FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL PERFIL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CONVOCATORIA 2025

1. **Nombre del proyecto de investigación:** Optimización de las condiciones de cultivo de *Pleurotus ostreatus,* para la producción de biomasa de calidad nutricional, orientada al desarrollo de un producto cárnico fermentado tipo fuet.

2. **Tipo de proyecto:**

- [ ] **Proyecto de Investigación Básica**
- [x] **Proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D)**
- [ ] **Proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D+I)**

3. **Grupos de investigación**

- Ciencia, Tecnología y Gestión en el Procesamiento de Alimentos (CITEGPA)

4. **Líneas de investigación y campos del conocimiento**

Línea 1	Tecnología, biotecnología, calidad e inocuidad en el procesamiento de alimentos
Sublínea 1	Calidad, inocuidad y gestión en el proceso de diseño, desarrollo e innovación de alimentos.
Línea 2	Agroecología
Sublínea 2	Producción animal y vegetal.

5. Especialidad del campo

Campo Amplio	Ingeniería, industria y construcción
Campo Específico	Industria y producción
Campo Detallado	Procesamiento de alimentos

6. Eje y sub-eje de la propuesta

Eje	Reactivación económica sostenible de la Zona I
Sub-eje	Economía circular en la actividad agrícola, ganadera y agroindustrial

7. Director del proyecto, integrantes internos y/o externos (coautores, o colaboradores), todos son participantes en la investigación

Nombre del integrante	Rol en el proyecto	Institución	Actividades a cargo del investigador	Tiempo en el que participará en el proyecto	Productos que generará el participante	Correo electrónico	Teléfono
Wilman Jenny Yambay Vallejo	Directora	UPEC	Dirección de actividades. Administración de recursos. Caracterización de las matrices.	21/10/2024 – 21/10/2027	Informe final del proyecto Informe y data de características reológica s de las matrices evaluadas	wilman.yambay@upec.edu.ec	0982235962
Gabriela Revelo	Coautor	UPEC	Procesamiento estadístico de la información recolectada	21/10/2024 – 21/10/2027	Limpieza de la data	gabriela.revelo@upec.edu.ec	0987444079

					Exploración y análisis de la data Diseño y entrenamiento del modelo de aprendizaje automático Evaluación del modelo		

8. **Fecha de entrega del perfil:** 21 de octubre de 2024

9. **Fecha planificada de finalización del proyecto:** 21 de octubre de 2027

10. Introducción

La creciente demanda mundial por alimentos saludables y sostenibles, junto con los desafíos ambientales asociados a la producción tradicional de proteínas, ha impulsado a la búsqueda de alternativas alimentarias. Los hongos comestibles, como el *Pleurotus ostreatus*, emergen como una opción prometedora debido a su alto valor nutricional y su capacidad para crecer en sustratos residuales. Cardona (2001) menciona que la producción y el consumo del hongo comestible orellana *(Pleurotus ostreatus)* presenta un incremento debido a la producción amigable con el medio ambiente, los bajos costos y sus cualidades nutricionales, cabe destacar que las propiedades nutracéuticas de la seta la posicionan como una gran alternativa en seguridad alimentaria para la población, ya que la eficiencia en la producción de proteína por unidad de área y tiempo es mayor que la obtenida en fuentes de proteína animal.

Sin embargo, optimizar la producción y garantizar una calidad permanente requiere de un profundo conocimiento de los factores que influyen en su desarrollo. En este

sentido, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un modelo matemático que permita predecir y optimizar las condiciones de cultivo del *Pleurotus ostreatus*, con el fin de obtener cuerpos fructíferos con un alto valor nutricional, buen contenido proteico y un perfil de aminoácidos esenciales que potencien la nutrición humana. A través de la aplicación de la metodología de superficie de respuesta, se buscará determinar las combinaciones óptimas de factores físicos, químicos y biológicos que maximicen el rendimiento, la calidad nutricional y proteica del P*leurotus ostreatus*.

En este contexto, se pretende contribuir a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, como factores que contribuyen a estilos de vida saludable.

La investigación contribuye con el desarrollo una producción sostenible de hongos comestibles, ofreciendo una alternativa al consumo de las proteínas de origen animal, y disminución de los impactos ambientales asociados a la producción ganadera.

Los resultados alcanzados permitirán establecer protocolos de cultivo precisos y escalables, promoviendo así la producción a gran escala de este hongo y su incorporación en la dieta humana, y será la antesala para la instalación de una planta productora de macromicetos, que pueden ser utilizados en la industria alimentaria contribuyendo al desarrollo de productos alimenticios funcionales y sostenibles.

Con la finalidad de darle un valor agregado al producto obtenido, se desarrollará un producto cárnico fermentado tipo fuet, sustituyendo parcialmente la proteína animal por la proteína vegetal que se encuentra en el *Pleurotus ostreatus.*

11. El problema

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático National Geographic (2024) se informó que la cría de ganado genera el 14 % de todas las emisiones de carbono, una cantidad equivalente a la que es generada por el transporte en conjunto. Además, se indicó que “el sector ganadero genera una séptima parte de las emisiones mundiales de Gases de efecto Invernadero (GEI)".

El ganado bovino y ovino emiten metano cuando digieren su comida. A su vez, los residuos del ganado y los fertilizantes que se emplean en los cultivos destinados a alimentarlo emiten óxido nitroso.

National Geographic España (2024) en uno de sus artículos describe que “los productos animales producen entre 10 y 50 veces más gases de efecto invernadero que los vegetales”, a excepción del chocolate, el café y el aceite de palma.

