos agradecer primero a Dios, quien ha sido nuestra fuerza y fortaleza en los momentos más desafiantes de nuestras vidas, quien ha puesto en nuestro camino a varias personas quienes ahora gozan de este mérito.

Agradecer a nuestros padres el señor Walter Anzules y la señora Yolanda Sánchez; el Lic. Willan Valdivieso y la Dra. Dora Sierra por ser los pilares que nos llevaron hasta este momento con sus consejos, a nuestros hermanos Lenin y Paco Anzules Sánchez, Patricia Mantilla y Madelaine Valdivieso quienes han sido nuestros cómplices en este camino que nos ha llevado al éxito.

Agradecemos a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a la carrera de Alimentos, por este logro que alcanzamos hoy. Al MSc. Miguel Ángel Anchundia, docente de la carrera de alimentos, amigo que nos brindó su experiencia y consejos que serán puntos claves en nuestra vida profesional y guía en este trabajo de titulación el cual fue enriquecido con sus conocimientos.

Agradecer infinitamente a nuestros docentes de manera especial: MSc. Carlos Paredes, MSc. Ana Rodríguez, MSc. Vanessa Cadena, MSc. Freddy Torres, MSc. Ana Cerón y Quim. Vinicio Revelo. Mil gracias sin su apoyo nada de esto hubiese sido posible.

Y, agradecer a nuestros amigos Ing. Camila Chingal, Ing. Julieth Ayala, Ing. Sarina Tapia, quienes formaron parte nuestra etapa universitaria y fueron un apoyo en las aulas. "Sin su apoyo no hubiese sido igual Mil gracias"

Ricardo Ismael Anzules Sánchez.

Dora Elizabeth Valdivieso Yépez

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios en primer lugar; Sin Él nada de esto hubiera sido posible, A mis padres y hermanos; porque gracias a su apoyo, A su amor, a su confianza y a su esfuerzo, Este trabajo es hoy una realidad.

A los amores de mi vida, por sacarme sonrisitas y momentos de alegría, A todos y cada una de las personas que se involucraron en este proceso

¡Porque este esfuerzo fue de todos, este logro es para todos!

Ricardo

Dedico esta investigación a Dios y a mi madre Margarita Yépez quienes desde el cielo me dieron la fuerza necesaria para seguir en mi camino y no desmayar en ningún momento, a mi abuelita Dra. Dora Sierra quien fue mi pilar fundamental, mi apoyo y mi madre que con su amor y paciencia me enseñó, que soy capaz de lograr grandes cosas sin depender de otra persona, a mi padre Lic. Willan Valdivieso por enseñarme a ser una mujer fuerte ante las cosas buenas y malas que la vida me presente, a mis hermanas Madelaine y Patricia por ser un fuerte apoyo, a mis primas Tahamara y Daniela y tía Lcda. Sandra Tahamara por estar conmigo en cada momento.

Les dedico a ustedes diciendo ¡Lo logramos!

Dora

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Hongos Pleurotus ostreatus.....	22
2.2. 2. Origen del hongo Pleurotus ostreatus.....	22
2.2.3. Tipos de hongos	22
2.2.4. Características y propiedades nutricionales de los hongos Pleurotus ostreatus	23
2.2.5. Productos derivados del hongo Pleurotus ostreatus	24
2.2.6. Beneficios del consumo de los hongos Pleurotus ostreatus	24
2.2.7. Métodos de conservación del hongo Pleurotus ostreatus.....	24
2.2.8. β -glucanos de los hongos Pleurotus ostreatus.....	24
2.2.9. Características y propiedades del β - glucano del hongo Pleurotus ostreatus	25

2.2.10. Beneficios del consumo del β -glucanos de los hongos Pleurotus ostreatus.	25
2.2.11. La flor de Jamaica.....	25
2.2.12. La Granadilla	26
2.2.13. Qué es un alimento funcional.....	28
2.2.14. Tipos de alimentos funcionales	29
2.2.15. Beneficios del consumo de los alimentos funcionales	29
III. METODOLOGÍA	30
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	30
3.1.1. Enfoque	30
3.1.2. Tipo de Investigación	30
3.2. HIPÓTESIS	30
3.2.1. Hipótesis nula	30
3.2.2. Hipótesis alternativa	30
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	31
3.3.1. Definición de las variables.....	31
3.3.2. Operacionalización de las variables	32
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	31
3.4.1. Obtención del sustrato.....	31
3.4.2. Adquisición del hongo Pleurotus ostreatus	31
3.4.3. Conservación y resiembras de cepas en semilla de cebada.....	31
3.4.4. Preparación de sustrato.....	31
3.4.5. Inoculación y condiciones de crecimiento	32
3.4.6. Fase de fructificación.....	32
3.4.7. Extracción, cuantificación y purificación de β -glucanos.....	32
3.4.8. Análisis del sustrato y β -glucano	33
3.4.9. Formulación de los alimentos.....	37

3.4.10. Evaluación sensorial	41
3.4.11. Método DPPH antioxidante.....	42
3.4.12. Análisis reológicos a mermelada de granadilla.....	43
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
3.5.1. Diseño experimental.....	43
3.5.2. Rendimiento de crecimiento del hongo.....	44
3.5.3. Tratamientos	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1.1. Cuantificación de β -glucanos obtenidos desde el cuerpo fructífero del hongo.	46
4.1.2. Análisis fisicoquímicos del sustrato antes y después de la fermentación en estado sólido realizado por el <i>Pleurotus ostreatus</i>	49
4.1.3. Análisis fisicoquímicos del β -glucano purificado.....	54
4.1.4. Formulación estandarizada de los alimentos incluyendo al β -glucano puro.	55
4.1.5. Análisis sensorial de la bebida de flor de Jamaica	56
4.1.6. Análisis sensorial de la mermelada de granadilla.	56
4.1.7. Análisis reológico y antioxidante en los alimentos.....	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES.....	61
5.2. RECOMENDACIONES	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
VII. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición fisicoquímica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en base seca.....	23
Tabla 2. Contenido nutricional de la flor de Jamaica	26
Tabla 3. Valor nutricional de la granadilla.	28
Tabla 4. Operacionalización de variables para la extracción del β - glucano.	32
Tabla 5. Operacionalización de variables para la aplicación del β - glucano en el alimento.....	32
Tabla 6. Código de identificación de cada alimento	42
Tabla 7. Concentraciones de nutrientes a añadir en los sustratos.....	44
Tabla 8. Tratamientos experimentales para el sustrato	45
Tabla 9. Cantidad en gramos de β -glucano obtenido por cada 100g del hongo de cada tratamiento	47
Tabla 10. Análisis fisicoquímicos realizados al sustrato antes de la empezar la fermentación.....	50
Tabla 11. Análisis fisicoquímicos realizados al sustrato después de la empezar la fermentación.....	51
Tabla 12. Análisis fisicoquímico al β -glucano	54
Tabla 13. Formulación con % de ingredientes usados en la mermelada.	55
Tabla 14. Formulación con % de ingredientes usados en la bebida de Jamaica.	55
Tabla 15. Evaluación sensorial de la bebida de Jamaica.....	56
Tabla 16. Evaluación sensorial de la mermelada de granadilla	57
Tabla 17. Análisis de efecto antioxidante sobre la bebida de flor de Jamaica	58
Tabla 18. Resultados estadísticos sobre el esfuerzo cortante.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química, de los β -glucanos, con un enlace 1,3, cada tres enlaces.....	25
Figura 2. Diagrama de flujo elaboración de mermelada.	38

Figura 3. Diagrama de flujo elaboración de la bebida de flor de Jamaica.....	40
Figura 4. Cuerpo fructífero del hongo en sustrato con	48
Figura 5. Reograma sobre Tasa de corte vs Esfuerzo de corte	59
Figura 6. Histograma de comparación de viscosidad entre muestras con betaglucano y muestra control.....	60
Figura 7. Formulación del sustrato con base se cascará de papa y pulpa más aserrín con nutrientes. Formulación del sustrato con base se cascará de papa y pulpa más aserrín con nutrientes.	80
Figura 8 . Separación y pesado de semilla para inoculación dentro del sustrato.	80
Figura 9. Incubación del hongo en oscuridad a 28°C durante 20 días, hasta mostrar colonización del micelio.....	81
Figura10. Presencia de primordios luego de 7 días en la incubadora a una temperatura de 18°C con luz indirecta y 80% de humedad relativa del ambiente...81	
Figura 11. Primordios en etapa de crecimiento luego de 10 días en la incubadora a 18°C con 80% de humedad relativa en el ambiente.....	81
Figura 12 Cuerpo fructífero en etapa media de maduración luego de 15 días en la incubadora a 18°C con 88% de humedad relativa en el ambiente.....	82
Figura 13. Cuerpo fructífero en etapa alta de maduración luego de 27 días en la incubadora a 18°C con 90% de humedad relativa en el ambiente, previo a su cosecha.	82
Figura 14. Fase final cosecha del hongo, para su posterior extracción de bioactivo.82	

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	71
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	71
Anexo 3. Certificado de autenticidad de cepa del hongo Pleurotus ostreatus	74
Anexo 4. Informes del programa estadístico de los datos de la evaluación sensorial75	
Anexo 5. Informe de resultados de análisis DPPH de la bebida de flor de Jamaica con betaglucano.....	76

Anexo 6. Informe de resultados de análisis DPPH de la bebida de flor de Jamaica sin betaglucano.....	77
Anexo 7. Informe de análisis de resultados de datos del reómetro con programa Origin Pro de mermelada de granadilla.....	78
Anexo 8. Fotografías de formulación de sustratos, siembra, inoculación y crecimiento del hongo.....	80

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo extraer β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en fermentación sólida en sustratos con aserrín y cáscaras con pulpa de papa suplementado con extracto de levadura y melaza en distintas concentraciones, los cuales fueron distribuidos en 5 tratamientos. Estos tratamientos fueron esterilizados por pasteurización a 70 °C por 2 horas en el autoclave, para luego realizar la inoculación de las semillas con el micelio del hongo en proporciones del 10% con relación al peso del sustrato. Una vez inoculado el sustrato, se llevó a la incubadora a una temperatura de 28 °C por 15 días en completa oscuridad y así lograr la colonización del micelio. Posteriormente se realizó un choque térmico en frío, y se trasladaron a la cámara de fructificación en donde crecieron los primordios y el cuerpo fructífero del hongo a 18°C y 85% de humedad relativa del ambiente por 20 días. Una vez cosechado el hongo, fue deshidratado, molido y desengrasado previo al proceso de extracción de los polisacáridos. El proceso de la extracción de β -glucanos fue realizado con agua destilada a 115 °C en 0,2Mpa por 1 hora, en el autoclave con 3 repeticiones. Cada extracción fue filtrada por media de 3 capas de gasas, se recolectó a los filtrados para la extracción y sólidos fueron descartados. El filtrado fue concentrado a 1/5 de su volumen inicial, luego se mezcló con etanol al 95%, y reposó durante 24 horas en refrigeración a 8 °C, para obtener un precipitado. El precipitado fue centrifugado a 2000 rpm por 15min, para luego ser purificado por medio de la membrana 12 – 14 KDA, finalmente al líquido purificado se llevó a deshidratar, moler, tamizar y obtener el β -glucano, para su posterior uso. Los β -glucanos, que fueron obtenidos se utilizaron en la formulación una bebida de flor de Jamaica y una mermelada de granadilla. Las formulaciones fueron evaluadas sensorialmente en los parámetros de color, olor, sabor y viscosidad, que evidencio que el mejor tratamiento para el caso de la bebida de flor de Jamaica fue la formulación 453 (0,5% de β -glucanos) y para el caso de la mermelada fue la formulación 291 (1,5% de β -glucanos). La capacidad antioxidante en la bebida de flor de Jamaica y viscosidad en la mermelada fueron determinadas mediante los métodos DPPH y reológico. Los resultados obtenidos evidencian el incremento de capacidad antioxidante desde 65,03% al 84,33% y de la viscosidad desde los 3,544 a 6,6752 Pa*sⁿ. Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación del β -glucano produce cambios positivos en las características evaluadas.

Palabras Claves: Alimento funcional, β -glucano, gelificante, antioxidante, extracción.

ABSTRACT

The objective of this research was to extract β -glucans from the *Pleurotus ostreatus* fungus grown in solid fermentation in substrates with sawdust and peels with potato pulp supplemented with yeast extract and molasses in different concentrations, which were distributed in 5 treatments. These treatments were sterilized by pasteurization at 70 °C for 2 hours in the autoclave, and then the seeds were inoculated with the mycelium of the fungus in proportions of 10% in relation to the weight of the substrate. Once the substrate was inoculated, it was placed in the incubator at a temperature of 28 °C for 15 days in complete darkness to achieve colonization of the mycelium. Subsequently, a cold thermal shock was performed, and they were moved to the fruiting chamber where the primordia and the fruiting body of the fungus grew at 18°C and 85% relative humidity for 20 days. Once the mushroom was harvested, it was dehydrated, ground and degreased prior to the polysaccharide extraction process. The β -glucan extraction process was carried out with distilled water at 115 °C in 0.2Mpa for 1 hour, in the autoclave with 3 repetitions. Each extraction was filtered through 3 layers of gauze, the filtrates were collected for extraction and solids were discarded. The filtrate was concentrated to 1/5 of its initial volume, then mixed with 95% ethanol, and rested for 24 hours in refrigeration at 8 °C, to obtain a precipitate. The precipitate was centrifuged at 2000 rpm for 15 min, to then be purified through the 12 - 14 KDA membrane, finally the purified liquid was dehydrated, ground, sieved and obtained the β -glucan, for subsequent use. The β -glucans that were obtained were used in the formulation of a Jamaica flower drink and a granadilla jam. The formulations were sensory evaluated in the parameters of color, odor, flavor and viscosity, which showed that the best treatment in the case of the Jamaica flower drink was formulation 453 (0.5% β -glucans) and for the case of jam was formulation 291 (1.5% β -glucans). The antioxidant capacity in the Jamaica flower drink and viscosity in the jam were determined using the DPPH and rheological methods. The results obtained show the increase in antioxidant capacity from 65.03% to 84.33% and viscosity from 3.544 to 6.6752 Pa*sⁿ. The results obtained allow us to conclude that the application of β -glucan produces positive changes in the evaluated characteristics.

Keywords: Functional food, β -glucan, gelling agent, antioxidant, extraction.

INTRODUCCIÓN

El consumo de los hongos comestibles en el Ecuador se ha limitado a los más conocidos como es el caso del champiñón, ostra rosado, gris y blanco, shitake entre otros, que son muy usados en diferentes platos de la gastronomía ecuatoriana. Existen estudios que indican que los hongos son fuentes de proteínas, pudiendo reemplazar el consumo de carnes además ser fuentes de compuestos bioactivos, que pueden ser utilizados en la industria alimentaria, tal es el caso de los β -glucanos, que pueden ser extraídos de las paredes celulares del hongo *Pleurotus ostreatus* por medio de diferentes técnicas. También están presentes en otros alimentos de origen vegetal tal como la avena y la cebada (Pizarro. et al., 2014).

Los β -glucanos son polisacáridos constituidos por cadenas de glucosa que se encuentran generalmente en la pared celular del hongo *Pleurotus ostreatus*, los cuales tienen propiedades biológicas y nutricionales, razón por la cual, pueden ser utilizadas en el desarrollo de alimentos funcionales (Uscanga & Pacheco, 2005).

El hongo *Pleurotus ostreatus* puede crecer en sustratos provenientes de residuos agroindustriales obtenidos del procesamiento de almidón de la papa, los residuos de la caña de azúcar, bagazo de maíz, el aserrín, entre otros, ya que tienen la capacidad de producir complejos enzimáticos que le permiten digerir residuos lignocelulósicos desechados en el ambiente. Las enzimas secretadas por este hongo son las Peroxidasas (LIP), Manganese Peroxidasas (MNP) y Lacasas (Lac), lo cual le permite crecer, fructificar y producir biomasa que puede ser utilizada para la extracción de β -glucanos (Mirończuk-Chodakowska et al., 2021).

Entre los beneficios que aporta el β -glucano, está la capacidad antioxidante, cuyo efecto en el organismo es estabilizar radicales libres generados por distintas actividades biológicas y por ende no afectar de manera negativa a las proteínas, carbohidratos y ácidos nucleicos, en consecuencia, retrasan el envejecimiento, inflamación y muerte celular. Por lo dicho anteriormente la investigación planteada tiene como objetivo principal, cultivar el hongo *Pleurotus ostreatus* en sustratos formados por cáscara y pulpa de papa como residuos sólidos del proceso de obtención de almidón, producir biomasa, extraer, cuantificar, purificar a los β -

glucanos, y utilizarlos en el desarrollo de una bebida a basa de flor de Jamaica y una mermelada de granadilla (León, 2021).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador existen 7300 especies de hongos comestibles, siendo los más conocidos, el champiñón, ostra rosada, blanco, shitake, entre otros (Caiza, 2019). En la actualidad los estudios para la extracción de compuestos bioactivos como los β -glucanos han sido enfocados solo en materias primas como la avena y cebada por lo cual se está desaprovechando el campo de las setas comestibles como una fuente de estos polisacáridos. Varias investigaciones demuestran que en la pared celular de algunos tipos de hongos existen polisacáridos que tienen propiedades benéficas para la salud y que pueden ser utilizados en el desarrollo de nuevos alimentos (Duarte et al., 2018).

Los hongos *Pleurotus ostreatus* son capaces de digerir diversos tipos de sustratos debido a que tienen compuestos enzimáticos, por lo que pueden pre-digerir residuos agroindustriales para así aprovecharlos y favorecer a la recuperación de carbono. Estas enzimas pueden ser el β -glucosidasas, celulasas, xilanasas, Ligninas-Peroxidasas (LIP), Manganese Peroxidasas (MNP) y Lacasas (Lac). (Trujillo et al., 2019).

En la industria alimentaria se generan residuos que provienen de diversos procesos productivos, que al ser desechados en los cuerpos de agua y suelos generan contaminación. Uno de estos residuos sólidos es la cáscara con pulpa de papa que se desecha después de la extracción de almidón, en los cuerpos de agua y suelos, provocando contaminación. Por otro lado, la melaza es un residuo agroindustrial que proviene de las industrias azucareras, que pueden ser utilizados en la formulación de sustratos para el crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*. Y posterior extracción de β -glucanos, que fueron utilizados en el desarrollo de alimentos para modificar sus propiedades reológicas y antioxidantes (Rosero et al., 2016).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se puede extraer β -glucanos a partir del hongo *Pleurotus ostreatus* y ser utilizado en el desarrollo de una bebida funcional de flor de Jamaica con propiedades antioxidantes y una mermelada de granadilla como agente gelificante?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los β -glucanos poseen propiedades benéficas para la salud, ya que puede funcionar como fibra dietaria, efecto antioxidante, entre otros, que al ser utilizado para el desarrollo de un alimento puede atribuirle propiedades funcionales y realizar cambios estructurales del mismo. Pocos son los trabajos que se han realizado sobre la extracción y aplicación de β -glucano extraído de hongo de *Pleurotus ostreatus* en alimentos.