La ONU reconoce que la producción de carne requiere extensos pastizales, los cuales se originan mediante la tala de árboles, lo que libera el dióxido de carbono (CO_2) presente en los bosques. Se debe considerar que los bosques absorben carbono del aire, “su destrucción para dar paso a una agricultura intensiva en emisiones tiene un impacto doble (o triple, si se considera que los árboles que han capturado CO_2 lo liberan nuevamente cuando mueren)” (National Geographic, 2024). Es importante destacar que la carne y los lácteos proporcionan solo el 18 % de las calorías consumidas, pero utilizan el 83 % de las tierras de cultivo mundiales y son responsables del 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura (Poore & Nemecek, 2018), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señala que a pesar de que los productos animales convencionales son una fuente importante de proteínas para muchas personas, su producción y consumo se producen a una escala que impacta negativamente a las personas y al planeta, además, indica que se prevé que el consumo mundial de carne en 2050 sea aproximadamente un 50 % o más, valor muy superior que el actual. Advierte que la ganadería insostenible es una de las principales causas de la pérdida de hábitat, la disminución de la biodiversidad y la degradación de la tierra, en este contexto surge la necesidad de replantear los sistemas agroalimentarios hacia prácticas más sostenibles.

Para concientizar a la población se ha declarado al 20 de marzo como el Día Mundial sin Carne, con la finalidad de promover una alimentación con menor consumo de este producto y descubrir algunas cifras que ilustran la manera en que comer carne (y otros productos animales) influye sobre el planeta (Ortega, 2023).

En el Ecuador el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) informa que la producción ecuatoriana de carne bovina es de aproximadamente 200 mil toneladas, factor que emite una alerta sobre el efecto en la emisión de GEI, para minimizar el Ministerio de Agricultura y Ganadearía (MAG) promueve la Ganadería Climáticamente Inteligente para beneficiar a los ganaderos.

Por otra parte, en Ecuador se genera un estimado de 2,2 millones de toneladas anuales de residuos agroindustriales, que son, en su mayoría, desechos lignocelulósicos o compuestos de almidón; es decir, existe una enorme cantidad de materia prima disponible para fabricar nuevos productos con potencial valor biotecnológico (Aguiar et al., 2022).

En este contexto, se deduce que existe una liberación de gases de efecto invernadero debido a la producción proveniente del ganado bovino lo cual trae como consecuencia el aumento de los efectos producidos por el cambio climático. Por tanto, es necesario buscar nuevas alternativas alimentarias para sustituir los productos cárnicos por alimentos proteicos provenientes de macromicetos cultivados en residuos lignocelulósicos.

12. Objetivos

Objetivo general

Optimizar las condiciones de cultivo de *Pleurotus ostreatus,* para la producción de biomasa de calidad nutricional, orientada al desarrollo de un producto cárnico fermentado tipo fuet.

Objetivos específicos

1. Evaluar los tipos de sustrato (maíz, acacia y aliso) que favorezcan la mayor producción de biomasa de *Pleurotus ostreatus*.

2. Determinar el perfil nutricional de la biomasa de *Pleurotus ostreatus* obtenida en las condiciones óptimas de cultivo, considerando el contenido de proteínas, aminoácidos, grasa, fibra, vitaminas y minerales.

3. Desarrollar un proceso de incorporación de la biomasa de *Pleurotus ostreatus* en la formulación de un producto cárnico fermentado tipo fuet, evaluando su textura y propiedades organolépticas.

4. Evaluar el perfil nutricional y sensorial del producto cárnico fermentado tipo fuet.

13. Justificación y alcance territorial

La demanda y consumo de macromicetos (setas y hongos) en países Nórdicos como los europeos está culturalmente muy aceptada (Svanberg & Lindh, 2019). En Latinoamérica y en el Ecuador en particular, el conocimiento su consumo no es muy popular, sin embargo, varias comunidades indígenas históricamente han venido aprovechando ciertos cuerpos fructíferos como recurso alimenticio. Es así, que el consumo de *P. ostreatus*, una especie introducida para Ecuador, y otros hongos comestibles nativos podrían constituirse para obtener un aporte nutricional proteínico comparable con otros suplementos alimenticios (Majesty et al. 2019, Kakon et al. 2012, citado por Cruz, 2020), principalmente en poblaciones vulnerables con recursos económicos limitados.

El macromiceto *P. ostreatus* es considerado como un complemento alimenticio debido a su valor nutricional, presenta entre el 57 % y 61 % de carbohidratos en base a su peso seco, 26 % de proteína (con aminoácidos esenciales), un contenido de fibra del 11.9 %. Contiene vitaminas como la niacina, tiamina (vitamina B1), vitamina B12 y la vitamina C o ácido ascórbico. Se le han detectado minerales como el potasio, fósforo, calcio, entre otros. Su contenido de grasas es de 0.9 % a 1.8 % con base en su peso seco y su valor nutricional en relación con otros alimentos (Blanco et al., 2020).

En este contexto, se requiere investigar a nivel local la factibilidad de la producción de este producto a nivel local e ir incorporando su consumo en la dieta diaria de la población, quienes tradicionalmente han tenido un estilo de alimentación a base de carbohidratos (papa, arroz y pastas entre otros) es un desafío para la universidad innovar en productos nutritivos que aporten a la dieta de los consumidores. Cabe destacar que para la producción de estos macromicetos se requiere de los residuos agrícolas, los cuales generan impactos ambientales negativos cuando no son bien tratados. Cabe destacar que la Politécnica del Carchi promueve la producción láctea en sistemas silvopastoriles usando aliso y acacia. El consumo de papa genera residuos que no han sido aprovechados, con esta investigación se requiere dar una alternativa al uso de estos recursos y promover el cultivo y consumo de hongos comestibles (*P. Ostreatus)* para disminuir el impacto ambiental que generan y beneficiar de la población más vulnerable, ya que al finalizar el proyecto se continuará con la proyección social, que permite capacitar a los agricultores para que cultiven estos macromicetos, convirtiéndose en una alternativa de ingresos.

El modelo matemático permitirá ajustar las formulaciones y condiciones de cultivo y garantizar la producción de macromicetos nutricionalmente superiores y con la calidad necesaria para posibilitar su escalamiento industrial. Sin estos conocimientos, las innovaciones en producción de alimentos alternativos no podrán implementarse exitosamente a nivel comercial debido a los problemas tecnológicos.