En la investigación sobre tecnologías que refieren al proceso de extracción de β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus* y su aplicación en el desarrollo de una bebida funcional con propiedades antioxidantes ya que este bioactivo neutraliza los radicales libres que provocan envejecimiento celular y enfermedades degenerativas, aumentando la actividad de las enzimas antioxidantes endógenas, como el superóxido dismutasa y la catalasa gracias al β -1,3 y β -1,6 que está dentro de la cadena de este polisacárido y una mermelada como agente gelificante debido a que se pueden formar puentes de hidrogeno, pudiendo ser una alternativa de uso de este compuesto en el desarrollo de alimentos suplementados a un nivel industrializado, consiguiendo beneficios para el consumidor, ya que son más potentes a comparación de los β -glucanos de la avena y cebada (González Santamaría, 2015).

Además, se consiguió un aporte con la contaminación en el medio ambiente ya que los residuos industriales de la extracción de almidones de papa e industria azucarera fueron utilizados como sustratos para el crecimiento de este tipo de hongo (Flores., 2021).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Extraer β -glucanos a partir del hongo *Pleurotus ostreatus* y utilizarlos en la elaboración de una bebida funcional con propiedades antioxidantes a base de flor de Jamaica y en una mermelada de granadilla como agente gelificante.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de los medios de cultivo utilizados en fermentación sólida para el crecimiento del hongo *Pleurotus Ostreatus*
- Extraer, cuantificar, purificar y determinar el rendimiento de los β -glucanos obtenido a partir del hongo.
- Caracterización química del β -glucano mediante análisis fisicoquímicos.
- Desarrollar la bebida funcional de la flor de Jamaica utilizando los β -glucanos purificados.
- Desarrollar una mermelada de granadilla utilizando los β -glucanos purificados
- Realizar una evaluación sensorial de los dos alimentos.
- Realizar una caracterización de los alimentos para determinar el efecto antioxidante en la bebida y efecto gelificante en la mermelada.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Con que tipo de sustrato se obtienen mayor rendimiento?
- ¿La utilización de β -glucanos aporta un efecto antioxidante y gelificante en la aplicación de los alimentos?
- ¿Cuáles serán las características físico químicos de los β -glucanos obtenidos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación bibliográfica se encontró varios estudios acerca de la extracción de β -glucanos.

Mendez,, (2017) en su investigación sobre "EXTRACCIÓN DE β -GLUCANO DE *Pleurotus pulmonarias* DESHIDRATADO PARA LA FORMULACIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS", tuvo como propósito evaluar procesos de deshidratación que permitan conservar las propiedades nutricionales del *Pleurotus*, evaluando eficiencia biológica y tamaño de los cuerpos fructíferos, posteriormente evaluaron las condiciones de secado para prolongar su vida de anaquel en las siguientes condiciones: secado por bandejas a 55 y 65 °C y liofilización a -20 y -20/-80 °C (temperaturas de congelación). En las muestras deshidratadas en los diferentes tratamientos se cuantificó la bioactividad del β -glucano, contenido bromatológico (humedad, actividad de agua, proteínas), su apariencia física (talla, diferencia de color y capacidad de rehidratación), así como su actividad enzimática (antioxidantes, poder reductor, fenoles, lacasas y polifenol oxidasas). Los resultados mostraron la menor diferencia de color en el liofilizado a -20 °C, en tanto que, en resultados de antioxidantes, poder reductor, polifenol oxidasas, lacasas y rehidratación no se observaron diferencias significativas entre el secado por bandejas a 55 °C y liofilizado a -20 °C, por lo que el secado por bandejas a 55 °C fue el tratamiento óptimo para la deshidratación del hongo y seleccionado para la suplementación de harina de trigo y arroz con 10, 30 y 50 %, para la elaboración de pan de miga y galletas, respectivamente.

En otra investigación se refieren a los "d-Glucanos de hongos comestibles: una revisión de los enfoques de extracción, purificación y caracterización química" donde explica que los d-glucanos de hongos comestibles presentan estructuras químicas diversificadas. El tipo más común consiste en una columna vertebral de β -D-glucosa (1 \rightarrow 3) unidos frecuentemente ramificados en O-6 por residuos de β -D-glucosa como cadenas laterales. Sin embargo, es posible distinguir α -, β - y D-glucanos

mixtos. Podría hacerse una discriminación adicional sobre la base de la posición del enlace glucosídico en un anillo piranoide, la distribución de enlaces glucosídicos específicos a lo largo de la cadena, la ramificación y el peso molecular. También revisan procesos de extracción, purificación y caracterización química de D-glucanos, como estudios de RMN, análisis de metilación, degradación de Smith y algunas otras metodologías empleadas en la caracterización química de carbohidratos. Además, estos polisacáridos son importantes porque pueden proporcionar muchos beneficios terapéuticos relacionados con su actividad biológica en animales y humanos, ya sea actividad inmune estimuladora, inhibición del crecimiento tumoral (Ruthes et al., 2015).

Por otra parte, en la investigación "Glucanos de cuerpos frutales de hongos cultivados *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii*: estructura y actividad prebiótica potencial" se aislaron glucanos específicos de tallos de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii* mediante extracción con agua hirviendo y los sobrenadantes se aislaron mediante filtración. Sin embargo, el análisis de los residuos sólidos confirma que las fracciones insolubles en agua todavía contenían una gran cantidad de glucanos. Luego las fracciones obtenidas soluble en agua (L1), soluble en álcali (L2) e insoluble (S) se caracterizaron mediante varios métodos analíticos. Y sus resultados detectó glucanos en todas las fracciones: el 1,3-1,6- β -D-glucano ramificado predominó en L1 y S, mientras que el 1,3- α -D-glucano lineal en L2.

Los cuerpos frutales de *P. ostreatus* y *P. eryngii* contienen β -1,3-1,6-glucano ramificado y α -1,3-glucano lineal como componentes principales de las paredes celulares, y las fracciones L1 y L2 (extractos) se purificaron con el reactivo fenólico.

Se probó la actividad prebiótica potencial de los extractos L1 y L2 utilizando nueve cepas probióticas de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Enterococcus*. Estos probióticos mostraron diferentes características de crecimiento dependiendo del extracto utilizado y la especificidad de la cepa debido a la presencia de compuestos estructuralmente diversos (Synytsya et al., 2009).

Asimismo, en la investigación sobre "Caracterización molecular de *Pleurotus ostreatus* salvaje (MW457626) y evaluación de las actividades de polisacáridos de β -glucanos." tuvo como objetivo investigar la eficacia de los β -glucanos como polisacárido natural producido por *P. ostreatus* como antioxidante, antimicrobiano y anticancerígeno. Y la identificación molecular del aislado de *P. ostreatus* fue confirmada por secuencia

del espaciador transcrito interno (ITS). El alineamiento de secuencias y la evolución filogenética.

El porcentaje de actividad antioxidante de los β -glucanos mostró un aumento gradual desde 8,59% a 12,36, 18,56, 23,69, 44,66 y 80,36% a las concentraciones de 31,2, 64,4, 125, 250, 500 y 800 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente. Además, todas las concentraciones de β -glucanos mostraron mayor actividad antioxidante en comparación con el antioxidante estándar (vitamina C) (Hasan & Abdulhadi, 2022).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Hongos *Pleurotus ostreatus*

El reino fungí comprende una gran diversidad de hongos que pueden ser comestible o no, entre ellos se encuentra el *Pleurotus ostreatus* que es el más cultivado por sus cualidades gastronómicas y nutricionales, al ser una familia muy grande se los clasifica por su morfología y color, dando así el nombre de hongo ostra o rosado al *Pleurotus ostreatus* se destaca por la textura y sabor agradable a tocino o jamón que se distinguen al momento de ser consumidos, creando así una diferencia entre el hongo tradicional que es el champiñón. (León, 2021)

2.2. 2. Origen del hongo *Pleurotus ostreatus*

El origen del *Pleurotus ostreatus* viene desde la zona holártica, zonas europeas, zonas templadas, zonas de Asia y bosques tropicales, que al momento de estar en condiciones silvestres su crecimiento se ve en los troncos o ramas de distintos árboles frondosos que están debilitados o muertos, el cultivo de este puede ser realizado en diferentes tipos de sustratos que tenga capacidad de retención de la humedad y que puedan adaptarse a diferentes temperaturas. El crecimiento de esta seta se realiza a una temperatura entre 10 y 30 °C, con un rango de pH entre 5,5 y 6,5 y humedad relativa de 85 a 90%, la característica de crecimiento de esta seta es en forma de racimo que al apilarse se observan como repisas. (Lasso, 2019)

2.2.3. Tipos de hongos

El *Pleurotus ostreatus* pertenecen al orden Agaricales de la familia Pleurotaceae, son también Basidiomycota que producen esporas, y es saprófito que tiene la capacidad de descomponer la madera y material orgánico por la producción de enzimas que las descomponen, cumpliendo un papel muy importante en la naturaleza manteniendo el ciclo del carbono. (Bernarda et al., 2020)

2.2.4. Características y propiedades nutricionales de los hongos *Pleurotus ostreatus*

El *Pleurotus ostreatus* es un hongo de gran importancia a nivel mundial ya que anualmente se produce 6 millones de toneladas, se caracteriza por su crecimiento, en climas tropicales a una temperatura de 30 °C o más en materia orgánica como troncos de árboles en descomposición, su cuerpo está formado por un sombrero convexo de 20-50 * 30-70 mm (ancho * largo, que tiene la forma de un paraguas circular. Cuando se desarrolla toma una forma de oreja que mide entre 5 – 12 cm, su color varía entre blanco, gris o rosado esto depende de la especie.

El himenio es aquella parte en donde se forma el tallo, aquí se realiza la producción de esporas y finalmente se tiene el pie que es corto, puede ser lateral u oblicuo, es un engrosamiento del lado del sombrero puede estar presente o no, es de color blanco ligeramente duro. (Bernarda et al., 2020)

El valor nutricional del *Pleurotus ostreatus* se encuentra en las gírgolas o cuerpo fructífero de los hongos, es aquí en donde se puede ver su composición nutricional como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición fisicoquímica del hongo *Pleurotus ostreatus* en base seca.

Componentes	Valor medio
Humedad (%)	88,12
Ceniza (%)	7,69
Proteína (%)	31,43
Grasa (%)	1,14
Fibra total (%)	15,09
Ca (%)	0,05
P (%)	0,68
K (%)	0,29
Mg (%)	0,17
Cu (mg/kg)	7
Fe (mg/kg)	96
Mn (mg/kg)	8
Zn (mg/kg)	80
β - glucano (%)	3,88

Fuente: (Reinoso, 2015)

El mayor componente de este hongo es el agua con un 88,12 % de humedad seguido de la proteína con un 31,43 % al igual que otras composiciones nutricionales como la fibra, aminoácidos esenciales como la leucina, lisina, vitaminas y minerales como el K, Mg, Ca, Fe, Zn, el contenido de grasa en este hongo es bajo al igual que las azúcares solubles, todas estas características pueden ser comparadas con la leche ya que tiene un 3.2% de contenido proteico, mientras que el *Pleurotus ostreatus* un

31.43%, que es de gran importancia en la nutrición humana, aunque también puede ser comparado con otros alimentos como es el arroz (7 %), trigo (13 %), maíz (9 %)(Bernarda et al., 2020).

2.2.5. Productos derivados del hongo *Pleurotus ostreatus*

El *Pleurotus ostreatus* pueden ser usado en la producción de varios alimentos, tal como en los embutidos, donde se los utiliza como un reforzante de la proteína de la carne por su valor proteico, también en la elaboración de bebidas funcionales ya que de estos hongos se puede extraer un bioactivo conocido como β -glucanos que tiene un sin número de propiedades que pueden aportar a una bebida, en la elaboración de mermeladas de fruta dándole un sabor diferente y al mismo tiempo espesor, otra de las aplicaciones que se les puede dar es en la elaboración de platos gastronómicos y conservas (Pizarro et al., 2014).

2.2.6. Beneficios del consumo de los hongos *Pleurotus ostreatus*

El consumo del *Pleurotus ostreatus* puede aportar beneficios para la salud, la ingesta de este hongo puede ayudar a la reducción de la grasa presente en la sangre al igual que regular o bajar los niveles de azúcar, subir las defensas en el sistema inmunológico, la presencia de quitina en este alimento lo hace un buen restaurador de las paredes del intestino, es un buen antioxidante, estos son los beneficios que estos dos hongos pueden aportar al ser consumido en su forma natural. (Vila, 2015)

2.2.7. Métodos de conservación del hongo *Pleurotus ostreatus*

Después de la cosecha, el hongo *Pleurotus ostreatus* empieza con un pardeamiento enzimático que hace que la apariencia se vea afectada, es por esta razón que se ha utilizado métodos de conservación como sumergirlos en salmuera, el uso de ácido ascórbico que ayuda como inhibidor del polifenol oxidasa, estos métodos ayudan a la propagación de la vida útil de estos hongos, existen también los empaques al vacío que hacen que no tenga contacto con el oxígeno del ambiente y no se realice dichas oxidaciones (González et al., 2011).

2.2.8. β -glucanos de los hongos *Pleurotus ostreatus*.

El β -glucano es un polisacárido constituido por cadenas de glucosa que pueden estar presente en algas marinas, algunas bacterias y levaduras, aunque se tiene más incidencia en cereales como la cebada, avena y algunos tipos de hongos (Duarte et al., 2018).

2.2.9. Características y propiedades del β - glucano del hongo *Pleurotus ostreatus*

El β -glucano extraído del *Pleurotus ostreatus* se los conoce también como pleurán (β -1,3 glucano) que es un polisacárido de alto peso molecular, está compuesto por cadenas de glucosa unidos por enlaces β (1 \rightarrow 3) y cadenas laterales unidas por enlaces β (1 \rightarrow 6) (1, 9), presentando algunas ramificaciones tal y como se muestra en la Figura 1 (Pizarro C. et al., 2014).

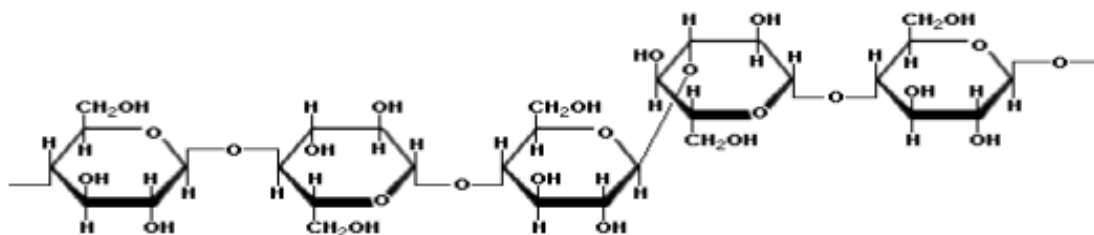


Figura 1. Estructura química, de los β -glucanos, con un enlace 1,3, cada tres enlaces.

Fuente: (González, 2015)

2.2.10. Beneficios del consumo del β -glucanos de los hongos *Pleurotus ostreatus*.

El consumir el β -glucanos del hongo *Pleurotus ostreatus* ayuda a la salud en un sin número de formas ya que poseen un bioactivo que no es digeribles en el intestino delgado del ser humano debido a que no existen enzimas pancreáticas o intestinales capaces de degradarlas, por lo cual son clasificados como fibra dietética soluble que ayuda a que no se absorba de manera total la glucosa o grasa de los alimentos que pasan por el intestino (Pizarro. et al., 2014).

2.2.11. La flor de Jamaica

2.2.11.1. Qué es la flor de Jamaica

La *Hibiscus sabdariffa L* es la flor de Jamaica y pertenece a la familia *Malvaceae*, comúnmente en algunos países se la conoce como Cádiz de Jamaica la cual puede ser consumida en forma de infusiones o en la gastronomía dentro de distintos platos a la carta (Espinosa, 2018).

2.2.11.2. Origen de la flor de Jamaica

La flor de Jamaica es originaria de Asia y de África tropical, aunque con el paso del tiempo ya es cultivada y cosechada en varias partes del mundo, de preferencia en países con climas cálidos. En Ecuador la cultivan en la costa y en el oriente, la planta

de la flor de Jamaica puede llegar a medir 4 metros, mientras que la flor solo llega a los 3 o 4 centímetros (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018).

2.2.11.3. Tipos de flor de Jamaica.

La flor de Jamaica es valorada principalmente como planta ornamental ya que existen 200 variedades que se han clasificado en dos grupos, el primero en aquellas que tienen el tallo erguido, sin espinas y ramas, mientras que el otro grupo son aquellas que presentan tallos con ramificaciones y los cálices son más jugosos, estos son usados especialmente en la gastronomía. Se tiene en cuenta que existen flores rojas, negras, moradas verdes, en el país se usa la flor roja ya que es la más conocida (Acosta, 2021).

2.2.11.4. Características y propiedades nutricionales de la flor de Jamaica

La flor de Jamaica es una flor pequeña y puede ser usada en la elaboración de postres, compotas o salsas ya que tiene gran cantidad de vitaminas y minerales, que pueden ayudar en la disminución de problemas hormonales y niveles altos de colesterol, en la industria se usa como colorantes en cosméticos, perfumes y ropa (Acosta, 2021).

Tabla 2. Contenido nutricional de la flor de Jamaica

	Cálices	Semillas	Follaje
Proteína (g)	2	28,9	3,5
Carbohidratos (g)	10,2	25,5	8,7
Grasa(g)	0,1	21,4	0,3
Vitamina A IE	1000
Tiamina (mg)	0,05	0,1	0,2
Riboflavina (g)	0,07	0,15	0,5
Nacida (mg)	0,06	1,5	1,4
Vitamina C (mg)	17	2,3
Calcio (mg)	150	350	240
Hierro (mg)	3	5

Fuente: (Cárdenas., 2015)

2.2.12. La Granadilla

La granadilla también es conocida como la “fruta de la pasión” tiene su origen en Norteamérica y América tropical, pudiendo encontrarse también en zonas montañosas de los Andes, como Bolivia, Chile, Perú, Colombia y Venezuela. Sin embargo, es Perú, Colombia, Ecuador Australia, Sudáfrica, y Estados Unidos (Hawái y Florida) los mayores productores (Hernández., 2016).

2.2.12.1. Tipos de Granadilla.

La granadilla que posee diferentes características como el color, tamaño, sabor y forma. Existen algunas especies como:

- *Pasiflora edulis*: que tiene un tamaño entre 4-8cm y contiene un peso de 40g, su piel presenta mucho grosor y dureza que al momento de madurarse empieza a tener pliegues o arrugas en su estructura, puede presentarse en colores como púrpura oscura y el violeta, siendo la pulpa de color anaranjado o verdoso.
- *Passiflora edulis flavicarpa*: más conocida como el maracuyá que a diferencia de la anterior la piel es amarillenta y su tamaño alcanza los 90g.
- *Passiflora ligularis*: tiene forma oval y mide 11cm, su piel es de color amarillenta o anaranjada y la pulpa es de color pálido o grisáceo, este tiene un sabor menos ácido.
- *Passiflora quadrangularis*: granadilla real posee una piel gruesa y alargado con protuberancias la cual puede alcanzar los 26cm de longitud. Su sabor es más insípido que el de las otras.
- *Passiflora pinnatistipula*: es similar al maracuyá, ya que su piel es de color verde amarillento o marrón caoba, y la pulpa es amarillenta con muchas semillas.
- *Passiflora mollisima*: esta fruta presenta una forma ovalada y alargada y puede llegar a medir 10cm, su piel es amarilla o roja y la pulpa puede ser amarilla o anaranjada con un sabor amargo ligero (García, 2008).

2.2.12.2. Características y propiedades nutricionales de la Granadilla

Una de las características de la granadilla es presentar formas circulares con diámetro entre 5 y 7.5cms y pueden llegar a pesar entre 110 Y 125gr. Su cáscara es gruesa y lisa de color anaranjado en su mayoría, aunque depende de la especie. En la pulpa se puede encontrar pequeñas semillas negras y comestibles que están recubiertas por una masa jugosa, cristalina, transparente y de textura gelatinosa, aportándole un sabor es dulce y agradable aroma.(Escuela Latinoamericana de Innovación Agroalimentaria, 2018).

La granadilla es una fuente de potasio, calcio, fósforo, hierro y fibra, contiene vitaminas esenciales para el cuerpo como la vitamina B1, B2, C y la provitamina A. También contiene proteínas y carbohidratos.(Morales, 2014)

Tabla 3. Valor nutricional de la granadilla.

Información Nutricional 100 g	
Componentes	Cantidad
Calorías	80 kcal
Carbohidratos	15,6 g
Grasa	20 g
Proteína	2,2 g
Fibra Cruda	3,5 g
Energía	335 kJ
Agua	78,9 g
Vitamina C	15,8 mg

Fuente: (Morales, 2014)

2.2.12.3. Beneficios del consumo de la Granadilla

Existen varios beneficios que la granadilla puede aportar al consumidor, entre ellos la estabilidad del sistema nervioso ya que tiene efectos sedantes o tranquilizante naturales, el jugo extraído de esta fruta puede ser usado como un relajante, también puede controlar la acidez y la cicatrización de las úlceras que pueden existir dentro del estómago, usada también combatir las diarreas y cólicos y puede ser útil también como tratamiento contra las lombrices (vermífugo), esta fruta contiene alta cantidad de fibra ya que es consumida con sus semillas, por otra parte es usada en el sistema respiratorio ya que ayuda aliviar la tos y baja la fiebre, en infantes funciona como un activador de crecimiento (Guzmán, 2017).

La universidad de California realizó un estudio en donde comprobó que el uso de la granadilla en pacientes con cáncer de próstata podía ayudar a frenar el desarrollo de los tumores. Generalmente la granadilla es consumida de forma cruda, pero también el extracto de granadilla se puede utilizar en la elaboración de helados, soufflés, salsas, yogurt, postres, jaleas, helados, licores, entre otras (Guzmán, 2017).

2.2.13. Qué es un alimento funcional

Los llamados alimentos funcionales nacieron en los años 80 en Japón, con la preocupación de mejorar la vida de la población, en el mismo año Europa empieza con la creación de estos alimentos. Los alimentos funcionales tienen varias propiedades nutritivas básicas y componentes biológicos activos que aportan beneficios a la salud reduciendo el riesgo de desarrollar o contraer enfermedades. Las características que estos alimentos poseen es tener similitudes a un alimento convencional, pueden ser consumidos como parte de una dieta normal y en la salud pueden reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas (Gonzalez, 2016).

2.2.14. Tipos de alimentos funcionales

Existe una gran cantidad de alimentos que pueden formar parte de los alimentos funcionales, estos pueden ser naturales o también enriquecidos con vitaminas, minerales, ácidos grasos fibra y contenido de omega 3 como son los cereales y los lácteos (Araya L & Lutz R, 2003).

2.2.15. Beneficios del consumo de los alimentos funcionales

El consumo de alimentos funcionales puede aportar varios beneficios al cuerpo, ya que algunas enfermedades están asociadas con la falta de una nutrición un ejemplo de estas es la obesidad. Los alimentos funcionales pueden aportar probióticos que mejoran el sistema inmunológico, prebióticos para el buen funcionamiento intestinal, fibra dietética no digerible en el intestino, presente en alimentos como los vegetales, legumbres, frutas y cereales, la disminución del colesterol en sangre o efecto protector frente al cáncer, los ácidos grasos como el omega 3 que está presente en aceites de pescado, que pueden ayudar a evitar el cáncer de mama o enfermedades cardiovasculares, la viscosidad que estos alimentos pueden tener contribuyen con la disminución del uso de aditivos alimenticios reemplazándolos de forma natural por la formación de los puentes de hidrógeno y por ultimo pero no menos importante el efecto antioxidante que ayuda a la neutralización de radicales libres que se generan en el diario vivir provocando la muerte celular y el envejecimiento. (vivosano.org, 2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuali-cuantitativo, porque se orienta al proceso de extracción, análisis y aplicación de los β -glucanos extraídos del hongo *Pleurotus ostreatus*, evaluando las propiedades reológicas y efecto antioxidante en una bebida de flor de Jamaica y una mermelada de granadilla respectivamente.

3.1.2. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, exploratoria, bibliográfica, correlacional y experimental, por la realización de ensayos y análisis formulados, para notar la diferencia entre las variables trazadas con la finalidad de lograr los objetivos planteados.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula

No se puede extraer β -glucanos a partir del hongo *Pleurotus ostreatus* con el método de agua caliente y presión (115 °C a 0,2MPa por 1 hora) y ser utilizado en el desarrollo de alimentos funcionales como una bebida de la flor de Jamaica y mermelada de granadilla con propiedades antioxidantes y reológicas.

3.2.2. Hipótesis alternativa

Se puede extraer β -glucanos a partir del hongo *Pleurotus ostreatus* con el método de agua caliente y presión (115 °C a 0,2MPa por 1 hora) y ser utilizado en el desarrollo de alimentos funcionales como una bebida de la flor de Jamaica y mermelada de granadilla con propiedades antioxidantes y reológicas.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

VARIABLES EN LA EXTRACCIÓN DEL β - GLUCANO

Variable dependiente:

- Rendimiento de β -glucano extraído de la biomasa del hongo

Variable independiente:

- Mezclas de residuos de papa y aserrín en formulación de sustrato más nutrientes usados en la fermentación sólida para óptimo crecimiento del hongo.

VARIABLES EN LA APLICACIÓN DEL ALIMENTOS

Variable dependiente:

- Características de calidad de la bebida y mermelada

Variable independiente:

- β - glucanos purificado

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 4. Operacionalización de variables para la extracción del β - glucano.

Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Sustrato usado	Formulación de sustratos Mezcla de sustratos (cascara con pulpa de papa + aserrín) + % sacarosa + % nitrógeno	pH	Potenciómetro	Referencia Bibliográfica. (Díaz Godínez, 2009)
		ceniza %	calcinación en mufla	Referencia Bibliográfica. (Vega & Franco, 2012)
		acidez	acidez titulable	Referencia Bibliográfica. (Ruiz R et al., 2010)
		almidón (mg/ml)	método de yodo y ácido perclórico	Referencia Bibliográfica. (Lage-Yusty & Simal-Lozano, 2014a)
		proteína %	método de Kjeldahl	Referencia Bibliográfica. (Cruz et al., 2020)
		nitrógeno %	método de Kjeldahl	Referencia Bibliográfica. (Cruz et al., 2020)
		azúcares totales (mg/ml)	método de fenol-ácido sulfúrico	Referencia Bibliográfica. (Díaz Causil, 2020)
		azúcares reductores (mg/ml)	método de ADNS	Referencia Bibliográfica. (Grellet et al., 2015)
Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Rendimiento del β- glucano	Cuerpo fructífero	Peso obtenido	Metodología gravimétrica	Referencia Bibliográfica. (Rodríguez Pérez et al., 2016)

Tabla 5. Operacionalización de variables para la aplicación del β - glucano en el alimento.

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
β -glucano purificado	Porcentaje de betaglucano usado en formulación de alimentos (0,5 - 1 - 1,5 %)	Porcentaje utilizado	Metodología en la aplicación de β -glucanos en alimentos	Referencia Bibliográfica (Sobieralski et al., 2012)

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Caracterización del alimento	Características funcionales	% DPPH	Capacidad antioxidante, método espectrofotometría (% DPPH)	Referencia bibliográfica (Ramírez Anguiano, 2009)
	Caracterización física	Viscosidad	Medición por reómetro de esfuerzo cortante (τ) y la velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$).	Referencia bibliográfica (Bazan Colque, 2019) (Pilamala Rosales, 2010)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Obtención del sustrato

El sustrato fue obtenido a partir de los residuos de la extracción de almidón de papa, los cuales fueron clasificados como sustancias sólidas (cáscaras con pulpa de papa) y residuos de madera como el aserrín de árboles de cedro, pino, roble y laurel, los cuales fueron donados del aserradero "Bolaños"

El proceso de mezcla se realizó en los laboratorios de biotecnología y microbiología de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi para su posterior almacenamiento previo a la preparación de los tratamientos.

3.4.2. Adquisición del hongo *Pleurotus ostreatus*

Se obtuvo el hongo *Pleurotus ostreatus* de una cepa nativa cultivada en una caja petri con medio sólido de Agar Papa Dextrosa (PDA), adquirida en el instituto "Biodiversity" (Anexo 3) ubicado en la ciudad de Ibarra, con la certificación respectiva.

3.4.3. Conservación y resiembras de cepas en semilla de cebada

Para la aplicación de esta metodología, se procedió a tomar aproximadamente 500g de grano secos de cebada por cada caja petri. Una vez pesados los granos, se sometieron a remojo en agua durante toda la noche, fueron escurridos manualmente y se mezcló con carbonato de calcio 0.5% p/p, posteriormente se sometió a esterilización por vapor durante 15 minutos a una temperatura de 121 °C y 1.5 atm en autoclave.

La mezcla estéril, se llevó a una cabina de bioseguridad para su inoculación en fundas de polipropileno de 500 gramos con micelio de las cajas petri obtenido anteriormente. A continuación; las fundas inoculadas se sometieron a incubación en una estufa (Mettmert®) a una temperatura de 28 °C hasta evidenciar crecimiento micelar sobre los granos. Los cultivos desarrollados se sometieron a refrigeración a una temperatura de 4 °C cubiertos con papel aluminio para evitar la incidencia de luz y así minimizar el riesgo de senescencia (Villarreal, 2021).

3.4.4. Preparación de sustrato

Se formularon cinco tratamientos, cada una con tres replicas, con mezclas de aserrín de árboles y cascara con pulpa de papa, con un tamaño de partícula de 2 cm. Una

vez mezclados se deshidrató en un equipo (Reblek®) una temperatura de 65°C por 48 horas. Posteriormente se humedeció con agua destilada hasta obtener un 75% de humedad, luego fueron enriquecidos con extracto de levadura y melaza. Posteriormente, todos los ensayos fueron sometidos a esterilización por vapor húmedo a temperatura de 70°C durante 2 horas, cada unidad experimental fue realizada de un tamaño de 700 g por triplicado como se detalla en la (Tabla 7)

3.4.5. Inoculación y condiciones de crecimiento

Todos los tratamientos previamente preparados, fueron inoculados con micelio replicados en los granos de cebada en un 10% de semilla con respecto al peso del sustrato. Las semillas fueron distribuidas uniformemente en el centro y a los lados del sustrato correspondiente a cada tratamiento. Todos los ensayos se incubaron a en una estufa a una temperatura de 28 °C y una humedad ambiental relativa de entre 60 y 70% medida con un termohigrómetro durante 18 días (Molina & Espín., 2014).

3.4.6. Fase de fructificación

Posterior a la incubación se realizó un choque térmico a una temperatura de 8°C durante 8 horas, a cada una de las unidades experimentales lo cual permitió la liberación de enzimas para desintegrar el sustrato y obtener los nutrientes necesarios para activar su metabolismo. Posteriormente se llevaron a una cámara tipo invernadero con una temperatura de 17 a 20°C, recibiendo luz indirecta con una humedad relativa del ambiente de 80 a 95%, durante 20 días hasta evidenciar el crecimiento de los primordios y posteriormente el cuerpo fructífero (Won-Sink, 2005).

3.4.7. Extracción, cuantificación y purificación de β -glucanos

Se lo realizó mediante la ruptura de la pared celular de la biomasa cosechada, para el cual se deshidrato el cuerpo fructífero, luego se molió con un mortero hasta obtener un polvo fino del hongo y finalmente se desengrasó. Luego se aplicó la metodología de (Gao et al., 2017) que uso vapor húmedo y presión, a una temperatura de 115°C durante 1 hora con una presión de 0,2 mPa en autoclave. Se mezclo una proporción de 1g de hongo /40ml de agua destilada para realizar las extracciones, repitiendo el método por 3 veces. La extracción la mezcla fue filtrada con doble gasa de algodón estéril con medidas de 10 x10 sobre un cedazo de plástico.

Una vez extraído el volumen del sobrenadante se concentró hasta 10% de su volumen inicial para mezclar con etanol al 80% en proporción 1/3 (v/v) para luego dejar en

refrigeración a 4°C durante 24 horas para obtener el precipitado. Una vez obtenido el precipitado de β -glucanos, se centrifugo a 2000 rpm por 15min.

La cuantificación de los azúcares totales se realizó utilizando la metodología fenol-sulfúrico, y la purificación se realizó con una membrana de diálisis 12-14kDa, en la que se pudo separar el β -glucano puro de otros compuestos acompañantes (Gonzales & Mamani, 2021).

Al β -glucano puro se lo deshidrato con un deshidratador con flujo de aire continuo a 45°C durante un tiempo de 48 horas en bandejas de aluminio, para su posterior molienda y tamizado en una malla de 180 micras.

3.4.8. Análisis del sustrato y β -glucano

3.4.8.1. Determinación de pH

Para la determinación de pH en el sustrato del hongo y en el β -glucano, fue determinado la concentración de ion hidrogeno (pH) de acuerdo con el método descrito en la norma (INEN 0526, 2012) con el uso del potenciómetro. En el que se introduce el electrodo del potenciómetro en el líquido sobrenadante de la muestra sin tocar el sólido ni las paredes del vaso para así conseguir una lectura adecuada.

3.4.8.2. Determinación de % humedad

Se realizó de acuerdo con el método descrito en la norma INEN 518, para lo cual se debe llevar la peso constante los crisoles a una temperatura de $103 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 30 min, una vez frías en el desecador, se pesa y se anotan los valores de los crisoles, se toma 3 g de la muestra y se deja en la estufa durante 1 hora a $130 \pm 3^\circ\text{C}$, posteriormente se realiza el enfriamiento y pesaje, para observar la diferencia entre las masas iniciales y finales sin que estas sobrepasen el 0.01g (NTE INEN 0518, 2013).

Para el cálculo de humedad se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} * 100$$

En donde representa:

m1= Masa del crisol vacío

m2= Masa del crisol y tapa sin secar, en g.

m3= Masa del crisol y tapa, con la muestra seca en g.

3.4.8.3. Determinación % de grasas

La determinación de grasa se realizó por método de soxhlet, de acuerdo con lo indicado en la Norma AOAC 2000, se usa alcohol como disolvente, se tara dedales y los cazos de extracción para que no afecte en el peso final, en papel filtro se pesa 2 gramos de la muestra y se introducen en el dedal con algodón en la parte superficie de este, una vez pesados los cazos de extracción se agrega 60 ml de alcohol y se deja extraer por 1 horas (AOAC, 2007).

El balón debe ser colocado en la estufa a $103 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 30 y después debe ser enfriado en el desecador una vez hecho esto se pesa y se aplica la siguiente formula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(m_2 - m_1)}{m (100 - H)} * 100$$

Donde:

m= Masa de la muestra, en g.

m1= Masa del balón vacío, en g.

m2= Masa del balón con grasa, en g.

H= Porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.8.4. Análisis de cenizas

La determinación de ceniza se realizó de acuerdo al método descrito en la norma NTE INEN-ISO 520 que indica, primero llevar peso constante con anterioridad las crisoles a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$, durante 30 min llevando en la mufla, seguido de esto de pesa y se anota los valores de las capsulas una vez frías en el desecador, luego se taran en la balanza y se toma 3 g de la muestra y se deja en la mufla a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$, hasta que las muestras presenten un color gris claro o hasta que el peso sea constante tomando en cuenta la ceniza no debe fundirse.(NTE INEN 520, 1980). Para calcular el valor de ceniza en base seca de la muestra se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Ceniza} = \frac{100 * (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C= contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m1= masa del crisol vacío, en g.

m2= masa del crisol con la muestra, en g.

m3= masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.8.5. Determinación de acidez titulable

Se realizó la determinación de la acidez titulable siguiendo la metodología descrita en la norma INEN 521, para lo cual, la muestra se debe preparar en una solución con alcohol al 96% por 24 horas con agitación rigurosa, después de este tiempo de toma 10 ml del sobrenadante en un matraz Erlenmeyer de 50 ml con 2 ml de fenolftaleína como indicador y se lleva a titulación con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.2 N. (Valdiviezo aguilara, 2019)

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V * N * \text{Meq. Ac}}{m} * 100$$

Donde:

V: Consumo en ml de NaOH 0.2 N

N: Normalidad de NaOH

Meq.AC.: Miliequivalente del ácido sulfúrico.

m: Peso de la muestra en gramos

3.4.8.6. Determinación % de almidón

Para la determinación de almidón se aplicó el método de Yodo, primero se elaboró una curva patrón en donde se utilizó 0.1 g de almidón con 10 ml de ácido perclórico al 52 % y se aforó en un balón de 100 ml con agua destilada, después de esto se dividió la solución madre en 4 balones de 50 ml en concentraciones de 1; 1.5; 2 y 2.5, se agregó 2.5 ml de ácido perclórico al 52 % y se afora con agua destilada, se tomó una muestra de 10 ml de cada balón por triplicado y se añadió 0.5 ml de solución de yodo – yodurada y se dejó un blanco de 10 ml de sin solución de yodo – yodurada, se dejó reposar por 10 min en oscuridad y se midió en el espectrofotómetro a 600 nm

de absorbancia y se realizó el mismo procedimiento con cada una de las muestras de cada tratamiento de los sustratos (Lage-Yusty & Simal-Lozano, 2014).

3.4.8.7. Determinación de azúcares totales y reductores

Para la determinación de azúcares totales y reductores se realizó una curva de calibración, la cual se preparó por medio de soluciones de 200-1000 mg/l con glucosa. Se obtuvo la fórmula de la pendiente y con ella se realizó los cálculos de concentración de cada una de las muestras analizadas.

En el caso de las muestras de los sustratos se tomó 10g en vasos de precipitación y se mezcló con 50 mL de alcohol al 80% caliente para luego filtrar el sobrenadante y finalmente se concentró la muestra evaporando el volumen del alcohol en una plancha de calentamiento obteniendo solo los sólidos que se le añadió 10ml de agua para disolverlos y posteriormente analizarlos.

En el caso de los β -glucanos en la muestra se realizó el mismo procedimiento como lo hizo Ávila et al, (2012), tanto en azúcares totales y reductores, solo cambiando el peso en la muestra inicial a 5g.

Para la determinación de azúcares totales se tomó la muestra por triplicado en tubos de ensayo 2 ml de la muestra con 2mL de fenol al 5%, se llevó la gradilla con los tubos a un baño de agua fría y se añadió 5 ml de H₂SO₄, esto reposó por 15 min a oscuridad y se midió en el espectrofotómetro el nivel de absorbancia a 490 nm, en donde el rango de concentración debe ser entre 10-70 mg/L con por lo menos 5 puntos.