El contexto de aplicabilidad del proyecto se enmarca en la provincia del Carchi para lo cual se emplearán residuos agrícolas propios de la región como el aliso, acacia y papa, no obstante, se proyecta que los resultados puedan tener aplicaciones en escalas territoriales como se enuncio en párrafos anteriores.

14. Sostenibilidad

El proyecto ha sido diseñado considerando su continuidad y proyección a futuro. Los resultados sentarán las bases para una segunda fase de investigación aplicada, enfocada en la producción, procesamiento y comercialización de los hongos

comestibles. La cual se podría financiar con fondos sectoriales o en alianza con la industria, dado el alto potencial de aplicación comercial.

La generación de modelos predictivos facilitará esta transición, guiando el desarrollo eficiente del cultivo del macromiceto *Pleurotus ostreatus.* Dicho modelo permitirá el control de las variables generando una producción efectiva de los hongos.

Paralelamente se podría generar convenios con las comunidades en las cuales se generen residuos agrícolas lignocelulósicos, para aplicar la tecnología incentivando el cultivo de alimentos saludables y sostenibles.

A mediano plazo de podría gestionar convenios de colaboración con centros biotecnológicos y empresas del rubro de alimentos, tanto a nivel nacional como internacional. Para dar continuidad a la investigación, acceder a financiamiento conjunto y facilitar la transferencia de los resultados.

A largo plazo, la producción de los macromicetos como el *Pleurotus ostreatus*, a nivel local generará conocimientos sobre las propiedades y beneficios de este alimento, generando un impacto en el desarrollo de alimentos más saludables y sostenibles, debido a los beneficios para la seguridad alimentaria, la nutrición y el uso de los desperdicios agrícolas.

El proyecto se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en los objetivos 2 (Hambre cero), 3 (Salud y bienestar) y 12 (Producción y consumo responsables). La producción hongos comestibles *(Pleurotus ostreatus*) como un alimento más nutritivos y seguros para la población contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional. El uso de residuos lignocelulósicos agrícolas disminuye el impacto negativo sobre el ambiente y promueve la diversificación y valoración de biodiversidad local. La investigación de alimentos de origen fúngico favorece dietas sostenibles con menor huella ambiental. Finalmente, el proyecto fomenta la innovación para lograr hongos comestibles como productos alimenticios como fuente de proteínas de calidad y ricos en metabolitos secundarios, acorde con las demandas

de los consumidores y las necesidades ambientales y sociales. De esta forma, se alinea completamente con la visión de desarrollo sostenible planteada por los ODS.

15. Marco Teórico

Pleurotus Ostreatus

Pleurotus ostreatus es el segundo hongo comestible cultivado y más popular en todo el mundo después de *Agaricus bisporus*. Como suplementos dietéticos, los nutracéuticos como *Pleurotus ostreatus* que van más allá de los beneficios habituales para la salud de los hongos se están volviendo más populares (Arias-Carbajal et al., 2005). La biotecnología verde de los hongos (Pleurotus ostreatus L.) incluye la micorremediación de suelos y aguas contaminados, así como la biofermentación (Jaramillo Mejía et al., 2019). Es una especie de hongo de podredumbre blanca que degrada eficazmente la lignina (Zheng et al., 2020), muy útil para el tratamiento eficaz de residuos agrícolas lignocelulósicos.

Como expresión micológica, los hongos son un cuerpo fructífero de macro hongos, es decir, Basidiomycota, que representa solo una etapa reproductiva corta en su ciclo de vida. Tienen una larga asociación con la humanidad y brindan profundos impactos biológicos y económicos. Desde la antigüedad, los hongos son consumidos por el hombre con delicadeza, debido a su buen gusto y sabor agradable. *Pleurotus ostreatus* es un hongo comestible con altos valores nutricionales e importancia biomédica, ya que contiene una gran cantidad de componentes bioactivos que provocan el desarrollo de sus funciones terapéuticas. Los componentes bioactivos que están presentes en el hongo *Pleurotus ostreatus* comprenden: polisacáridos, lipopolisacáridos, proteínas, péptidos, glicoproteínas, nucleósidos, triterpenoides, lectinas, lípidos y sus derivados, además de sus componentes medicinales vitales beneficiosos para la salud humana. Además, *Pleurotus ostreatus* posee varias propiedades medicinales que incluyen; actividades antiartríticas, antitumorales, inmunomoduladoras, antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias,

antiantigénicas, hipocolesterolémicas, antihiperglucémicas, antihipertensivas, antiagregantes plaquetarias, antivirales y antimicrobianas (Sánchez & Royse, 2017).

Los hongos ostra forman parte integral de muchas dietas debido a su aroma característico, sabor delicioso y valor nutracéutico. Contiene minerales como Fe, K, Na, Ca, Mg, Cr, Sr y 32 compuestos biológicamente activos. Su extracto etanólico presenta una notable actividad de eliminación de radicales libres (~50%) contra DPPH. El hongo ha demostrado una prometedora actividad antibacteriana contra bacterias Gram positivas (*S. aureus*) y Gram negativas (*Pseudomonas aeruginosa, Proteus vulgaris y Proteus mirabilis*). Además, poseen una importante actividad anticancerígena. El extracto etanólico inhibió el crecimiento y la proliferación de células MCF-7. También inducen a la contracción celular, la formación de vesículas en la membrana y la fragmentación nuclear, lo que resulta en la apoptosis de células malignas, como se destacan en estudios realizados, in vitro e in silico actuales, de los cuales se puede concluir que *Pleurotus ostreatus* es una fuente útil de elementos esenciales y un reservorio de compuestos bioactivos que le confieren su importante efecto antioxidante, antibacteriano y propiedades anticancerígenas (Mishra et al., 2022).

Debido a la consistencia de las setas, con frecuencia se les denomina como «carne vegetal», dicho apelativo denota una característica muy importante de estos hongos, ya que pueden adecuarse con facilidad a diferentes preparaciones culinarias y su valor nutritivo comparado con otros alimentos es aceptable. Estas características hacen de las setas un complemento alimenticio de gran valor (Blanco et al., 2020).