Para azúcares reductores se preparó con anterioridad el ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), en donde se disolvió 0,8 g de NaOH en agua destilada con 15 g de tartrato de sodio y potasio tetra hidratado y 0,5 g de DNS, la cual se aforó a 50mL con agua destilada y se almacenó en un frasco ámbar a refrigeración a una temperatura de 4°C. Para las muestras se debe realizar por triplicado en donde se mezcló 0,5 ml de la muestra de sustrato o β -glucano con 0,5 ml del reactivo DNS, se llevó por 5 min a ebullición en baño maría y se detiene la reacción con un baño de agua y hielo, después de esto se agregó 5 ml de agua destilada, dejando en reposar por 15 min y se midió en el espectrofotómetro el nivel de absorbancia a 540 nm.

3.4.8.8. Análisis de proteína

Para la determinación de proteína y nitrógeno de la muestra se utilizó el método de Kjeldahl como lo indica la Norma AOAC 978.02 , este método se lo realizó en dos

partes, la primera es la digestión de la muestra, que consistió en el uso de los tubos de digestión los cuales estaban limpios y secos previamente en donde se colocó 5 g de muestra, dos pastillas catalizadoras y 15ml de ácido sulfúrico, se tapó y se conectó los tubos al digestor el cual debe llegar a 420 °C para comenzar la digestión por 1 h, una vez terminada la digestión se retiró los tubo y se esperó unos 20 min para que se enfríen para añadir 80 ml de agua destilada al tubo de digestión y se procedió a realizar la segunda parte del método que es la destilación la cual consistió en conectar el tubo digestor al equipo destilador en donde se le añadió 50 ml de NaOH al 40 % desde el equipo por la parte del dosificador, una vez realizado esto se recoge el destilado en un matraz Erlenmeyer el cual contiene 30 ml de la solución de ácido bórico al 4%, con gotas de indicador mixto, y se destiló hasta un volumen de 150mL (AOAC 978.02). La valoración fue realizada con HCl 0.1, el color va a cambiando de azul turquesa a gris plateado. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrogeno} = \frac{1.4 * (V_2 - V_0) * N}{P}$$

$$\% \text{ Proteina} = \% \text{ Nitrogeno} * F$$

Donde:

P= peso en g de la muestra

V1= volumen de HCl consumido en la valoración (ml)

N = normalidad del HCl

V0= volumen de HCl consumido en la valoración de un blanco (ml)

F= Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas. La mayoría de las proteínas contienen un 16% de N₂, de modo que el factor de conversión es 6.25(100/16 = 6.25), pero se han obtenido empíricamente otros factores de conversión en función de la materia prima utilizada.(Abrams et al., 2014)

3.4.9. Formulación de los alimentos

3.4.9.1 Formulación de mermelada de granadilla.

La elaboración de mermelada fue realizada siguiendo la formulación indicada en la Tabla 13 y siguiendo los pasos del diagrama de proceso como se muestra en la Figura 2.

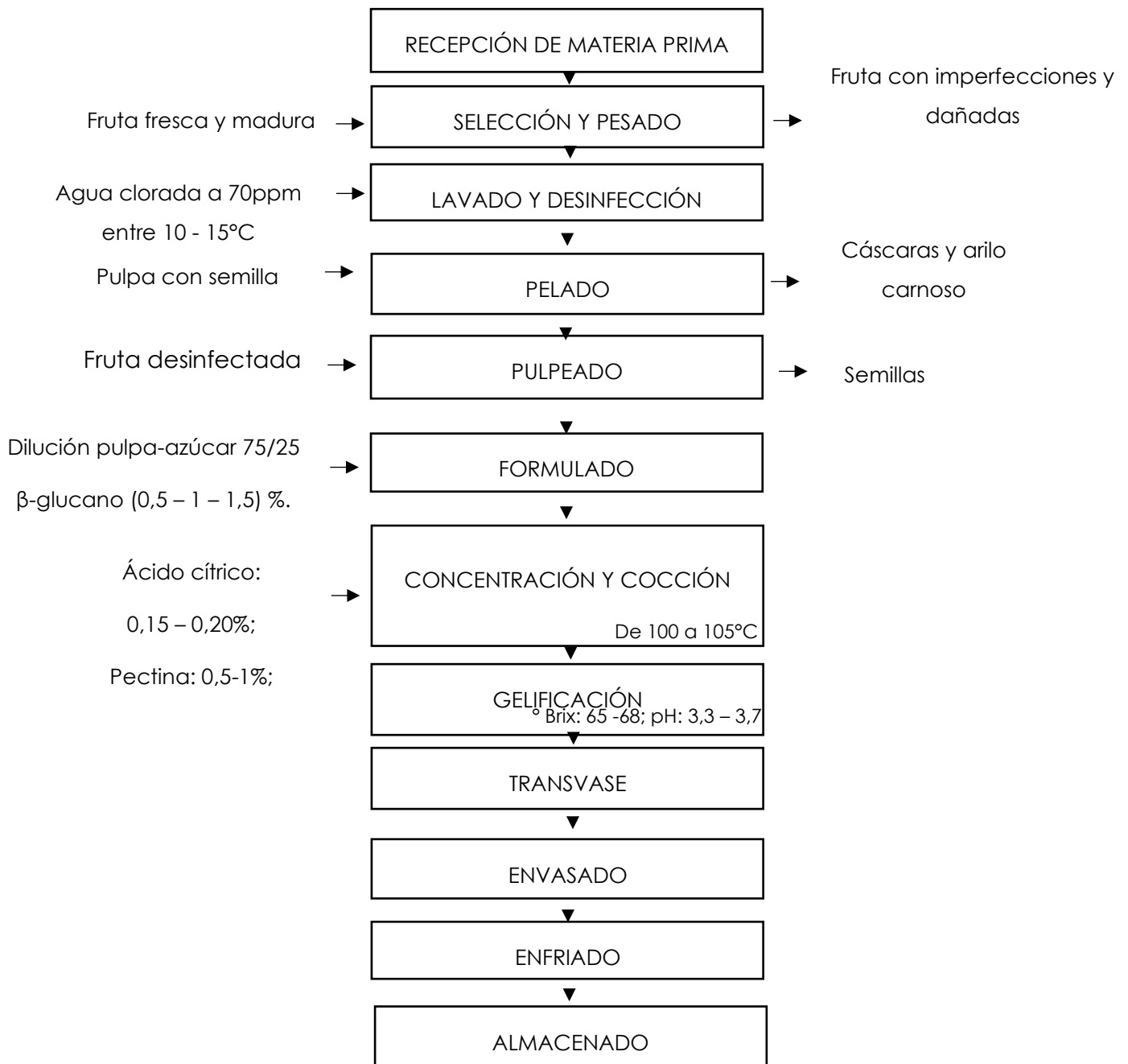


Figura 2. Diagrama de flujo elaboración de mermelada.
Fuente: (Roldan Sanz, 2021)

3.4.9.2. Descripción del proceso de elaboración de mermelada de granadilla

Recepción de materia prima: las granadillas usadas para esta investigación provienen del cantón Ibarra provincia de Imbabura.

Selección y pesado: seleccionar las granadillas de buen punto de maduración y aptos para el consumo, libres de podredumbre o cualquier tipo de anomalía, causado por daños microbiológicos o de transportación.

Limpieza y desinfección: Lavar con agua hasta eliminar por completo residuos de tierra, hierbas, ramas, raíces, entre otras materias extrañas que puedan encontrarse presente. Posterior a la selección y limpieza, proceder a desinfectar la materia prima con una solución de agua clorada a 70 ppm.

Pelado: Esta operación se realiza de manera manual, se empieza cortando en dos partes el epicarpio de la granadilla hasta lograr visualizar su fruto y semillas que se lo retira con una cuchara cuidadosamente separando del arilo carnoso de la fruta.

las puntas de ambos extremos de la materia prima 2 cm ($\frac{3}{4}$) aproximadamente.

Pulpeado: Este proceso se realizó en una licuadora introduciendo todo el fruto con semillas, y dejando que se triture durante 3 minutos, posterior a eso fue pasado por un tamizador de 150 μ m separando las semillas de la pulpa.

Formulación: Para la formulación se realizó una mezcla de 75% pulpa y 25% azúcar por motivo que la fruta por naturaleza tiene una gran cantidad de agua. además, para comprobar los cambios del β -glucano dentro de la mermelada se aplicó 3 concentraciones diferentes este bioactivo en (0,5 – 1 – 1,5) %.

Concentración y cocción: El momento de la concentración se añade la pulpa más el 50% del azúcar a ocupar y se mezcla con el ácido cítrico, como conservante y regulador de pH, y la pectina como espesante y gelificante.

Luego de ello se mantiene a una temperatura de 100 a 105 °C hasta alcanzar el punto gelificación.

Gelificación: Este proceso se lo determina con los grados Brix, que es la cantidad de azúcar concentrada para que la pulpa se convierta en mermelada, estos tienen que ser entre los 65 a 68 °Brix, manteniendo un pH entre los 3.3 y 3.7.

Transvase: Esto se lo realiza con la intención de que evitar cristalizaciones dentro del mismo recipiente usado para la concentración y se elimina cualquier tipo de espuma formada.

Envasado: Para realizarlo de la manera más óptima la mermelada tiene que estar a una temperatura no menor a los 85°C.

Enfriado y almacenado: En este último paso se espera que la mermelada se baje la temperatura hasta la del ambiente y luego de ello se almacena en un lugar fresco y limpio para su posterior consumo.

3.4.9.3. Formulación de bebida de flor de Jamaica.

La elaboración de la bebida fue realizada siguiendo la formulación indicada en la Tabla 14, utilizando los porcentajes adecuados de flor de Jamaica, azúcar y gel de aloe vera. El diagrama de proceso se muestra en la Figura 3.

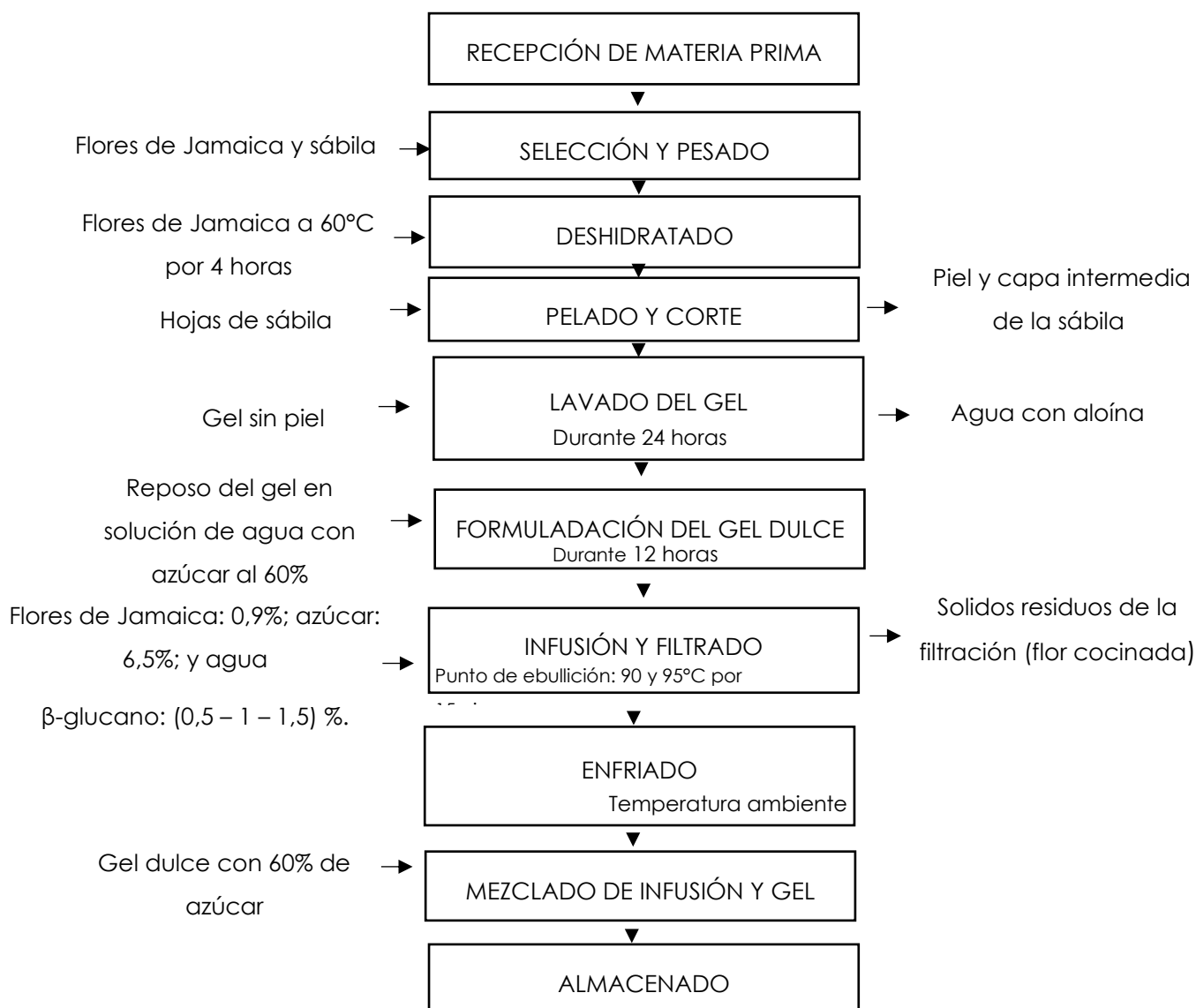


Figura 3. Diagrama de flujo elaboración de la bebida de flor de Jamaica.
Fuente: (Zúñiga García, 2015)

3.4.9.4. Descripción del proceso de elaboración de la bebida de flor de Jamaica.

Recepción de materia prima: Las flores de Jamaica y la sábila usadas en la investigación fueron adquiridas en la ciudad de Tulcán provincia del Carchi.

Selección y pesado: Se selecciona las flores en mejor estado y las más grandes y las pencas de sábila que no tengan golpes y que estén gruesas las dos libres de podredumbre y daños por microorganismos.

Deshidratado: Se pone a deshidratar las flores de Jamaica por 4 horas a 60 °C en el deshidratador para así concentrarla y molerla para obtener mejores resultados al momento de la cocción.

Pelado, corte y lavado: Se deja las pecas de sábila en agua por 1 día para que estas expulsen la aloína que es una toxina propia de esta planta por lo cual se debe cambiar el agua cada 3 horas, una vez hecho esto se corta las espinas de los lados y se retira la hoja del gel, se corta el gel en forma de cubos para poder así desaguarlos con varios cambios de agua. Se sumergen los cubos de sábila en agua con 60 % de azúcar para que estas adquieran el dulzor de este y ser agregados a la bebida.

Formulación: En la formulación se mezcló 0.9 % de flor, 6.5 % de azúcar, 7.24% de sábila y 8.54 % de agua, además, para comprobar los cambios del β -glucano dentro de la bebida se aplicó 3 concentraciones diferentes este bioactivo en (0,5 – 1 – 1,5) %.

Infusión: se coloca 1000 ml de agua a hervir una vez llegado al punto de ebullición a una temperatura de 92 °C y se agrega 9 g de cálices de flor de Jamaica y se deja hervir durante 30 min y se agrega 65 g de azúcar.

Mezclado: una vez enfriada, se mezclan los cubos de gel dulce con la infusión y se lleva a almacenar en refrigeración.

Envasado: Recomendable en recipientes de vidrio o plástico con tapa

Almacenado: Recomendable hacerlo en refrigeración a 4°C

3.4.10. Evaluación sensorial

Se realizó una prueba afectiva con la finalidad de obtener opiniones sobre la aceptabilidad general de los alimentos formulados con β -glucano. El panel de participantes se conformó 50 diferentes personas no entrenadas para cada uno los alimentos, incluidos hombres y mujeres (estudiantes de la UPEC).

En la Tabla 6 se presentan el orden de las concentraciones de β -glucano usado para cada tratamiento y su respectivo código de identificación al momento de presentar las muestras a evaluar.

Tabla 6. Código de identificación de cada alimento

Tratamientos	Codificación	
	Bebida de Jamaica	Mermelada de granadilla
T1 (0,5%)	453	278
T2 (1%)	236	407
T3 (1,5%)	291	127

En cada una de las muestras presentadas cumplieron con parámetros específicos: como estar en temperatura ambiente de 16°C, servido en platos y vasos desechables de plástico, además fueron servidos de la siguiente manera: aproximadamente 50ml de muestra de la bebida en vasos de 4 oz y para la mermelada en un ¼ de galleta sin sabor se esparció 20gr de mermelada (Fraisoro, 2021).

En el caso de los panelistas de la mermelada se proporcionó: galletas con las muestra y agua embotellada para el enjuague bucal. Mientras que para los panelistas de la bebida solo se proporcionó con las muestras y agua embotellada. Ambos análisis fueron realizados en tiempos diferentes con grupos diferentes de panelistas entre sí, tal que cada panelista evaluó 3 tipo de bebidas y 3 tipos de mermelada, con diferentes concentraciones de β-glucano aplicado.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, bajo una escala hedónica, fueron usados para un análisis estadístico en el programa InfoStat, primero comprobando todos los supuesto de normalidad, con la prueba de Shapiro-Wilks, para luego realizar la prueba de Anova simple con un rango de confianza del 95% ($p < 0,05$) y con ello notar si hay diferencias significativas entre las muestras (Osorio, 2019).

3.4.11. Método DPPH antioxidante

Para la determinación de la actividad antioxidantes se utilizó el método de DPPH tal y como Ramírez, (2009) hizo la determinación la capacidad de radicales libres, primero realizó una curva estandarizada, y luego tomó 100 µL de muestra y 2 900 µL del reactivo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) de forma triplicada, los cuales se mezclaron y dejados en reposo por 30 min a 25°C, una vez pasado este tiempo se realizó la lectura por medio del espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm, para calcular los resultados con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Actividad Antioxidante} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}}}{A_{\text{control}} - A_{\text{blanco}}} \right) \right] * 100$$

Donde:

A (muestra): absorbancia de los extractos.

A (blanco): Absorbancia del blanco de los extractos.

A (control -): Absorbancia del control negativo.

3.4.12. Análisis reológicos a mermelada de granadilla.

Se realizó una curva de fluido en la que se representó el esfuerzo cortante (τ) vs la tasa de corte (1/s), además se analizó un histograma de la viscosidad comparando las muestras en 4 diferentes tiempos de corte (1; 10; 50 y 100) segundos. Estos datos fueron recolectados a través de un reómetro marca Anton Paar modelo MCR, y para la medición se usó un cilindro concéntrico, ejecutando dentro del programa preestablecido el análisis de viscosidad.

Este análisis se los realizó para evaluar la viscosidad de la mermelada tanto al mejor tratamiento aceptado en la evaluación sensorial y al control sin β -glucano (Bazan colque, 2019).