Las especies de Pleurotus están consideradas entre las mejores especies degradadoras de materiales lignocelulósicos, reportándose reducciones hasta del 80% de la lignina y la celulosa presentes en los sustratos, posterior a las cosechas(Pineda-Insuasti et al., 2014). Hecho que mejora ostensiblemente la

digestibilidad y valor nutricional del residuo de sustrato para alimentación animal, ya que estos hongos aumentan el valor nutricional de materiales como las pajas, pastos y residuos lignocelulósicos en general, en materiales con un mayor aporte proteico y una marcada disminución en el contenido de lignina, la cual es una sustancia no deseable y que deteriora la calidad de los alimentos para dicha nutrición animal.

Los hongos del género *Pleurotus* spp*.,* tienen un panorama muy amplio más allá de la producción de setas, debido a que el compost agotado que se obtiene, durante el proceso de fermentación en medio sólido, puede ser usado de diversas maneras, tales como, la obtención de enzimas, de fertilizantes, de abonos orgánicos, de biorremediadores y de alimento para rumiantes.

Residuos lignocelulósicos

Los materiales lignocelulosicos procedentes de los sectores agrícola, forestal o industrial son una fuente de recursos renovables con un gran potencial como materia prima dentro de la industria alimentaria. Tradicionalmente la obtención de aditivos para la industria alimentaria se ha realizado mediante síntesis química (Rivas Torres, 2006).

La lignocelulosa es una de las sustancias más abundantes en el planeta, y se encuentra en la biomasa contenida en restos orgánicos, forestales, agrícolas y una parte importante de los residuos sólidos urbanos. En Argentina, los hongos actualmente se producen en su mayoría con finos comestibles y la parte vegetativa de las fructificaciones que se comercializan, se descarta o se utiliza como abono para suelos (Sevilla, 2017).

En Cantón Alausi sector Sinancumbe: se caracterizaron residuos agrícolas como Vaina de arveja, paja de trigo y bagazo de maíz, presentaron 14.4% de lignina, Celulosa 38.7% y 30.0% de Hemicelulosa en la paja de trigo, con 13.1% de lignina, Celulosa 44.9% y 28.4% de Hemicelulosa en la vaina de arveja y con

10.1% de lignina, Celulosa 28.3% y 25.0% de Hemicelulosa en el bagazo de maíz, los cuales pueden ser hidrolizados por la acción del sistema multienzimático presente en los hongos lignocelulolíticos. En base a los resultados obtenidos estos residuos presentan características químicas adecuadas para ser utilizados como sustratos adecuados para el cultivo de hongos comestibles, por la presencia y concentración de biopolímeros lignocelulósicos (Fernández et al., 2020).

16. Marco Metodológico

Área de la investigación

El área de investigación de este estudio se sitúa dentro de la ciencia y tecnología de los alimentos. Se enfoca en el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos agrícolas del contexto, en particular aliso y acacia, con la finalidad de contribuir a la dinámica de la producción láctea silvopastoril, disminuir la contaminación ambiental que producen los residuos de la poda y aprovecharlos en la producción de hongos comestibles, contribuyendo con una economía circular, como un modelo de producción y consumo que busca aprovechar los recursos de manera eficiente para reducir, reciclar y reutilizar materiales, garantizando un crecimiento sostenible a largo plazo.

Dentro del campo de la ciencia y tecnología de los alimentos, esta investigación permitirá que la Universidad Politécnica Estatal del Carchi a nivel local sea la pionera en la implementación de la producción de hongos comestibles con parámetros tecnológicos eficaces y eficientes, que permita obtener un rubro innovador en el contexto, y que pueda ser utilizado como materia prima para la elaboración de productos alimenticios saludables, innovadores y sostenibles.

Enfoque de la investigación

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, ya que utilizará métodos y técnicas de recolección de datos que permita obtener información objetiva y medible. Se centrará en la obtención de datos tangibles relacionados con los parámetros de la producción del macromiceto *Pleurotus ostreatus,* así como en la evaluación de sus características nutricionales y calidad proteica. Para lo cual, se harán uso de instrumentos de medición precisos y de equipos especializados, asegurando la fiabilidad y validez de los datos obtenidos (Bryman, 2016).

El estudio aplica herramientas de análisis estadístico para procesar los datos recopilados. Los métodos permitirán interpretar cuantitativa de los resultados e identificar patrones, correlaciones y relaciones entre las variables medidas. El enfoque cuantitativo utiliza algoritmos y modelos matemáticos para analizar y predecir el rendimiento y calidad de los macromicetos en función de las variables planteadas.

Se emplearán herramientas de análisis estadístico para procesar la información recopilada. Los métodos facilitarán la interpretación cuantitativa de los resultados, permitiendo la identificación de patrones, correlaciones y relaciones significativas entre las variables evaluadas (Field, 2018). Cabe destacar que el enfoque cuantitativo se fundamenta en la utilización de algoritmos y modelos matemáticos con el objetivo de analizar y predecir el rendimiento y la calidad de los macromicetos en función de las variables establecidas (Brysbaert y New, 2012).

La investigación generará resultados numéricos que se presentarán en forma de tablas, gráficos y modelos cuantitativos, que respaldarán y fundamentarán las conclusiones extraídas. La recolección sistemática de datos numéricos, su análisis cuantitativo y la aplicación de métodos estadísticos y computacionales para la interpretación de resultados son características esenciales que definen este estudio como una investigación de naturaleza cuantitativa (Creswell, 2014).

Tipo de investigación

El estudio propuesto es de tipo experimental debido a su diseño metodológico orientado a manipular variables y observar los efectos producidos en la calidad del *Pleurotus ostreatus.*

Este estudio implica la aplicación de tratamientos controlados y específicos en el cultivo, utilizando diferentes parámetros que varían en función con el diseño propuesto. Los elementos constituyen las variables independientes que son manipuladas deliberadamente por los investigadores para analizar su impacto en las propiedades del hongo comestible.