Una vez obtenidas estas lecturas se determinó los cálculos matemáticos sobre el índice de flujo (n) y su consistencia (k) mediante el programa Origin Pro-2024 (10.1), y sus resultados fueron analizados bajo el modelo matemático de Herschel-Bulkley con su ecuación:

$$\tau = \tau_0 + K x^n$$

En donde:

τ = es el esfuerzo cortante (Pa); n = es la viscosidad aparente (Pa * s); x = es la velocidad de deformación (1/s); k = es el coeficiente o índice de consistencia de flujo (Pa* sⁿ); τ_0 = es el umbral de fluencia (Pa) y n = es el índice de flujo.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Diseño experimental

Factores: 2

Diseño factorial: A x B= 2³

Niveles: 3

3.5.2. Rendimiento de crecimiento del hongo

El rendimiento se lo realizó aumentando dos fuentes principales de nutrientes como carbohidratos y nitrógeno en fermentación sólida, esto permitió diferenciar el tamaño del cuerpo fructífero del hongo por el peso producido durante la etapa de maduración en un tiempo estimado de 45 días.

Factores

A= Carbohidrato (Sacarosa - melaza)

B= Nitrógeno (Extracto de levadura)

C= Mezcla de sustrato (Cascara con pulpa + aserrín)

Tabla 7. Concentraciones de nutrientes a añadir en los sustratos.

CARBOHIDRATOS	SACAROSA (MELAZA)	
	2% 10g	3% 15g
NITROGENO	EXTRACTO DE LEVADURA	
	3% 1,5g	5 % 2,5g
PAPA	25% 175g	50% 350g
	ASERRIN	75% 525g

Todos los tratamientos fueron realizados por triplicado para mayor fiabilidad dando un total de 30 bases experimentales cada una de 700g de sustrato para su posterior fermentación sólida como se detalla en la Tabla 8.

Para notar su diferencia y obtener el mejor tratamiento se tomó en cuenta la cantidad extraída de betaglucano por el peso de la biomasa cosechada de cada tratamiento.

Una vez obtenido esos datos se analizaron estadísticamente para notar si fueron paramétricos o no paramétricos. De tal manera que se asumió que su distribución fue normal, y si cumplieron con los supuestos de homogeneidad y de varianza. Lo cual nos permitió realizar un análisis ANOVA y con ello replicar en mayor cantidad el mejor tratamiento, esto fue determinado por la mayor concentración de β -glucano obtenida de cada tratamiento y con ello extraer la cantidad para formular los alimentos.

3.5.3. Tratamientos

Tabla 8. Tratamientos experimentales para el sustrato

TRATAMIENTO	CLAVE	CONTENIDO DEL SUSTRATO USADO
T1.1	A1B1C1	mezcla de 10g de sacarosa + 1,5g extracto de levadura + 175G de papa con 525 g de aserrín
T1.2	A1B1C2	mezcla de 10g de sacarosa + 1,5g extracto de levadura + 350g de papa con 350 g de aserrín
T2.1	A1B2C1	mezcla de 10g de sacarosa + 2,5g extracto de levadura + 175g de papa con 525 g de aserrín
T2.2.	A1B2C2	mezcla de 10g de sacarosa + 2,5g extracto de levadura + 350g de papa con 350g de aserrín
T3.1	A2B1C1	mezcla de 15g de sacarosa + 1,5g extracto de levadura + 175g de papa con 525g de aserrín
T3.2	A2B1C2	mezcla de 15g de sacarosa + 1,5g extracto de levadura + 350g de papa con 350g de aserrín
T4.1	A2B2C1	mezcla de 15g de sacarosa + 2,5g extracto de levadura + 175g de papa con 525g de aserrín
T4.2	A2B2C2	mezcla de 15g de sacarosa + 2,5g extracto de levadura + 350g de papa con 350g de aserrín
T5.1	C1	175g de papa con 525g de aserrín
T5.2	C2	350g de papa con 350g de aserrín

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.1. Cuantificación de β -glucanos obtenidos desde el cuerpo fructífero del hongo.

En la Tabla 9, son presentados los resultados acerca del rendimiento de los β -glucanos extraídos del hongo *Pleurotus ostreatus*, donde se observa que el tratamiento con mayor cantidad extraída de β -glucano fue el T 1.2, con una media de $1,418 \pm 0,02\text{g/g}$ y el que menor cantidad se obtuvo fue el T 3.2 con una media de $0,307 \pm 0,04\text{g/g}$ notando que hay diferencia significativa entre los tratamientos. Además, se observa que hay tendencia de incremento de β -glucano en los primeros tratamientos (T1.1; T1.2; T2.1; T2.2) que tienen una concentración de 2% carbohidratos más el 3 y 5% de nitrógeno dentro del sustrato; a diferencia de los tratamientos restantes que tienen el 3% de carbohidratos y nitrógeno respectivamente, el bajo valor de β -glucanos obtenidos en estos tratamientos es debido a que la concentración y biosíntesis de β -glucanos está ligado con varios factores como la disponibilidad de nutrientes, condiciones de crecimiento, especie, etapas de crecimiento y métodos de inoculación.

Con relación a esos factores se notó que los primeros tratamiento que tenían concentraciones altas de nitrógeno permitieron el desarrollo de óptimo del hongo para su posterior extracción del β -glucano, esto se debe, a que este elemento es un nutriente esencial para el crecimiento del hongo, ya que es un componente fundamental de los aminoácidos y permitió la síntesis de proteínas y enzimas, provocando el mejoramiento metabólico y el adecuado crecimiento micelial, permitiendo el desarrollo del cuerpo fructífero y con ello obteniendo una mayor concentración de β -glucanos de sus paredes celulares.

Tabla 9. Cantidad en gramos de β -glucano obtenido por cada 100g del hongo de cada tratamiento

Tratamientos	Cantidad obtenida	
T 1.1	1,309 \pm 0,26	g/100g ab
T 1.2	1,418 \pm 0,02	g/100g a
T 2.1	1,211 \pm 0,31	g/100g ab
T 2.2	1,052 \pm 0,40	g/100g b
T 3.1	0,339 \pm 0,06	g/100g b
T 3.2	0,307 \pm 0,04	g/100g b
T 4.1	0,412 \pm 0,01	g/100g b
T 4.2	0,466 \pm 0,02	g/100g b
T 5.1	0,478 \pm 0,34	g/100g b
T 5.2	0,683 \pm 0,21	g/100g b

En los tratamientos que se aumentó la melaza al 3%, se notó una baja concentración de β -glucano por motivos que este es un nutriente que dificulto el desarrollo óptimo del hongo en su etapa de fructificación, tal como explica Bakratsas et al. (2024) que los diferentes cultivos de *Pleurotus ostreatus* cuando son inoculados en medios con alto contenido de glucosa y otros azúcares producen un desbalance osmótico, provocando una presión osmótica mayor entre el medio donde se desarrolla el hongo y las células del micelio. Conllevando a que el hongo pierda turgencia y causando un estrés en su crecimiento, esto evita que se aprovechen otros nutrientes y se inhibe la producción enzimática, siendo estas las que permite que el hongo desdoble las moléculas complejas de lignina y celulosa necesarias para el crecimiento.

Tal que, el hongo al ser saprofito primario ha desarrollado una serie de mecanismos enzimáticos para lograr adaptarse a distintos medios para su sobrevivencia, por ende, por su propia evolución ha hecho que el hongo pierda la habilidad de aprovechar las moléculas de absorción rápida con la sacarosa. En su lugar estas sustancias provoquen efectos adversos como el estrés anteriormente mencionado (Zamora et al., 2023).

De tal manera, este problema de crecimiento se notó en el micelio al momento de colonizar el sustrato ya que reaccionó de una forma más tardía que los otros tratamientos, y el micelio al tener una mayor cantidad de azúcares en el sustrato no liberó de forma adecuada su enzima catalizadora para así realizar la síntesis de los nutrientes necesario para su óptimo crecimiento en la fructificación, como se puede observar en la Figura 4.



Figura 4. Cuerpo fructífero del hongo en sustrato con mayor concentración de carbohidratos

Avni et al. (2017) afirmaron que las diferentes composiciones del sustrato afectan en el contenido de estos bioactivos dentro del hongo y reportaron una concentración de 2,64g entre los dos compuestos de α y β -glucanos extraídos del *Pleurotus ostreatus*, siendo mayor a la concentración obtenida con respecto a la presente investigación. Ya que se optimizó el uso de residuos sólidos de la extracción del almidón papa, permitiendo que el crecimiento de este hongo y su posterior uso para la extracción de β -glucanos para aplicarlos en la industria alimentaria.

Por otra parte, el tipo de extracción realizado también es un factor que afecta a la cantidad de β -glucano obtenido, esta metodología de extracción es la primera vez que se aplica en hongos y se obtuvo un rendimiento entre 1% al 2% de β -glucano extraído referente al peso de la masa usada, en el cual sus valores son más bajos que en la investigación Gao et al. (2017) que usó esta técnica para la extracción de polisacáridos en algas, obteniendo un rendimiento del 17,51%, afirmando que la extracción se puede ver afectada por la complejidad de la pared celular y que este método afecta significativamente al peso molecular del bioactivo extraído.

4.1.2. Análisis fisicoquímicos del sustrato antes y después de la fermentación en estado sólido realizado por el *Pleurotus ostreatus*.

En las Tablas número 10 y 11 se observan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al sustrato con sus diferentes concentraciones de nutrientes, donde se notó cuáles fueron los nutrientes más consumidos por el hongo durante su crecimiento por el mejor tratamiento (T 1.2).

Tabla 10. Análisis fisicoquímicos realizados al sustrato antes de la empezar la fermentación.

Tratamientos	Antes de la fermentación								
	pH	Humedad %	Ceniza %	Acidez %	Tipo de análisis				
					Almidón mg/ml	Azúcares totales mg/g	Azúcares reductores mg/g	Proteína %	Nitrógeno %
T 1.1	7,53 ± 0,12 a	66,30±0,46 a	0,05±0,01 a	2,69±0,07b	0,03±0,01 a	0,04±0,04 a	0,03±0,03 a	2,40±0,16ab	0,38±0,03 bc
T 1.2	7,39 ± 0, 56 a	66,30±0, 36 a	0,10±0,01 a	2,99±0,04ab	0,03±0,02 a	0,04±0,01 a	0,04±0,01 a	3,46±0, 27 b	0,55±0,04 b
T 2.1	6,98±0,03 a	75,24±0,43 b	0,11±0,06 a	2,32±0,10b	0,24±0,04b	0,09±0,01 ab	0,04±0,06 a	2,21±0,51ab	0,35±0,08 b
T 2.2	7,00±0,03 a	66,23±0,35 a	0,08±0,01 a	1,72±0,16bc	0,41±0,03c	0,08±0,02 a	0,03±0,02 a	4,14±0,27 a	0,66±0,04 a
T 3.1	6,77±0,18 a	76,76±0,01b	0,05±0,01 a	2,45±0,19b	0,05±0,01 a	0,12±0,01ab	0,06±0,06 a	1,95±0,27c	0,31±0,04 c
T 3.2	6,94±0,02 a	76,47±0,01b	0,05±0,01 a	3,70±0,09 a	0,03±0,01 a	0,36±0,03 c	0,06±0,02 a	3,17±0,06 b	0,51±0,01 b
T 4.1	6,93±0,02 a	76,28±0,01b	0,26±0,04 a	1,60±0,03c	0,02±0,01 a	0,18±0,02 b	0,06±0,02 a	1,71±0,09c	0,27±0,01c
T 4.2	6,98±0,04 a	75,78±0,01ab	0,38±0,17 a	1,28±0,10c	0,02±0,01 a	0,14±0,02 b	0,09±0,01 a	2,14±0,15ab	0,34±0,02 bc
T 5.1	6,28±0,18 a	73,40±0,45ab	0,06±0,01 a	3,73±0, 25 a	0,01±0,01 a	0,11±0,02ab	0,05±0,01 a	2,44±0,38ab	0,39±0,06 b
T 5.2	6,53±0,05 a	77,35±0,26b	0,07±0,01 a	3,33±0,06 a	0,02±0,01 a	0,14±0,01b	0,09±0,04 a	2,88±0,19ab	0,46±0,03 b

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones ± la desviación estándar. Las codificaciones de T1.1, T1.2, ..., T5.5 corresponden a los diez tratamientos formulados del sustrato antes de la inoculación. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos realizados al sustrato después de la empezar la fermentación.

Tratamientos	Después de la fermentación								
	pH	Humedad %	Ceniza %	Acidez %	Tipo de análisis		Azúcares reductores mg/g	Proteína %	Nitrógeno %
					Almidón mg/ml	Azúcares totales mg/g			
T 1.1	5,78±0,13 bc	70,30±0,01bc	0,04±0,01a	2,27±0,07ab	0,02±0,03a	0,028±0,03ab	0,017±0,12ab	1,87±0,22ab	0,03±0,03c
T 1.2	7,65±0,34 b	66,05±0,01a	0,06±0,01a	2,08±0,06a	0,02±0,02a	0,015±0,08a	0,022±0,01 a	1,52±0,04a	0,24±0,01a
T 2.1	8,52± 0,05 ab	75,57 ± 0,01c	0,05±0,01a	2,44±0,10ab	0,02±0,01a	0,035±0,02ab	0,012±0,02b	1,90±0,19ab	0,30±0,03 ab
T 2.2	9,18±0,07 a	64,26 ± 0,01b	0,04±0,01a	1,59±0,09c	0,03±0, 12a	0,066±0,02c	0,009±0,01c	3,16±0,12b	0,51±0,02 b
T 3.1	8,50 ± 0,03 ab	76,36±0,01bc	0,02±0,01a	0,91±0,16c	0,01± 0,01a	0,012±0,01a	0,031±0,08ab	0,40±0,23c	0,06±0,04 c
T 3.2	4,47 ± 0,02 c	72,42 ±0,01 bc	0,03±0,01a	1,16±0,33c	0,01±0,01a	0,014±0,04a	0,045±0,06b	1,09±0,35bc	0,17±0,06 ab
T 4.1	8,65 ± 0,14 b	72,41 ±0,01bc	0,06±0,01a	0,97±0,14c	0,01±0,01a	0,104±0,01bc	0,038±0,01ab	0,80±0,26bc	0,13±0,04 bc
T 4.2	5,09±0,04 bc	75,69 ±0,01bc	0,06±0,01a	5,15±0,08bc	0,01±0,01a	0,120±0,01bc	0,047±0,02b	1,17±0,25ab	0,19±0,04ab
T 5.1	5,67±0,09 bc	77,05±0,41c	0,02±0,01a	0,13±0,01 c	0,01±0,04a	0,012±0,02 a	0,028±0,08ab	1,35±0,08ab	0,22±0,01ab
T 5.2	6,00±0,11 bc	74,10±0,01 bc	0,03±0,01a	4,12±0,30bc	0,02±0,01a	0,025±0,02ab	0,055±0,03b	1,14±0,16ab	0,18±0,02 ab

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones ± la desviación estándar. Las codificaciones de T1.1, T1.2, ..., T5.5 corresponden a los diez tratamientos formulados del sustrato antes de la inoculación. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%

Los análisis de pH en el medio permitieron determinar el cambio de acidez que tuvo durante todas las fases de crecimiento del hongo, por el cual se nota que en el mejor tratamiento se mantuvo un estado de pH entre $7,39 \pm 0,56$ y $7,65 \pm 0,34$, antes y después de la fermentación sin haber diferencia significativa, permitiéndonos controlar de esta manera la compactación del sustrato, ya que los cambios de acidez se producen por las secreciones de enzimas peroxidasas y lacasas a partir del momento que empieza la fermentación con el micelio, y realiza la desintegración de los nutrientes dentro del sustrato para su posterior absorción por el cual esto se controló con el uso del cloruro de calcio (Pineda et al., 2014).

Pero Díaz et al., (2019) afirman que este tipo de hongo crece con un pH de 4,5 a 7 con un óptimo de 6.5, dependiendo de la calidad de sustrato. En la presente investigación el hongo se desarrolló a un pH neutral dando como resultado que el hongo se demore más tiempo en el desarrollo de sus primordios y cuerpo fructífero como lo demostró Yaillet et al. (2018) que al trabajar con pH alcalinos disminuye la actividad enzimática por aumento de proteasas y por ende alargando el tiempo de crecimiento del hongo.

En el análisis de humedad se notó un consumo desde $78,30 \pm 0,36$ al $66,05 \pm 0,01\%$, demostrando que la cantidad de agua usada disminuyó durante el proceso de inoculación del micelio, al momento de la colonización de hifas, porque al momento de la etapa de fructificación el hongo absorbe y consigue agua de la humedad relativa del ambiente. Tal y como afirma Díaz et al. (2019) que obtuvo una humedad del sustrato entre el 60 a 70% para que las hifas de la cepa puedan distribuirse y liberar sus enzimas para comenzar el compostaje del sustrato, mientras que la humedad relativa del ambiente se mantuvo de 80 a 90% manteniendo alta disponibilidad de agua para el crecimiento y aumento del tamaño del himenio que forma todo el sobrero del hongo (Mor Llombart, 2021).

En el análisis de ceniza se obtuvo una media de $0,10 \pm 0,01$ antes de realizar el cultivo y de $0,06 \pm 0,01$ después de la cosecha del hongo, por el cual no hay cambios significativos en el consumo. Por ende, el consumo de macro y microelementos para el desarrollo del hongo como potasio, fósforo, magnesio y calcio no son evidentes en este tipo de sustrato que se usó en esta investigación, como explica Vega & Franco, (2012) en sus resultados que el contenido de ceniza es dependiente del tipo de sustrato en el que crecen porque ayudan la estructura de células fúngica y el micelio

porque los microelementos son activadores enzimáticos participando en sintetizando las vitaminas para el fortalecimiento de los primordios durante la etapa de crecimiento (Carrera Rosales, 2021).

En los análisis sobre el contenido de almidón se obtuvo un valor de $0,030 \pm 0,02$ % antes de la de la inoculación, y después de la cosecha un valor de $0,020 \pm 0,002$ %, en dónde no hay cambio significativo. Pero Mor Llombart. (2021) en sus resultados de 8.82 y de 6.79 %, aclara que el hongo necesita de la presencia del almidón como fuente de energía para la formación de los primordios.

Por otra parte, en los resultados del contenido de azúcares totales se reportó un valor de $0,036 \pm 0,001$ antes de la de la inoculación, y después de la inoculación un valor de $0,015 \pm 0,001$, donde existió un cambio significativo entre sí, como Rojas et al, (2011), obtuvieron en sus resultados una disminución del 7,4 al 2,6 % después de la cosecha, demostrando que el hongo necesita de los azúcares totales dentro del sustrato, como fuente de energía primaria para realizar el desdoblamiento de moléculas más complejas. De la misma manera son precursores de varias rutas biosintéticas, como la síntesis de polisacáridos estructurales como la quitina que es un componente principal de la pared celular del hongo (De Mastro et al., 2023).

Mientras que los resultados de azúcares reductores se encontraron valores de $0,036 \pm 0,001$ antes de la de la inoculación, y después de la cosecha un valor de $0,022 \pm 0,001$, donde no existió alguna diferencia significativa, no obstante estos valores fueron similares a los resultados se reflejados por Peña, (2018) en donde obtuvieron 15.79-13.56 % de azúcares reductores, sin obtener cambio significativos dentro del sustrato sólido después de la cosecha, cabe recalcar que los hongos si necesitan de los azúcares totales, para ayudar a metabolizar e incorporar los compuestos de celulosa.