Además, se lleva a cabo un proceso de medición y registro sistemático de múltiples variables dependientes, como la temperatura, humedad relativa, pH, ventilación, conductividad entre otros parámetros, para evaluar los efectos de las variables independientes sobre la calidad del *Pleurotus ostreatus*. Esta recolección de datos experimentales se realiza bajo condiciones controladas y replicables, permitirá la comparación entre diferentes condiciones y la obtención de resultados cuantificables.

Asimismo, se adopta un enfoque científico riguroso al realizar pruebas y análisis estadísticos para validar la significancia de las diferencias observadas entre los grupos experimentales y de control. La investigación experimental se caracteriza por su capacidad para establecer relaciones de causa y efecto entre las variables manipuladas, lo cual es el propósito central de este estudio al determinar cómo las condiciones de cultivo afectan la calidad nutritiva y proteica del *Pleurotus ostreatus.*

Procedimientos de la investigación

Se considera la información expuesta por Cruz (2020), Trujillo et al.(2018), Quintana Zamora et al. (2024), Gaitan et al., (2006) y Barbosa (2003), entre otros.

Preparación del agar para la siembra del micelio en el laboratorio.

Para el desarrollo del micelio de los hongos en el laboratorio, se emplearán medios de cultivo sólidos que le proporcionen al hongo los nutrimentos necesarios para su desarrollo. Los medios de cultivo serán adquiridos en casas comerciales, en especial el agar para el cultivo de hongos (Saboraud o PDA).

Obtención de la cepa

Al micelio de un hongo (forma algodonosa) que se desarrolla sobre un medio de cultivo nutritivo se le llama cepa. Su aislamiento se puede realizar por medio de tejido (fragmento del hongo), por medio de esporas, o se puede adquirir en un laboratorio acreditado.

Aislamiento y purificación por medio de tejido

Es una de las formas más simples de obtener una cepa y el resultado es una copia idéntica del hongo del cual se ha obtenido el tejido.

Se debe trabajar en un ambiente de absoluta asepsia, incluyendo los materiales previamente esterilizados, se coloca el hongo, el cual deberá estar en buen estado y libre de tierra y/o insectos. El hongo se corta longitudinalmente con una navaja; con la ayuda de unas pinzas estériles y frías, se toman fragmentos del micelio o carne del hongo y se colocan en cajas de Petri con medio de cultivo. Las cajas con los aislamientos se incuban entre 25-28°C, de preferencia en la obscuridad o penumbra; 2 ó 3 días después, se observará crecimiento micelial en forma algodonosa sobre la superficie del medio. El color será blanco o blanco amarillento, lo que indicará que el aislamiento se realizó correctamente. Se deben seleccionar los cultivos con mejor apariencia y transferirse a nuevas cajas con medio de cultivo. El aislamiento se puede hacer también por medio de esporas.

Mantenimiento y/o preservación de cepas

Para retardar el envejecimiento, la viabilidad y la pérdida de las características propias de las cepas, es necesario preservarlas adecuadamente. Para ello, las cepas se deben transferir periódicamente a nuevas cajas de Petri con medio de cultivo nutritivo. La resiembra o transferencia se realiza tomando con una aguja de disección estéril un fragmento del micelio del hongo y se coloca sobre el medio de cultivo de la nueva caja de Petri. Se incuba de 25-28°C y una vez que el micelio cubre toda la superficie del agar (10 a 15 días), las cajas se pueden mantener en refrigeración a 5°C. El tiempo entre cada transferencia es de 3 a 6 meses, dependiendo de la cepa y cuidados en almacenarla. De igual manera, las esporadas que se hayan obtenido, se pueden preservar en bolsas de polietileno con material deshidratante, como silicagel (gel de sílice), para favorecer que la esporada se mantenga seca. También se pueden almacenar en pequeños frascos con tapa de rosca a 5 °C. Uno de los mejores métodos de almacenamiento de cepas es en nitrógeno líquido. La conservación es a largo plazo ya que la actividad del micelio es completamente detenida a -196 °C. Aquí las cepas pueden permanecer viables por muchos años sin necesidad de hacer resiembras periódicas, manteniendo sus características originales de forma, color y rendimientos en la producción. La desventaja de este sistema es que debido a su alto costo y a la delicada técnica para almacenar las cepas, sólo es utilizado en instituciones de investigación (Gaitan, 2006).

Preparación del inóculo

Inóculo primario, es la propagación del micelio en semillas a partir de una cepa crecida en medio de cultivo.

Se elabora a partir del micelio desarrollado en medio de cultivo, éste se corta con una navaja o bisturí flameado o desinfectado con alcohol, en fragmentos de aproximadamente 1 cm y con una aguja de disección se toma uno de éstos y se coloca sobre la semilla, se le deja un poco de aire a la bolsa y se le hace un pequeño nudo en la parte superior. Se incuba de 25-28°C en obscuridad hasta que el micelio cubra totalmente la semilla; 15 ó 20 días después, el inóculo primario estará listo y podrá ser utilizado para elaborar el inóculo secundario.

Inóculo secundario, es la propagación del micelio en semillas a partir del inóculo primario, es decir, es la multiplicación del micelio para disponer de una mayor cantidad para su siembra en el substrato elegido para la producción de hongos.

Se debe vaciar un poco de inóculo primario a nuevas bolsas con semilla estéril, se agita homogéneamente y se incuban en las mismas condiciones mencionadas para el inóculo primario. El inóculo secundario es el que se usa para la siembra y fructificación de las setas. Si el inóculo no se emplea inmediatamente puede ser almacenado de preferencia en obscuridad y refrigeración a 5°C hasta por tres meses, aunque lo recomendable es utilizarlo a la semana de estar en refrigeración.

Tratamiento de los substratos

Para utilizar los substratos en el cultivo del hongo seta, es necesario someterlos a un tratamiento previo, que consiste básicamente en aplicarles calor para disminuir la flora microbiana nociva que está presente en ellos y de esta manera evitar que los microorganismos compitan por espacio y nutrientes con el micelio de *Pleurotus.* Existen algunos substratos a los que es recomendable aplicarles una fermentación aerobia, para proporcionarles una microflora capaz de proteger al micelio del hongo seta de otros microorganismos competidores; entre estos substratos están la pulpa de café y los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar, que deben ser utilizados preferentemente frescos, evitando aquellos que hayan tenido previamente un proceso fermentativo por almacenamiento. El tiempo de fermentación depende del substrato, por ejemplo, para los bagazos se recomiendan de 8-10 días, mientras que la pulpa de café, de 3-5 días. Para realizar una fermentación homogénea, es necesario colocar el substrato en forma piramidal, humedeciendo con agua y tapándolo con un plástico para mantener el calor y la humedad. Dicho substrato debe voltearse cada 3 días para favorecer la aireación y el proceso de fermentación.

Los materiales que no requieren de fermentación deberán mantenerse deshidratados y libres de plagas y enfermedades. En el presente trabajo se utilizarán residuos de aliso, acacia y papa.

Pasteurización del sustrato

El substrato se sumerge en agua caliente (75-80°C) durante 1 hora. Una vez llevada a cabo una buena pasteurización del substrato, éste estará listo para ser sembrado con la semilla o inóculo previamente preparado.

Los rastrojos, deben ser cortados en segmentos de 5 a 10 cm por medio de una picadora eléctrica u otro sistema que cumpla la misma función. Esto permitirá una mejor retención de humedad en el substrato, se evitará que las bolsas se rompan en el momento de la siembra y que el micelio del hongo invada el substrato con mayor facilidad. Es importante que la temperatura de pasteurización se mantenga estable, ya que si se eleva demasiado puede ocasionar cambios en la composición química del substrato provocando la solubilización de azúcares simples, con lo que predispone al substrato a una mayor invasión de hongos contaminantes que impiden el buen desarrollo del hongo seta. De manera contraria, al pasteurizar a temperaturas inferiores de 55 °C se evita destruir organismos competidores presentes en el substrato. También hay que verificar que los substratos utilizados para el cultivo del hongo no hayan sido previamente tratados con plaguicidas o fungicidas.

Siembra

Para la siembra del hongo se requiere un área cerrada, limpia, provista de una mesa o superficie con cubierta de fácil lavado, desinfectada con una solución de alcohol comercial de 96° diluido en agua (70 por ciento de alcohol, 30 por ciento de agua). En esta mesa se deposita la paja previamente pasteurizada y escurrida. La siembra se inicia cuando el substrato se enfría a la temperatura no mayor de 30°C. En bolsas de plástico transparentes y nuevas se procede a intercalar manualmente capas alternas de substrato y semilla, tratando de que la mezcla sea uniforme y evitando dejar áreas sin cubrir de semilla. Aproximadamente de 150 a 250 g de inóculo se requieren para sembrar 5 Kg (peso húmedo) de paja.

Incubación

Las bolsas cerradas se colocan en incubación, sobre estantes metálicos en un cuarto limpio, de preferencia obscuro y con temperatura ambiental entre 25 a 28°C. Al día siguiente de la siembra, a las muestras se les hacen pequeñas perforaciones con un objeto punzocortante limpio, para favorecer la oxigenación del hongo. Dentro de los siguientes tres días, las bolsas se revisan diariamente con la finalidad de detectar la recuperación del micelio, lo cual se observará como una masa blanquecina creciendo alrededor del grano. Las bolsas deberán mantenerse en el área de incubación hasta que el micelio cubra todo el substrato, lo que sucederá en aproximadamente 2 ó 3 semanas. Durante este tiempo se deben de hacer revisiones periódicas de las muestras, para detectar cualquier posible contaminación por bacterias, otros hongos, mosquitas, catarinas u otros insectos.

Producción

El área de producción será de fácil limpieza, y con paredes de preferencia lavables, de igual manera la estantería que se emplee. Se pueden utilizar varios sistemas para colocar las muestras en producción, como bolsas en estantes, bolsas colgantes o el uso de estacas, entre otros. Si hay alta humedad ambiental en la zona donde está ubicada la planta de hongos, a las muestras que pasan a producción se les puede retirar la bolsa de plástico para que todo el substrato con micelio quede expuesto, pero si no es así, y para evitar la desecación de las muestras, se recomienda sólo realizar perforaciones de mayor tamaño en dónde se presenten los primordios. Inicialmente éstos son masas algodonosas que aparecerán pocos días después de la transferencia de las bolsas al área de producción y que con el tiempo se diferenciarán en pequeñas protuberancias que salen del substrato. El color de los primordios puede cambiar dependiendo de la variedad de seta que se trabaja, desde color blanquecino o crema hasta rosa, café-grisáceo, grisazulado o gris obscuro. Los primordios requieren en promedio una semana para llegar a ser hongos adultos, que estarán listos para cosecharse cuando el sombrero se observe compacto, turgente, no flácido y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba. La cosecha no necesariamente se concluye en un día, por lo que deberá hacerse una selección de hongos y cortar sólo los de máximo desarrollo.

Para la cosecha se recomienda usar una navaja limpia y cortar el pie del hongo lo más cerca posible de la superficie del substrato y evitar dañar tanto al substrato como al hongo. La primera cosecha puede durar entre 1 a 3 días, posteriormente habrá un tiempo de receso de una a dos semanas para que se produzca el siguiente corte, durante el cual es importante mantener las condiciones ambientales adecuadas de temperatura, iluminación y humedad, para evitar daños o contaminación de las muestras. En promedio y dependiendo de la variedad de hongo y substrato, las bolsas de setas producen entre 2 a 4 cosechas, pero las más importantes son las dos primeras, ya que es donde se producen la mayor cantidad de fructificaciones (alrededor del 90 por ciento).

Análisis de laboratorio

En muestras de materia prima como en el producto en proceso y producto terminado se realizarán los siguientes análisis: Humedad, grasa, proteína, perfil de aminoácidos, fibra, minerales, pH, conductividad eléctrica. Se tomará como referencia los métodos de la AOAC.