En los análisis de proteína se obtuvieron valores de $3,46 \pm 0,27$ y $1,52 \pm 0,04$ %, antes y después de la cosecha respectivamente, demostrando que, si hay un cambio significativo y un gran consumo de este nutriente para su desarrollo y crecimiento del hongo. Con ello los resultados de proteína son similares a los de Roblero et al. (2021) que en sus análisis bromatológicos obtuvieron valores de proteína que van del 8.21 a 2.54 %, ya que los sustratos que analizaron contenían, pulpa de café, pasto pangola, y olote de maíz, siendo estos componentes una gran fuente de proteínas dentro del sustrato y nutriendo al micelio para poder desarrollarse en todas sus etapas.

Se resalta que el contenido de nitrógeno y de proteína en el sustrato, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para la colonización del micelio y la adecuada formación del cuerpo fructífero. Con este principal nutriente Vega et al. (2019), explica que las proteínas conjunto con el nitrógeno orgánico permiten el intercambio de nutrientes y oxígeno con el medio, permitiendo crecer al hongo y mejorar sus características fisiológicas.

Los resultados del contenido de nitrógeno dentro del sustrato se obtuvo medias de $0,55 \pm 0,04$ y $0,24 \pm 0,01\%$, tanto antes y después de la cosecha respectivamente, habiendo un cambio significativo entre ellos, pero siendo bajos a comparación de los valores obtenidos por Ruilova et al. (2014) entre el 0,77 y 1,29 %, de este nutriente se puede obtener una mayor eficiencia biológica para el cultivo del hongo, ya que usaron residuos agroindustriales como la lenteja, bagazo de caña de azúcar, paja de cebada y cascarilla de arroz.

Finalmente cabe explicar que al realizar cultivos de *Pleurotus ostreatus* Salcedo et al. (2018) afirman que se debe tener las condiciones adecuadas como temperatura, humedad y luz; además, de los nutrientes necesarios para su crecimiento micelial y cuerpo fructífero, y que hay que tener un manejo completamente aséptico para evitar el crecimiento de otros microorganismos dentro del sustrato.

4.1.3. Análisis fisicoquímicos del β -glucano purificado

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al β -glucano puro extraído de hongo *Pleurotus ostreatus* se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Análisis fisicoquímico al β -glucano

β -glucano	
Tipo de análisis	Resultados
pH	$3,89 \pm 0,30$
Húmeda %	$5,57 \pm 0,32$
Ceniza %	$0,21 \pm 0,01$
Acidez %	$0,28 \pm 0,18$
Proteína %	$0,53 \pm 0,05$
Nitrógeno %	$0,27 \pm 0,01$
Azúcares totales (mg/g)	$86,51 \pm 0,163$
Azúcares reductores (mg/g)	$16,17 \pm 0,243$

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones \pm la desviación estándar

Los resultados fisicoquímicos de ceniza y proteína obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados por León. (2021) obtuvo valores de ceniza de $0,21 \pm 0,1\%$ y de proteína de $0,53 \pm 0,05 \%$, mientras que en la investigación antes mencionada obtuvo valores de $0,20 \pm 0,1\%$ y $0,76 \pm 0,5\%$, de ceniza y proteína respectivamente. Estos valores variaron por motivo de la calidad del sustrato usado como el rastrojo de maíz y paja de avena en porciones 10:1, aportando con una gran cantidad de proteína y nitrógeno a la composición del β -glucano.

En los valores de pH y acidez se obtuvieron valores de $3,89 \pm 0,30$ y $0,28 \pm 0,18$, respectivamente, siendo similares a otro polisacárido, como reporta Paredes et al. (2015) en su investigación que obtuvieron valores entre los 3,8 y 4,5 en pH, y de la misma manera Cedulio et al., (2020) en sus análisis bromatológicos consiguió valores de acidez titulable de 0,3120 y 0,0760. Afirmando que entre polisacáridos su composición es similar, para tener estabilidad y solubilidad más homogénea, al momento de aplicarlos en alguna estructura alimenticia. El pH y la acidez son factores que se ven afectados pueden llevar a la despolimerización del bioactivo, también puede producir cambios estructurales en la conformación de enlaces β -1,3 y β -1,4 y con ello se pueden alterar sus propiedades funcionales como la capacidad de formación de geles y efecto antioxidante entre otros. (Gallotti et al., 2022)

4.1.4. Formulación estandarizada de los alimentos incluyendo al β -glucano puro.

En las Tablas 13 y 14 se presentan las proporciones de ingredientes usados para la elaboración de la mermelada y la bebida de Jamaica.

Tabla 13. Formulación con % de ingredientes usados en la mermelada.

Pulpa de fruta	Azúcar	Ácido cítrico	β -glucano
			0,5 %
75 %	24 %	0,2 %	1 %
			1,5 %

Tabla 14. Formulación con % de ingredientes usados en la bebida de Jamaica.

Formulación bebida de Jamaica			
Flor de Jamaica	Azúcar	Gel de sábila	β -glucano %
			0,5
9g	65g	73g	1
			1,5

4.1.5. Análisis sensorial de la bebida de flor de Jamaica

En la Tabla 15 se presentan los resultados estadísticos del análisis sensorial de la bebida de flor de Jamaica, con una escala hedónica de 5 puntos donde 1 es me disgusta mucho y 5 es me gusta mucho, y se puede evidenciar que en los parámetros de color, sabor y viscosidad son iguales, mientras que el aroma si tuvo diferencia significativa (p -valor $<$ 0,05), dando como resultados que el mejor tratamiento fue el (453) correspondiente al 0,5% de β -glucano aplicado. Indicando que el panel sensorial consultado acepto y notó el cambio en el aroma de la bebida, mas no en los otros parámetros consultados.

Tabla 15. Evaluación sensorial de la bebida de Jamaica

Tratamiento	Propiedad sensorial			
	Color	Aroma	Sabor	Viscosidad
T1 (453)	4,08 a	3,67 b	3,54 a	3,19 a
T2 (236)	3,81 a	3,31 ab	3,27 a	3,40 a
T3 (291)	3,62 a	3,23 a	3,23 a	3,31 a

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

En la presente investigación por obtener el rango de medias más altas se escogió como mejor tratamiento al (453), ya que fue el que obtuvo mayores niveles de aceptación general. Así como Salous et al., (2017) en su investigación solo obtuvieron diferencias significativas en su tratamiento 2, solo en la propiedad color, mientras tanto en los atributos de aroma, textura y sabor no demostraron diferencias significativas, terminando por optar que el mejor tratamiento es el T3 correspondiente al resultado de mayor aceptación global entre los panelistas consultados.

4.1.6. Análisis sensorial de la mermelada de granadilla.

En la Tabla 16 se presentan los resultados estadísticos del análisis sensorial de la mermelada de granadilla, donde se puede evidenciar que en los parámetros de aroma y sabor son iguales, mientras que el color y la viscosidad si tuvo diferencia significativa (p -valor $<$ 0,05), dando como resultados que el mejor tratamiento fue el (127) correspondiente al 1,5% de β -glucano aplicado. Indicando que el panel sensorial consultado acepto y notó los cambios producidos en el color y viscosidad en la mermelada por la aplicación del β -glucano.

Tabla 16. Evaluación sensorial de la mermelada de granadilla

Tratamiento	Propiedad sensorial			
	Color	Aroma	Sabor	Viscosidad
T1 (278)	3,81 a	3,42 a	3,73 a	3,94 b
T2 (407)	3,44 ab	3,40 a	3,50 a	3,33 b
T3 (127)	3,25 b	3,54 a	3,85 a	4,02 a

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

Los resultados indican que la adición del β -glucano aplicado a la mermelada produce cambios de color y aumenta su viscosidad, mientras que los otros parámetros se mantienen sin ningún cambio significativo. Esto se debe a que la composición de la mermelada el parámetro del color cambia porque el β -glucano tiene un color oscuro dándole una tonalidad más opaca al color natural de la granadilla, y por otra parte los cambios producidos en la viscosidad son aportados por las propiedades funcionales de este bioactivo con la formación de puentes de hidrogeno.

Con respecto a las otras propiedades no hay diferencias significativas, debido a que en la formulación se estableció cantidades exactas de azúcar y pulpa, manteniendo las características naturales de la mermelada.

En la presente investigación la evaluación sensorial es fundamental ya que se necesitó evaluar los cambios funcionales del β -glucano en los alimentos con la percepción sensorial de las personas. Tomando en cuenta ese principio los resultados obtenidos son similares a los que Palacios et al., (2024), reportó sus resultados y obtuvo valores iguales en el análisis sensorial de la mermelada de maracuyá, en los atributos de color y textura siendo significativamente diferentes (p -valor $< 0,05$), y por otra parte en el atributo sabor y olor no existió diferencias significativas.

4.1.7. Análisis reológico y antioxidante en los alimentos

4.1.7.1. Efectos antioxidantes en la bebida de flor de Jamaica

En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos para la bebida de flor de Jamaica desarrollada, obteniéndose un resultado de $65,0251 \pm 1,02$ % en la bebida sin β -glucano y un $84,3325 \pm 1,26$ % con β -glucano, obteniéndose un incremento del 30 % de actividad antioxidante.

Tabla 17. Análisis de efecto antioxidante sobre la bebida de flor de Jamaica

Capacidad antioxidante		Unidad
Bebida sin β -glucano	65,02 \pm 1,02	% DPPH
Bebida con β -glucano	84,33 \pm 1,26	% DPPH

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones \pm la desviación estándar

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Nguyen & Chuyen., (2020), quienes reportaron un valor de 73,3 %, en un té de flor de Jamaica a la cual se le atribuye dicha capacidad, mientras que Ramírez Anguiano (2009) explica que dicho hongo tiene una buena capacidad antioxidante (82.5) %, entonces, se inferir que al momento de agregarlo a la bebida de Jamaica la aportaría capacidad antioxidante en consecuencia se tendría un alimento funcional, que al consumirlo tiene la capacidad de frenar las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales se originan los nocivos radicales libres.

4.1.7.2. Efectos reológicos en la mermelada de granadilla

En la Tabla 18 se presentan los valores de los índices de consistencia (k), índice de flujo (n) y su coeficiente de determinación (R^2), realizados a la mermelada.

Tabla 18. Resultados estadísticos sobre el esfuerzo cortante

Esfuerzo cortante	k	n	R^2
Control	3,54433	0,48159	0,99954
β -glucano	6,6752	0,69264	0,99998

Como se puede notar el β -glucano aporta con el aumento del índice en la consistencia (k) de la mermelada con un valor de 6,6752 Pa*sⁿ, esto se produce por sus propiedades moleculares, ya que en el final de sus ramificaciones de grupo β -1,6 y β -1,9 cuenta con un grupo funcional hidroxilo (-OH) que este actúa como donante y receptor de hidrogeno, y cuando está dentro de un medio con líquido en este caso la mermelada va uniéndose a otras moléculas de agua formando los puentes de hidrogeno (Vázquez, 2012).

En el reograma (Figura 5) se indica el índice de flujo o comportamiento, donde (n) de 0,69264 s⁻¹ siendo ($n < 1$), de esta manera se notó que el fluido disminuye su viscosidad con el aumento de la tasa de corte, por lo tanto, se determina que es un fluido

pseudoplástico, ya que la mermelada se adelgaza al aumentar la velocidad de deformación (Tinoco, 2016).

Con los ajustes de los valores tabulados dentro la Figura 5, se observa la curva de viscosidad se ajusta con un R^2 de 0,99998 con la ecuación de Herschel-Bulkley.

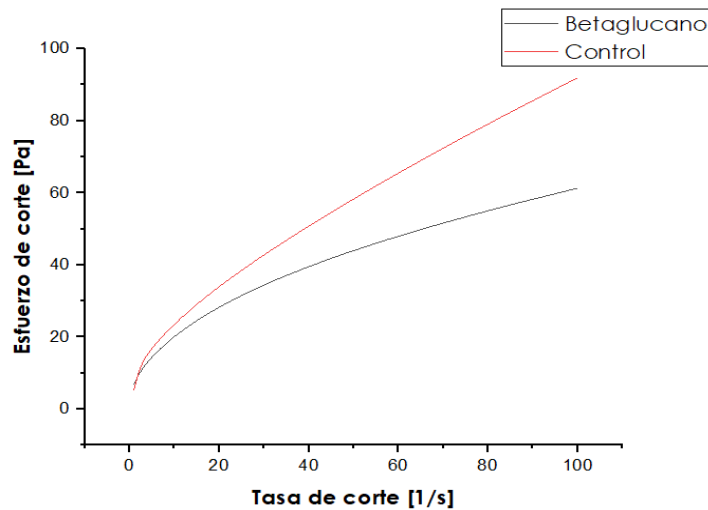


Figura 5. Reograma sobre Tasa de corte vs Esfuerzo de corte

El reograma permitió analizar de forma más sencilla el cambio de viscosidad entre los dos fluidos, y se evidencio que existe una diferencia de viscosidades entre las muestras con y sin β -glucano, afirmando con los valores de consistencia e índice de fluidez que la aplicación de β -glucano a la mermelada de granadilla si aumento en su viscosidad.

En la Figura 6, se presentan los resultados de viscosidad a diferentes tasa de corte, tanto para la muestra con β -glucano y la muestra control. Evidenciando que la viscosidad disminuye a medida que aumenta la tasa de corte.

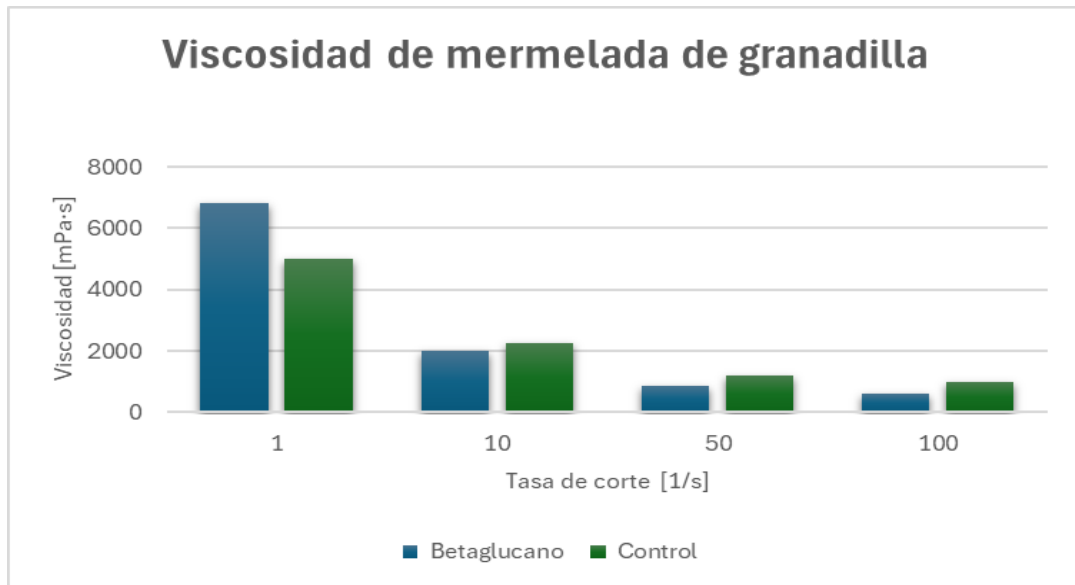


Figura 6. Histograma de comparación de viscosidad entre muestras con betaglucano y muestra control

Con estos resultados se afirma que el tipo de fluido obtenido es de tipo pseudoplástico, donde la estructura interna del fluido se altera con el aumento del cizallamiento, esto permite comprender que la mermelada tuvo un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento, debido a la adición del β -glucano que aporó un mejoramiento en la estabilidad y aumento la viscosidad dentro del alimento.

Como primer cambio se notó que a una tasa de corte de 1/s la viscosidad de la muestra con β -glucano es más alto con un valor de 6796 (mPa*s) en comparación a la muestra control con 4980 (mPa*s), esto es producido por características de los β -glucano como la higroscopicidad que ayuda a absorber y retener grandes cantidades de agua, también por su estructura en las cadenas glucosa con enlace β -1,3 y β -1,6 que interactúan con moléculas proteicas, lipídicas y de otros polisacáridos, con la finalidad de aumentar la viscosidad y mejorar la textura final en la matriz alimenticia aplicada (Ocampo, 2018).

Los resultados encontrados fueron mayores a los obtenidos por Bazan. (2019), quien reporto valores de viscosidad de 222,90 (mPa*s), y de índice de flujo entre los 0,2599 a 0,7333 s⁻¹, esto para mermeladas de "camu camu", siendo esta una fruta que naturalmente no contiene pectina natural interna.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En los análisis fisicoquímicos se mostraron pocas variaciones en aquellos componentes como ceniza, proteína, nitrógeno, pH, azúcares totales y reductores, como se notó antes de la inoculación del hongo se tenían valores altos y después de la cosecha del hongo se observó que el hongo se alimentó del sustrato bajando así los valores de los nutrientes y minerales concluyendo así que el hongo depende mucho de los sustratos para generar el micelio y así dar paso a una biomasa estable.
- Una vez realizada la extracción del β -glucano se evidenció que la formulación de sustratos del tratamiento T1.2, que contenía 10g de melaza, más 1,5g de extracto de levadura en una mezcla de 50% de aserrín y 50% cascara con pulpa de papa, usados para su crecimiento permitieron que el hongo tenga un buen desarrollo, dando paso a la obtención de este bioactivo en 1,418 g/ml siendo mejor rendimiento logrado.
- Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al β -glucano extraído permitieron asegurar su calidad y evaluar sus propiedades funcionales, permitiéndonos determinar que los β -glucanos extraídos son adecuados para el uso en la aplicación de los alimentos formulados.
- Al momento de agregar el β -glucano extraído del hongo *Pleurotus ostreatus* a la bebida de flor de Jamaica y a la mermelada de granadilla, se obtuvo como resultado que este bioactivo aumento la capacidad antioxidante de la bebida en un 30%, mientras que en la mermelada le apporto un aumento su viscosidad de 3,544 Pa*sⁿ a 6,675 Pa*sⁿ
- En los resultados de la evaluación sensorial indican que el uso de los β -glucanos en ambos productos tuvo efecto positivos en los aspectos sensoriales del sabor, color y viscosidad. En la bebida de flor de Jamaica, los β -glucanos

contribuyeron a una viscosidad más suave y mayor estabilidad, mejorando la experiencia de consumo sin alterar significativamente el sabor. Por otra parte, en la mermelada de granadilla los β -glucanos aumentaron la viscosidad por su capacidad de retención de agua, resultado en una textura más firme y homogénea.