Consideraciones bioéticas de la investigación

El presente estudio se centra exclusivamente en la recolección y análisis de materias primas, así como de muestras del cultivo en proceso y del producto final, no se aborda el consumo ni la asimilación o los posibles efectos del alimento. Por lo tanto, no se contempla la interacción con el sistema digestivo humano ni las implicaciones fisiológicas que podrían derivarse de su ingesta.

Las consideraciones bioéticas de la investigación se centran en la manipulación de los residuos agrícolas que se utilizan como materia prima para la producción de los hongos comestibles y la evaluación física, química y nutricional del producto.

Las consideraciones bioéticas en este contexto se refieren principalmente a la manipulación de residuos agrícolas empleados como materia prima en la producción

de hongos comestibles y a la evaluación física, química y nutricional del producto obtenido. Así, la investigación se focaliza en aspectos tecnológicos y de formulación, aportando información esencial para la optimización de la producción de *Pleurotus ostreatus* (Márquez et al., 2020).

Por tanto, la investigación se enfoca en aspectos tecnológicos y de formulación, proporcionando información valiosa para la producción efectiva y eficiente del *Pleurotur ostreatus.*

La particularidad de la investigación es aprovechar los residuos agrícolas mediante la producción de hongos comestibles con características nutritivas mejoradas. Con lo cual se aporta con la disminución en el impacto ambiental que causan los desperdicios, y obtención de un alimentos saludable y sostenible. Se tomarán en cuenta procedimientos que no trastoquen la diversidad genética de los cultivos, respetando los conocimientos tradicionales de las comunidades que los han cultivado durante generaciones y garantizando su sostenibilidad. Se implementarán prácticas de investigación que promuevan el respeto por las comunidades locales, evitando cualquier impacto negativo en el entorno ambiental y en la vida cotidiana de estos grupos. Además, se establecerán protocolos para asegurar que el desarrollo científico sea conducido de manera ética, considerando la integridad cultural y el cuidado del medio ambiente relacionados con el uso de productos andinos. La investigación se llevará a cabo bajo un marco de responsabilidad y respeto hacia las comunidades y los recursos naturales involucrados, con el objetivo de contribuir al conocimiento científico de manera ética y sostenible

Operacionalización de las variables de investigación

Tipo de variable	Variable	Nivel	Unidad de medida
Variable independiente (Factor)	Tipo de sustrato	Maíz Acacia	Kilogramos

		Aliso	
Variables dependientes (respuesta)	Rendimiento	NA	Porcentaje
	pH	Ácido Básico Neutro	NA
	Celulosa	NA	Porcentaje
	Lignina	NA	Porcentaje
	Proteína	NA	Porcentaje
	Aminoácidos	NA	Porcentaje
	Humedad	NA	Porcentaje
	Actividad de agua	Alta Media Baja	NA

NA = No Aplica, de acuerdo con la naturaleza de cada variable

Componente estadístico de la Investigación

La investigación se desarrollará en dos fases: 1) obtención del hongo comestible y 2) desarrollo de la salchicha fermentada tipo fuet.

Fase 1: obtención de *Pleurotus ostreatus*

La optimización de las condiciones físicas y químicas del medio de cultivo de *Pleurotus ostreatus* se realizará mediante el método de superficie de respuesta (MSR) a fin de mejorar el rendimiento de este hongo en condiciones controladas. Esto permitirá modelar la relación entre las variables de estudio y el rendimiento. El MSR emplea una ecuación polinómica de segundo orden para representar estas relaciones, lo que ajusta simultáneamente varios factores y sus interacciones de

manera más efectiva que otros métodos experimentales tradicionales (Myers & Montgomery, 2020).

El modelo general de la superficie de respuesta se expresa mediante una ecuación cuadrática que incluye términos lineales, cuadráticos e interacciones entre los factores.

Este análisis se basa en la experimentación para estimar los coeficientes, los cuales se obtienen mediante técnicas de regresión multivariante. Con estos coeficientes, se puede generar una superficie o gráfico tridimensional que muestra cómo las variables influyen en la respuesta. Esto facilita la identificación de los valores óptimos de las variables independientes que maximizan o minimizan el rendimiento del cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Para obtener resultados más precisos, se emplearán gráficos de contorno y representaciones 3D que permitan observar las interacciones entre los factores (Montgomery, 2017).

El modelo obtenido será validado para asegurar su fiabilidad y robustez. Esto implica comprobar la precisión de las predicciones a través del análisis de varianza (ANOVA) y calcular el coeficiente de determinación R^2, que debe ser cercano a 1 para indicar que el modelo explica la mayor parte de la variabilidad observada en los datos. La significancia estadística de los coeficientes también se evaluará utilizando pruebas t, para determinar qué variables tienen un efecto significativo sobre la respuesta y cuáles pueden ser descartadas. También se realizará un análisis de los residuos para verificar que estos se distribuyen de manera aleatoria y siguen una distribución normal, lo cual es decisivo para garantizar la validez del modelo (Zheng et al., 2020).

En términos de optimización, el objetivo es encontrar las condiciones del medio de cultivo que maximicen el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*. Esto se logrará resolviendo el sistema de ecuaciones derivadas de la función de respuesta, obtenida al igualar las derivadas parciales del modelo con respecto a cada variable independiente Xi a cero. El sistema de ecuaciones resultante puede ser resuelto utilizando técnicas numéricas, como el método de gradiente descendente o algoritmos de optimización multivariable (Myers y Montgomery, 2020). Las soluciones

obtenidas indicarán los valores óptimos de los factores experimentales que conduzcan al mejor desempeño del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

El uso del método de superficie de respuesta para optimizar las condiciones del medio de cultivo de *Pleurotus ostreatus* es una estrategia poderosa que permite modelar y comprender las interacciones complejas entre las variables del proceso. La aplicación de esta técnica no solo optimiza el rendimiento del cultivo, sino que también facilita la toma de decisiones, lo cual es fundamental para el desarrollo de procesos eficientes y sostenibles en la producción de este hongo.