5.2. RECOMENDACIONES

- La semilla del hongo *Pleurotus ostreatus* se debe conseguir de un buen centro de investigación en donde se dé una certificación de la calidad del hongo, el cual se la debe replicar en semillas cebada previamente humedecidas y esterilizadas que al momento de agregar el hongo en las semillas se pueda poner en incubación para que así germine en hongo en las semillas de cebada y poder tener una buena cantidad de semillas de buena calidad.
- Para la elaboración de los sustratos se debe tener en cuenta que la mezcla se los sustratos deben ser de la manera más adecuada y aséptica para poner agregar la semilla del hongo y estos deberán contener los nutrientes necesarios y una cantidad de agua adecuada para que así el hongo pueda fructificar obtener cuerpos frutíferos de gran tamaño.
- Al momento de realizar la mezcla de los componente del sustrato formulado, realizar por partes separadas los líquidos y los sólidos, de esa manera no se causa algún cambio en la cantidad de agua requerida para humedecer el sustrato.
- Respetar las condiciones, tiempos y temperaturas al momento de la incubación y crecimiento del hongo, para lograr obtener el tamaño deseado al momento de la cosecha.
- En la cámara de fructificación tiene que ser totalmente sellada para evitar la entrada de insectos como mosquitos u hormigas, con se evita la contaminación y un posible daño al cuerpo del hongo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2021). *Tipos de flor de Jamaica - Características, usos y nombres*. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-flor-de-jamaica-3465.html>
- Alfredo Osorio-Oviedo, Á. (2019). Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela Sensory analysis tests for the development of infant cereal products in Venezuela. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 13, 27–37. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21791.51361>
- AOAC 978.02, Abrams, D., Metcalf, D., & Hojjatie, M. (2014). Determination of Kjeldahl nitrogen in fertilizers by AOAC official method SM 978.02: Effect of copper sulfate as a catalyst. En *Journal of AOAC International* (Vol. 97, Número 3, pp. 764–767). AOAC International. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.13-299>
- AOAC 2000. (2007). *GRASA (Cruda) O EXTRACTO ETÉREO EN HARINAS*.
- Araya L, H., & Lutz R, M. (2003). ALIMENTOS FUNCIONALES Y SALUDABLES. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8–14. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182003000100001>
- Ávila Núñez, R., Rivas Pérez, B., Motzezak, R. H., & Chirinos, M. (2012). Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en Agave cocui Trelease Content of total, Reducing and Non-Reducing Sugars in Agave cocui Trelease. *MULTICIENCIAS*, 12, 129–135.
- Avni, S., Ezove, N., Hanani, H., Yadid, I., Karpovsky, M., Hayby, H., Gover, O., Hadar, Y., Schwartz, B., & Danay, O. (2017). Olive mill waste enhances α-glucan content in the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/ijms18071564>
- Bakratsas, G., Antoniadis, K., Athanasiou, P. E., Katapodis, P., & Stamatis, H. (2024). Laccase and Biomass Production via Submerged Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Using Wine Lees. *Biomass (Switzerland)*, 4(1), 1–22. <https://doi.org/10.3390/biomass4010001>

- BAZAN COLQUE, R. J. (2019). "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN REOLÓGICA DE MERMELADA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh).
- Bernarda, R., Cueva, F. A., Galarza, B., Oviedo, R., & Mazacón, R. (2020). PDF visualización del fichero jleon, Libro Hongos comestibles.pdf. <http://libros.utb.edu.ec/index.php/utb/catalog/view/53/32/142-1>
- Caiza, E. (2019). Los hongos se abren paso en la gastronomía ecuatoriana - El Comercio. <https://www.elcomercio.com/tendencias/especies-hongos-recetas-gastronomia-ecuador.html>
- CÁRDENAS LEÓN, I. M. (2015). RESPUESTA DEL CULTIVO DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA CON TRES BIOESTIMULANTES A TRES DOSIS EN LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ. TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA ILIANA MARISOL CÁRDENAS LEÓN QUITO-ECUADOR 2015.
- Carolina Rojas Pérez, L., Piñeros-Castro, Y., Enrique Velásquez Lozano, M., & Tadeo Lozano, J. (2011). Producción de azúcares fermentables a partir de fibra prensada de palma de aceite pretratada biológicamente por *Pleurotus ostreatus* y *Phanerochaete chrysosporium*. *Revista ION*, 24(2), 29–35. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2011000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Carrera Rosales, L. R. (2021). EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE DIFERENTES SUSTRATOS DE ORIGEN ARBÓREO. BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.
- Cedulio, E., Garavito, Á., Cerquera, J. P., & Guerrero, B. G. (2020). Extracción y caracterización de pectina a partir de residuos de cáscaras de piña (*Ananas comosus*) por el método de hidrólisis ácida *Extraction and characterization of pectin from residues of pineapple shells (Ananas comosus) by the acid hydrolysis method*.
- Cruz, D. J., Capa Mora, E. D., & Benitez Chavez, A. R. (2020). Producción y valor proteico de *Pleurotus ostreatus* en la región sur de Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(3). <https://doi.org/10.18272/aci.v11i3.1467>
- De Mastro, F., Traversa, A., Matarrese, F., Coccoza, C., & Brunetti, G. (2023). Influence of Growing Substrate Preparation on the Biological Efficiency of *Pleurotus ostreatus*. *Horticulturae*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040439>
- DÍAZ CAUSIL, Y. M. (2020). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AZÚCARES, PROTEÍNAS Y NITRÓGENO PRESENTES EN MEDIOS DE CULTIVOS MODIFICADOS PARA EL CRECIMIENTO in vitro DEL HONGO *Colletotrichum* sp FITOPATÓGENO DEL ÑAME (*Dioscorea alata*) EN MONTERÍA-CÓRDOBA. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA .
- Díaz Godines, R. (2009). EFECTO DEL pH INICIAL DE DESARROLLO DE *Pleurotus ostreatus* EN FERMENTACIÓN SUMERGIDA SOBRE SU ACTIVIDAD DE LACASAS.

- Díaz Muñoz, K., Guajardo, M. C., Alberto, C., Torres, L., Luis, & Gil Ramírez, A., Betzabet, C., Vásquez, B., & Cabos Sánchez, J. (2019). Production of *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 grown on different waste lignocellulosic. *Arnaldoa*, 26(3), 1177–1184. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26322>
- Duarte Trujillo, A. S., Pineda Insuasti, J., & García Juárez, M. (2018). Beta-Glucanos de *Pleurotus* y sus efectos en la salud Beta-Glucanos de *Pleurotus* y sus efectos en la salud. *REVISTA BIORREFINARRÍA*. https://www.researchgate.net/publication/330725752_Beta-Glucanos_de_Pleurotus_y_sus_efectos_en_la_salud_Beta-Glucans_from_Pleurotus_and_its_effects_on_health
- Escuela Latinoamericana de Innovación Agroalimentaria. (2018). Los beneficios de consumir la Granadilla - Escuela ELIA. Escuela Latinoamericana de Innovación Agroalimentaria. <https://escuelaelia.org/blog/los-beneficios-de-consumir-la-granadilla/>
- Espinosa, F. (2018). El poder de... La flor de jamaica - El Poder del Consumidor. <https://elpoderdelconsumidor.org/2018/10/el-poder-de-la-flor-de-jamaica/>
- Esther González, L. P., Giraldo Giraldo, G. A., Titular, P., Duque, A. L., & Asistente, P. (2011). PERIODO DE COSECHA Y MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL HONGO COMESTIBLE *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM HARVEST AND CONSERVATION METHOD *PLEUROTUS OSTREATUS* EDIBLE MUSHROOM (JACQ.) P. KUMM.
- Flores Vera, M. E. (2021). "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL HONGO OSTRÁ (*PLEUROTUS OSTREATUS*). UNIVERSIDAD SALESIANA DE CUENCA.
- Fraisoro. (2021). MÉTODO DE ANÁLISIS SENSORIAL DEL PANEL DE CATA DE SAGARDOA.
- FRANCO PEÑA, K. S. (2018). PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* EN.
- Gallotti, F., Turchiuli, C., & Lavelli, V. (2022). Production of stable emulsions using β -glucans extracted from *Pleurotus ostreatus* to encapsulate oxidizable compounds. *Journal of Food Process Engineering*, 45(7). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13949>
- Gao, J., Lin, L., Sun, B., & Zhao, M. (2017). A comparison study on polysaccharides extracted from: *Laminaria japonica* using different methods: Structural characterization and bile acid-binding capacity. *Food and Function*, 8(9), 3043–3052. <https://doi.org/10.1039/c7fo00218a>
- García, C. (2008). Manual de manejo Cosecha y Poscosecha de Granadilla. Agrosavia. www.produmedios.com

- Gonzales, Z. A. I., & Mamani, G. L. (2021). EXTRACCION DE BETA-GLUCANO DEL HONGO (*Suillus Luteus Boletus*), POLISACARIDO CON POTENCIAL USO EN ALIMENTOS.
- GONZALEZ, D. M. I. (2016). ALIMENTOS FUNCIONALES OBTENIDOS A PARTIR DE HONGOS NUTRACEÚTICOS.
- González Santamaría, P. A. (2015a). Efecto de la utilización de los β -glucanos del salvado de la cebada en las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia "tipo alfajor". <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9373/1/AL%20561.pdf>
- González Santamaría, P. A. (2015b). "Efecto de la utilización de los β -glucanos del salvado de la cebada en las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia "tipo alfajor".
- Grellet, C., Alejandra, M., Luis Aráoz Martínez, J., Gusils, C., & Zossi, S. (2015). Validación de metodología para determinación de azúcares reductores totales en vinos fermentados.
- Guzmán, Bernal L. (2017). 5 razones para incluir La Granadilla en nuestra dieta. <https://www.foman.com.co/5-razones-para-incluir-la-granadilla-en-nuestra-dieta/>
- Hasan, G. Q., & Abdulhadi, S. Y. (2022). Molecular Characterization of Wild *Pleurotus Ostreatus* (MW457626) and Evaluation of b-glucans Polysaccharide Activities. *Karbala International Journal of Modern Science*, 8(1), 52–62. <https://doi.org/10.33640/2405-609X.3204>
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. (2016). Granadilla: cultivo emergente en el estado de chiapas. Universidad autonoma agraria antonio narro.
- INEN 0526. (2012). "NTE INEN 0526: Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno". https://archive.org/stream/ec.nte.0526.1981/ec.nte.0526.1981_djvu.txt
- Lage-Yusty, M., & Simal-Lozano, J. (2014a). Determinación de almidón en alimentos. <https://www.researchgate.net/publication/235700249>
- Lasso, G. D. E. (2019). FORMULACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A BASE DE HONGO OSTRÁ (*Pleurotus ostreatus*).
- León Avendaño, L. (2021). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE β -GLUCANOS EXTRAÍDOS A PARTIR DE *Pleurotus ostreatus*.
- Medez Carpio, L. (2017). "EXTRACCIÓN DE b-GLUCANO DE *Pleurotus pulmonarius* DESHIDRATADO PARA LA FORMULACIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS [Instituto Tecnológico de Orizaba]. http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/302/Laura_Mendez_Carpio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Se promueve cultivo de Jamaica en El Oro – Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/se-promueve-cultivo-de-jamaica-en-el-oro/>
- Mirończuk-Chodakowska, I., Kujawowicz, K., & Witkowska, A. M. (2021). Beta-glucans from fungi: Biological and health-promoting potential in the covid-19 pandemic era. *Nutrients*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/NU13113960>
- Molina C, & Espín N. (2014). Obtención de Extractos Enzimáticos con Actividad Ligninolítica y Celulolítica a partir del Crecimiento del Hongo *Lentinusedodesen* Aserín Tropical. En *REVISTA EPN* (Vol. 33, Número 2).
- Mor Llombart, P. (2021a). EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO CON *PLEUROTUS OSTREATUS* EN LAS PROPIEDADES DE LA QUINOA. www.etsiamn.upv.es
- Morales, P. G. C. (2014). INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TURISMO Y HOTELERÍA "RECETARIO A BASE DE GRANADILLA COMO PRIMERA FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA BEBÉS DE 6 MESES A 2 AÑOS DE EDAD" Trabajo de Investigación previo a la obtención del título de Tecnólogo en Gastronomía.
- Nguyen, Q. V., & Chuyen, H. Van. (2020). Processing of Herbal Tea from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.): Effects of Drying Temperature and Brewing Conditions on Total Soluble Solid, Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Sensory Quality. *Beverages* 2020, Vol. 6, Page 2, 6(1), 2. <https://doi.org/10.3390/BEVERAGES6010002>
- NTE INEN 0518. (2013). NTE INEN 0518: Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Descarga gratuita, préstamo y streaming: Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.0518.1981/page/n1/mode/2up>
- NTE INEN 0519. (1981). Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína.
- NTE INEN 520. (1980). HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACION DE CENIZA. <https://www.studocu.com/ec/document/unidad-educativa-villa-florida/matematicas/520-excelente-guia-de-estudio/29701768>
- Ocampo, R. D. (2018). Reología aplicada a sistemas alimentarios s Grupo de capacitación e investigación pedagógica.
- Palacios, D. A., Palacios, P. M., & Sosa-León, J. L. (2024). Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de la mermelada de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y camote, Piura. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(1), 34–41. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20241.968>
- Paredes, J., Hernández, R., & Cañizares, A. (2015). Efecto del grado de madurez sobre las propiedades fisicoquímicas de pectinas extraídas de cascos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Idesia (Arica)*, 33(3), 35–41. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000300006>

- Pineda-Insuasti, C., Amílcar, J., Ramos-Sánchez, ;, Beltrán, L., Soto-Arroyave, ;, & Patricia, C. (2014). Producción de *Pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido: una revisión. 48(2), 13–23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131465002>
- Pizarro C., S., Ronco M., A. M., & Gotteland R., M. (2014a). β -glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? *Revista chilena de nutrición*, 41 (4), 439–446. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000400014>
- Pizarro, S. C., Ronco, A. M. M., & Gotteland, M. R. (2014). β -glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v41n4/art14.pdf>
- Ramírez Anguiano, C. A. (2009). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES BIOACTIVAS DE HONGOS COMESTIBLES PARA EL DISEÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS FUNCIONALES.
- Reinoso Molinero, L. G. (2015). "VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ" [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2267/1/T-UTEQ-0038.pdf>
- Roblero-Mejía, D. O., Aguilar-Marcelino, L., Sánchez, J. E., Roblero-Mejía, D. O., Aguilar-Marcelino, L., & Sánchez, J. E. (2021). Efecto de la variación del sustrato en la productividad de dos cepas de *Pleurotus* spp. *Scientia fungorum*, 52, e1377. <https://doi.org/10.33885/SF.2021.52.1377>
- Rodríguez Pérez, Crescencia Arone, Soria Calzadillo, Aguilera Rodríguez, & Serrat Díaz. (2016). Determinación de biomasa fúngica y su utilidad en procesos biotecnológicos. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Oriente, Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba 90500, Cuba.
- Roldan Sanz, C. (2021). PROYECTO DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACION DE MERMELADA CON FRUTA DE TEMPORADA. universidad politecnica de madrid.
- Rosero, E., Dustet, J., Diaz, D., & Leon, G. (2016). Fermentación en estado sólido de residuos lignocelulósicos con *Auricularia auricula*. *ICIDCA*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223152661005>
- Ruilova Cueva, C., Bernarda, M., & Monzón, H. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Ruiz R, M. P., Cortés, M. R., & Henríquez A, L. E. (2010). EFFECT OF TWO ATMOSPHERES PACKAGING ON EDIBLE MUSHROOMS (*Pleurotus ostreatus* L.) TREATED BY VACUUM IMPREGNATION WITH CONSERVANT SOLUTION (Vol. 17, Número 1).

- Ruthes, A. C., Smiderle, F. R., & Iacomini, M. (2015). d-Glucans from edible mushrooms: A review on the extraction, purification and chemical characterization approaches. *Carbohydrate Polymers*, 117, 753–761. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2014.10.051>
- Salcedo Gil, J. E., Vargas Londoño, S., Torres-Valenzuela, L. S., & Serna-Jiménez, J. A. (2018). Evaluación del efecto de la concentración de sustrato como fuente de nitrógeno y el inóculo en la producción de pleurotus ostreatus.
- Salous, A. El, Morejón, J., Zúñiga-Moreno, L., Cadena, N., & Mosquera, C. (2017). Propuesta para la producción de una bebida obtenida de la mezcla de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Elaboración y evaluación sensorial. En *Revista* (Número 12).
- Sobieralski, K., Siwulski, M., Lisiecka, J., Jędryczka, M., Sas-Golak, I., & Frużyńska-Jóźwiak, D. (2012). FUNGI-DERIVED β -GLUCANS AS A COMPONENT OF FUNCTIONAL FOOD. En *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* (Vol. 11, Número 4).
- Synytsya, A., Míčková, K., Synytsya, A., Jablonský, I., Spěváček, J., Erban, V., Kovářková, E., & Čopíková, J. (2009). Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*, 76(4), 548–556. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.11.021>
- Tinoco, O. K. L. (2016). EFECTO DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN EN EL PERFIL REOLÓGICO DE LA PULPA DE MELÓN (*cucumis melo*).
- Trujillo, D., Amilcar, J., Insuasti, P., Arroyave, S., Alejandro, C., & Soto, P. (2019). Producción de la seta rosada (*Pleurotus djamor*) por Fermentación en Production of the pink mushroom (*Pleurotus djamor*) by Solid State Fermentation (SSF). *Revista Biorrefinería*, 2(2), 2–8.
- Uscanga, A., & Pacheco, S. (2005). ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS POLISACÁRIDOS CONTENIDOS EN LA PARED CELULAR DE LA LEVADURA *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* VARIATION STUDY OF THE COMPOSITION OF THE POLYSACCHARIDES CONTAINED IN THE CELLULAR WALL OF THE YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*. www.e-gnosis.udg.mx/vol3/art12www.ciatej.net.mxwww.insa-tlse.fr
- VALDIVIEZO AGUILERA, L. D. C. (2019). ANÁLISIS DE ACIDEZ EN LA HARINA DE TRIGO.
- VÁZQUEZ, F. M. D. L. Á. (2012). SÍNTESIS, DIVERSIDAD ESTRUCTURAL, PROPIEDADES Y ACTIVIDAD CATALÍTICA DE COMPLEJOS DE MANGANESO CON DIFERENTES GRUPOS FUNCIONALES.
- Vega, A., & Franco, H. (2012). Análisis de cenizas y minerales de hongos comestibles *Pleurotus* spp., cultivados sobre paja de arroz (*Oryza sativa*), tuza y rastrojo de maíz (*Zea mays*). *RIDTEC*, 8(2).

- Vega-Oliveros, C., Chegwin-Angarita, C., & Ardila-Barrantes, H. (2019). Condiciones para el análisis de proteínas del micelio de *Lentinula edodes* obtenido por fermentación en estado líquido. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Vila, J. (2015). *Pleurotus ostreatus*, la gírgola con propiedades medicinales. <https://conviveconelcancer.com/la-girgola-y-sus-propiedades-medicinales/>
- VILLARREAL VILLARREAL, J. A. (2021). EVALUACIÓN DE POLYPORALES LIGNINOLÍTICOS DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA GUANDERAS EN EL TRATAMIENTO DE BIOMASA DE MAÍZ. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- vivosano.org. (2020). Alimentos funcionales - Fundación Vivosano. https://www.vivosano.org/alimentos-funcionales/?gclid=CjwKCAiAyPyQBhB6EiwAFUuakkyKEb6PXB4S3udBUEAHHwx2ZTNBz2-0Y7oYbHMGqEQcOHueQCgcYhoCtXUQAvD_BwE
- Yaillet, E. :, Carvajal, A., César Cujilema-Quitio, M., León-Revelo, G., Porro, M. R., Taramona Ruiz, L., Luis, Y., & Ramos-Sánchez, B. (2018). PRODUCCIÓN DE LIPASAS POR FERMENTACIÓN SÓLIDA CON *ASPERGILLUS NIGER*: INFLUENCIA DEL PH (Vol. 45). <http://centroazucar.uclv.edu.cu>
- Zamora Zamora, H. D., Silva, T. A. L., Varão, L. H. R., Baffi, M. A., & Pasquini, D. (2023). Simultaneous production of cellulases, hemicellulases, and reducing sugars by *Pleurotus ostreatus* growth in one-pot solid state fermentation using *Alstroemeria* sp. waste. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(6), 4879–4892. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01723-3>

VII. ANEXOS

Anexo 1. 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:	ANZULES SÁNCHEZ RICARDO ISMAEL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1728080613
PERIODO ACADÉMICO:	2024A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. FREDDY GEIVANNY TORRES MAYANGUER	DOCENTE TUTOR:	MSC. MIGUEL ANGELO ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE:	MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA		
TEMA DEL TIC:	"Extracción de β -glucanos del hongo <i>Fleurotus ostreatus</i> , para la elaboración de dos alimentos funcionales: una bebida a base de la flor de Jamaica y una mermelada de granadilla"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	8,00	
4	RESULTADOS	8,00	Presentar los datos estadísticos que soporten los resultados obtenidos
5	DISCUSIÓN	8,00	Ampliar la explicación de los fenómenos ocurridos en la experimentación
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Mostrar mayor seguridad y dominio de los conceptos del tema investigado.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	

Obteniendo una nota de: **7,90** 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 **martes, 9 de julio de 2024**

MSC. FREDDY GEIVANNY TORRES MAYANGUER
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. MIGUEL ANGELO ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE TUTOR

MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA
DOCENTE

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:	VALDIVESIO YÉPEZ DORA ELIZABETH	CÉDULA DE IDENTIDAD:	.0401911607
PERIODO ACADÉMICO:	2024A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. FREDDY GERVANY TORRES MAYANQUER	DOCENTE TUTOR:	MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE:	MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA		
TEMA DEL TIC:	"Extracción de β-glucosidasa del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> , para la elaboración de dos alimentos funcionales: una bebida a base de la flor de Jamaica y una mermelada de granadilla"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	8,00	
4	RESULTADOS	8,00	
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Hacer énfasis en la presentación, discusión e implicaciones de la investigación y mostrar mayor dominio del tema
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	

Obteniendo una nota de: **7,90** 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 **martes, 9 de julio de 2024**

MSC. FREDDY GERVANY TORRES MAYANQUER
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE TUTOR

MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Anzules Sánchez Ricardo Ismael y Valdivieso Yépez Dora Elizabeth.

Fecha de recepción del abstract: 12 de julio de 2024

Fecha de entrega del informe: 12 de julio de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado digitalmente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Certificado de autenticidad de cepa del hongo *Pleurotus ostreatus*



FICHA TÉCNICA CHAMPIÑÓN OSTRA (*Pleurotus ostreatus*)



PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

Incubación

Temperatura incubación: 24 °C
Humedad Relativa: 85-95 %
Duración: 12-21 días
CO₂: 5000-20000 ppm
Cambio aire fresco: 1 cambios/hora
Requerimiento Luz: n/a

Formación de Primordio

Temperatura iniciación: 10-17 °C
Humedad Relativa: 95-100 %
Duración: 3-5 días
CO₂: -1000 ppm
Cambio aire fresco: 4-8 cambios/hora
Requerimiento Luz: 1000-1500 lux

Desarrollo cuerpo fructífero

Temperatura iniciación: 10-21 °C
Humedad Relativa: 85-90 %
Duración: 4-7 días
CO₂: -1000 ppm
Cambio aire fresco: 4-8 cambios/hora
Requerimiento Luz: 1000-1500 lux

Ciclo de cosecha

Tres a cuatro cosechas: 7-14 días

Anexo 4. Informes del programa estadístico de los datos de la evaluación sensorial

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Caso Resultados

1 Nueva tabla: 2/7/2024 - 19:48:19 - [Versión: 30/4/2020]

2 Shapiro-Wilks (modificado)

3

4

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
COLOR	156	3,83	1,03	0,95	0,1522
AROMA	156	3,40	0,92	0,98	0,2481
SABOR	156	3,35	1,06	0,99	0,2267
VISCOSIDAD	156	3,30	1,01	0,97	0,1769

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

Real

Shapiro-Wilks

Análisis de la varianza

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	156	0,05	0,04	28,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,35	2	4,17	4,08	0,0189
TRAMIENTO	8,35	2	4,17	4,08	0,0189
Error	156,65	153	1,02		
Total	165,00	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46579

Error: 1,0239 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

127	3,25	52	0,14	A
407	3,44	52	0,14	A B
278	3,81	52	0,14	B

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

AROMA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AROMA	156	0,01	0,00	24,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,55	2	0,28	0,40	0,6728
TRAMIENTO	0,55	2	0,28	0,40	0,6728
Error	106,13	153	0,69		
Total	106,69	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38340

Error: 0,6937 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

407	3,40	52	0,12	A
278	3,42	52	0,12	A
127	3,54	52	0,12	A

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

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	156	0,03	0,01	24,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,23	2	1,62	2,03	0,1354
TRAMIENTO	3,23	2	1,62	2,03	0,1354
Error	122,00	153	0,80		
Total	125,23	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41105

Error: 0,7974 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

407	3,50	52	0,12	A
278	3,73	52	0,12	A
127	3,85	52	0,12	A

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

Análisis de la varianza

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	156	0,03	0,02	26,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,59	2	2,79	2,71	0,0701
TRAMIENTO	5,59	2	2,79	2,71	0,0701
Error	150,08	153	1,03		
Total	163,67	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46790

Error: 1,0332 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

291	3,62	52	0,14	A
236	3,27	52	0,14	A

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	156	0,02	3,8E-03	31,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,92	2	1,46	1,30	0,2763
TRAMIENTO	2,92	2	1,46	1,30	0,2763
Error	172,38	153	1,13		
Total	175,31	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48862

Error: 1,1267 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

291	3,23	52	0,15	A
236	3,27	52	0,15	A
453	3,54	52	0,15	A

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

AROMA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AROMA	156	0,04	0,03	26,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,81	2	2,90	3,53	0,0316
TRAMIENTO	5,81	2	2,90	3,53	0,0316
Error	125,75	153	0,82		
Total	131,56	155			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41732



Error: 0,8219 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

291	3,23	52	0,13	A
236	3,31	52	0,13	A B
453	3,67	52	0,13	B

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

Anexo 5. Informe de resultados de análisis DPPH de la bebida de flor de Jamaica con betagucano.

	Hoja de cálculo (DPPH)	CÓDIGO: F-PE-7.2-01-03 FECHA DE VIGENCIA: 26/6/2023	
	ISO/IEC 17025	0	

CUANTIFICACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH):
ORDEN TRABAJO: DC-OT0010-2024

VISCOSIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VISCOSIDAD	156	0,11	0,10	24,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,97	2	7,49	9,15	0,0002
TRAMIENTO	14,97	2	7,49	9,15	0,0002
Error	125,25	153	0,82		
Total	140,22	155			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41649

Error: 0,8186 gl: 153

TRAMIENTO Medias n E.E.

	n	E.E.
407	3,33	52 0,13 A
278	3,94	52 0,13 B
127	4,02	52 0,13 B

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

Trólox:

PM _i =	250,29 g/mol
m =	15,78 mg
V =	25 mL
C =	0,6312 mg/mL
C =	0,6312 g/L
C =	2521,874625 uM

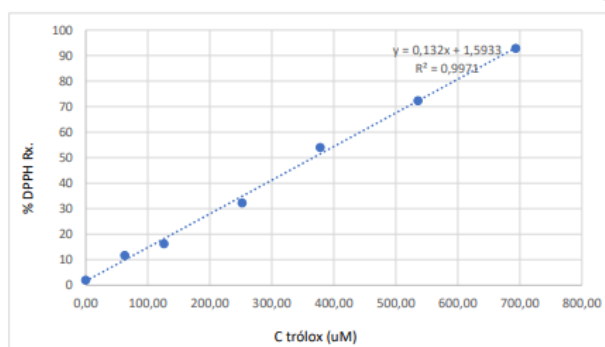
$$\% \text{ DPPH reaccionado} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}}}{A_{\text{control}} - A_{\text{blanco}}} \right) \right] \times 100$$

$$Y = mx + b$$

$$m = 0,131957176$$

$$b = 1,593316698$$



V _{stock} (uL)	V _{metanol} (uL)	V _{total} (uL)	uM Trólox	% DPPH Rx
0	400	400	0,00	2,01511335
10	390	400	63,05	11,7254408
20	380	400	126,09	16,2972292
40	360	400	252,19	32,3173804
60	340	400	378,28	54,0050378
85	315	400	535,90	72,3299748
110	290	400	693,52	92,8463476
115	285	400	725,04	92,4685139
135	265	400	851,13	93,9798489



Muestra	Código	Absorbancia (nm)	% DPPH _{reaccionado}	C (uM)	Dilución	C (μmol TEAC/L extracto)	C (μmol/mL)	C (μmol TEAC/100 mL extracto)	Promedio (μmol TEAC/100 mL extracto)	DE	%CV
1	1	0,138	85,743	637,7050392	1	637,705039	0,63770504	63,77050392	62,70	0,95	1,52
	1'	0,154	83,325	619,3798818	1	619,379882	0,61937988	61,93798818			
	1''	0,150	83,929	623,9611712	1	623,961171	0,62396117	62,39611712			

Fecha: 05/02/2024 - 07/02/2024

Anexo 6. Informe de resultados de análisis DPPH de la bebida de flor de Jamaica sin betaglucono.

	Hoja de cálculo (DPPH)	CÓDIGO: F-PE-7.2-01-03	
		FECHA DE VIGENCIA: 26/6/2023	
ISO/IEC 17025		0	

CUANTIFICACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH):
ORDEN TRABAJO: DC-OT0010-2024

CURVA DE CALIBRACIÓN

Lectura en el lector de microplacas a 515 nm y 25 °C

DPPH (en metanol 80 %):

$PM_{DPPH} = 394,32 \text{ g/mol}$
 $m = 5,98 \text{ mg}$
 $V = 100 \text{ mL}$
 $C = 0,0598 \text{ mg/mL}$
 $C = 0,0598 \text{ g/L}$
 $C = 151,6534794 \text{ uM}$

Trólox:

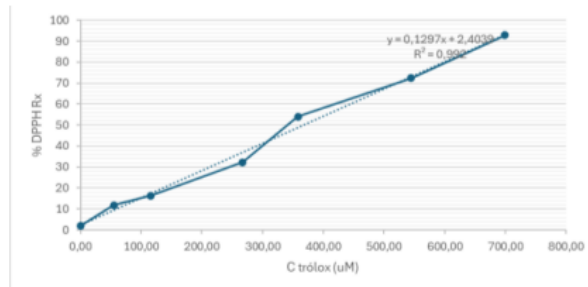
PM _t =	250,29 g/mol
m =	15,78 mg
V =	25 mL
C =	0,6312 mg/mL
C =	0,6312 g/L
C =	2521,874625 uM

$$\% \text{ DPPH reaccionado} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}}}{A_{\text{control}} - A_{\text{blanco}}} \right) \right] \times 100$$

Y = mx + b

m = 0,1297
 b = 2,4039

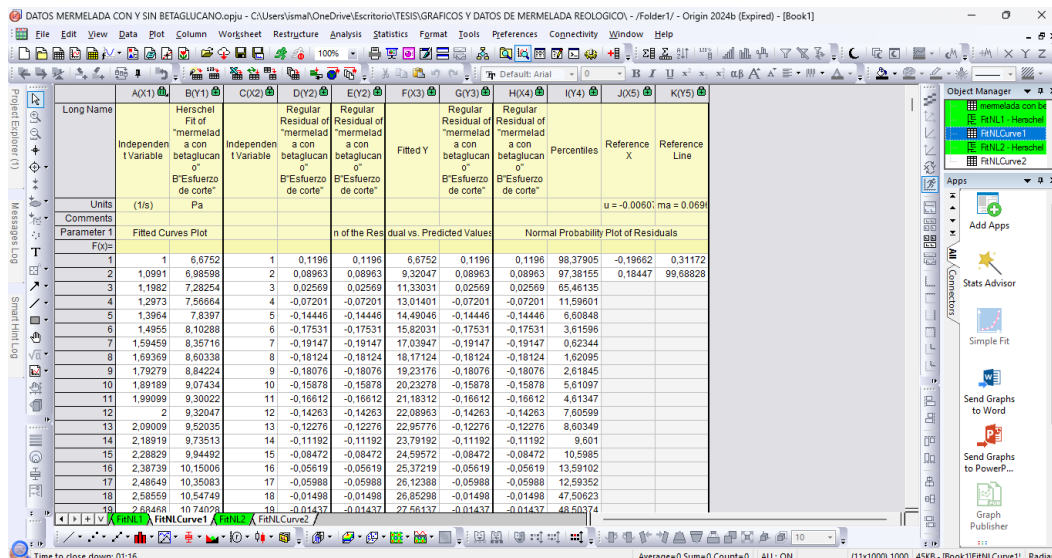
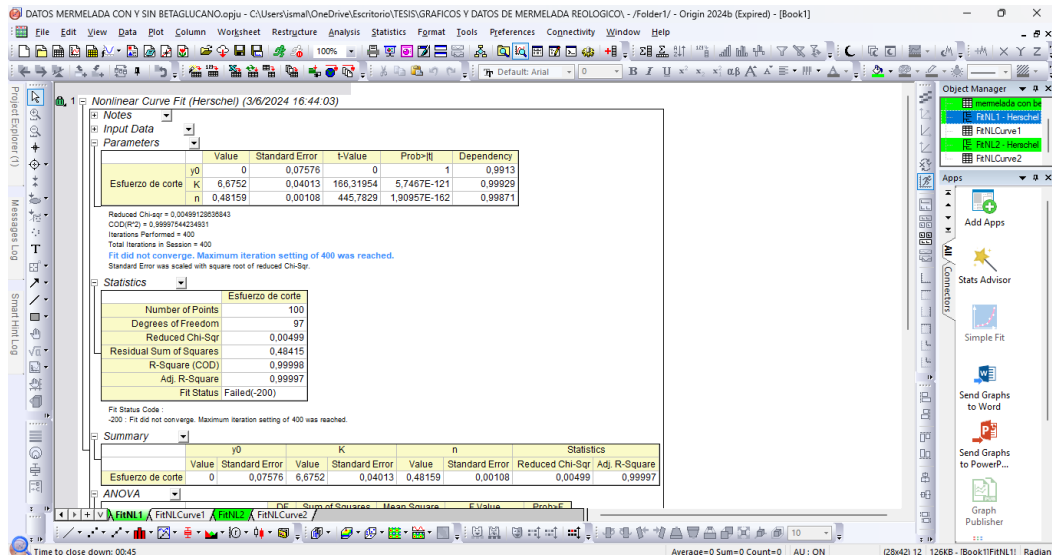
V _{trólox} (uL)	V _{metanol} (uL)	V _{total} (uL)	uM Trólox	% DPPH Rx
0	400	400	0,50	2,01511335
10	390	400	54,98	11,7254408
20	380	400	116,09	16,2972292
40	360	400	267,08	32,3173804
60	340	400	358,48	54,0050378
85	315	400	544,80	72,3299748
110	290	400	699,02	92,8463476
115	285	400	725,04	92,9685139
135	265	400	851,13	93,9798489

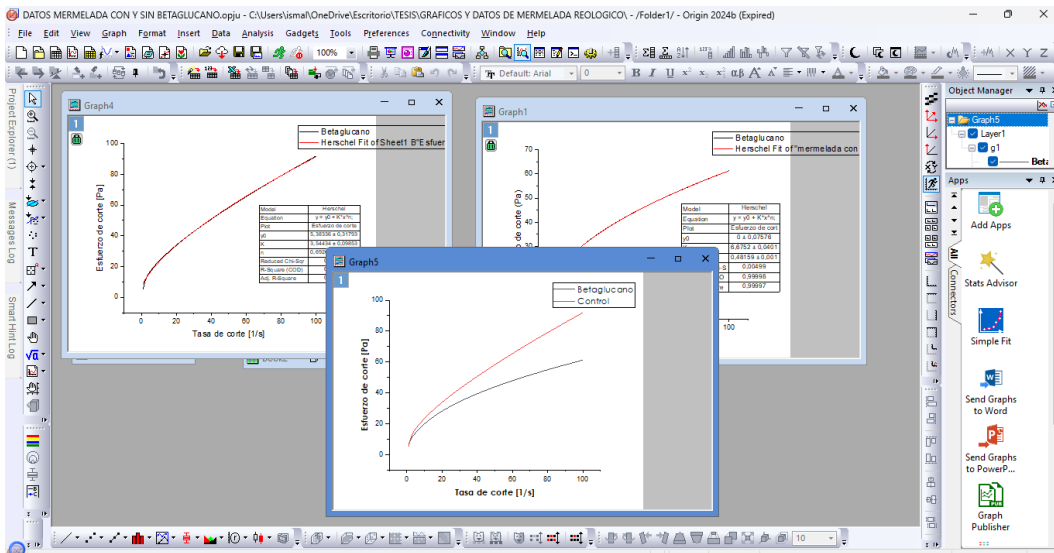


Muestra	Código	Absorbancia (nm)	% DPPH _{reaccionado}	C (uM)	Dilución	C (µmol TEAC/L extracto)	C (µmol/mL)	C (µmol TEAC/100 mL extracto)	Promedio (µmol TEAC/100 mL extracto)	DE	%CV
1	1	0,260	66,1466	537,7050392	1	537,705039	0,53770504	53,77050392	65,02	1,02	0,97
	1'	0,275	64,7779	519,3798818	1	619,379882	0,51937988	51,93798818			
	1''	0,290	64,1509	523,9611712	1	523,961171	0,52396117	52,39611712			

Fecha: 3/06/2024 - 6/06/2024

Anexo 7. Informe de análisis de resultados de datos del reómetro con programa Origin Pro de mermelada de granadilla.





Anexo 8. Fotografías de formulación de sustratos, siembra, inoculación y crecimiento del hongo.



Figura 7. Formulación del sustrato con base se cascará de papa y pulpa más aserrín con nutrientes. Formulación del sustrato con base se cascará de papa y pulpa más aserrín con nutrientes.



Figura 8 . Separación y pesado de semilla para inoculación dentro del sustrato.



Figura 9. Incubación del hongo en oscuridad a 28°C durante 20 días, hasta mostrar colonización del micelio.



Figura 10. Presencia de primordios luego de 7 días en la incubadora a una temperatura de 18°C con luz indirecta y 80% de humedad relativa del ambiente.



Figura 11. Primordios en etapa de crecimiento luego de 10 días en la incubadora a 18°C con 80% de humedad relativa en el ambiente.



Figura 12 Cuerpo fructífero en etapa media de maduración luego de 15 días en la incubadora a 18°C con 88% de humedad relativa en el ambiente.



Figura 13. Cuerpo fructífero en etapa alta de maduración luego de 27 días en la incubadora a 18°C con 90% de humedad relativa en el ambiente, previo a su cosecha.



Figura 14. Fase final cosecha del hongo, para su posterior extracción de bioactivo.