Fase 2: desarrollo de la salchicha fermentada tipo fuet

Se utilizará el software Design-Expert de prueba para aplicar un diseño de mezclas D-optimal, considerando las siguientes restricciones: carne de res (40-50), grasa (10-20) y Pleurotus ostreatus (20-30). A partir de estas restricciones, se definirán siete tratamientos para la matriz experimental de las formulaciones del Fuet, en las que se incorporará el macromiceto Pleurotus ostreatus. Los detalles de los tratamientos se presentan en la tabla 7.

Tratamientos para la formulación del Fuet con incorporación de Pleurotus ostreatus

Tratamientos para la formulación del Fuet con incorporación de *Pleurotus ostreatus*

Tratamiento	Carne (%)	Grasa de cerdo (%)	*Pleurotus ostreatus* (%)
1	43,71	13,72	2357
2	40,55	20,00	20,45
3	50,00	10,45	20,55
4	45,31	15,43	20,26
5	40,56	10,43	30,00
6	45,28	10,40	25,31
7	40,28	15,38	25,35

La proporción de insumos se mantendrá constate.

Para el criterio de optimización se realizará el análisis proximal, determinación de pH, contenido de aminoácidos y evaluación sensorial. Se aplicará el método de superficie de respuesta (MSR) y se evaluará el efecto de la incorporación del hongo en el Fuet.

1. Impactos esperados

Matriz de impactos	
Social	Este estudio tiene el potencial de ofrecer alternativas para la producción de alimentos más saludables y variadas para las personas con problemas de obesidad, diabetes y que requieran de alimentos nutritivos, ampliando así las posibilidades de elección y bienestar en la sociedad. Además, al utilizar los desechos agrícolas, se promueve el reconocimiento y valorización del ambiente y por ende de la naturaleza, mitigando ellos factores que promueven el cambio climático y contribuyendo con la preservación de las tradiciones alimentarias locales de esta manera se logrará fortalecer la diversidad cultural. Además, se puede impactar positivamente en las comunidades agrícolas para que cultiven estos productos, ofreciendo oportunidades económicas a través de la promoción y comercialización de estos productos en el sector alimentario.
Científico	Esta investigación presenta una oportunidad para profundizar en el entendimiento del cultivo de hongos comestibles, sus propiedades, beneficios en la salud y promover la producción y el consumo, de esta manera se generan alimentos ricos en proteínas como alternativa a las proteínas animales cuya producción causa graves problemas al ambiente. El empleo de técnicas estadísticas avanzadas permitirá modelar la producción optimizando los recursos, tecnificando y automatizando los

	procesos. Para que pueda ser transferida esta tecnología a los sectores más vulnerables de la provincia.
Económico	La incorporación de productos innovadores en el sector de los alimentos funcionales puede catalizar la demanda y comercialización de estos insumos, creando oportunidades económicas para las comunidades agrícolas que los cultiven. Esta investigación tiene el potencial de aumentar tanto la producción como la comercialización de hongos comestibles, diversificando las opciones alimentarias en el mercado y, por ende, fomentando la generación de empleo en áreas rurales. Además, la producción de hongos comestibles con un alto valor proteico elevado podría dar lugar a un mercado atractivo para productos alimentarios diseñados para satisfacer necesidades dietéticas específicas, permitiendo así capturar segmentos de consumidores con demandas particulares. En resumen, este estudio no solo podría beneficiar a las comunidades agrícolas mediante un impulso económico en la producción y comercialización de cultivos de hongos comestibles, sino que también abriría oportunidades en el mercado de alimentos funcionales, generando posibles beneficios económicos a través de la innovación alimentaria.
Político	Esta investigación podría contribuir al desarrollo de políticas alimentarias más inclusivas y orientadas a la salud, promoviendo la diversificación de la oferta de alimentos adaptados a necesidades dietéticas específicas. El enfoque en hongos comestibles enriquecidos con aminoácidos esenciales podría fomentar políticas que impulsen la preservación y promoción de cultivos locales, beneficiando a comunidades agrícolas y promoviendo la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Además, al mejorar la

	disponibilidad de opciones alimentarias para personas que requieren alimentos especiales, esta investigación podría respaldar políticas públicas orientadas a garantizar el acceso equitativo a alimentos saludables para grupos con necesidades dietéticas especiales. En resumen, este estudio podría influir en la formulación de políticas sociales y alimentarias más inclusivas, promoviendo la diversificación alimentaria, la conservación de cultivos locales y la atención a las necesidades dietéticas de diversos grupos de la población
Actividad I+D+i	Se espera que los resultados sean publicables en revistas de alto impacto científico, contribuyendo así al avance del conocimiento en el campo de la ciencia alimentaria y la nutrición. Además, en caso de obtener resultados innovadores y únicos, existe la posibilidad de que estos sean considerados como productos susceptibles de registro de propiedad intelectual ante el SENADI
ODS	Al incluir productos andinos en la formulación de alimentos, se fomenta la preservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola (ODS 2), así como el fortalecimiento de la agricultura sostenible (ODS 12). El uso de ingredientes locales puede reducir la dependencia de importaciones y promover prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Además, la investigación podría contribuir a la producción de alimentos más saludables y nutritivos, lo que se alinea con el ODS 3 (Salud y Bienestar). La diversificación de la oferta de alimentos, ofreciendo alternativas para personas que requieran alimentos de régimen especial que promueven la inclusión alimentaria y la equidad en el acceso a dietas saludables (ODS 10). Asimismo, el desarrollo de prácticas alimentarias más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente podría contribuir a

	la mitigación del cambio climático (ODS 13). El enfoque en ingredientes locales y tradicionales podría fortalecer la cultura alimentaria y promover la integración de prácticas sostenibles en la industria alimentaria, lo que se alinea con el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables).
Otro (especifique) **Sostenibilidad institucional**	El enfoque en la inclusión de ingredientes locales y sostenibles en la formulación de alimentos resalta el apoyo a prácticas agrícolas sostenibles en la región, promoviendo así la biodiversidad agrícola y el desarrollo local. Al fortalecer y fomentar la producción de hongos comestibles con el uso de residuos agrícolas locales, esta investigación se alinea con los valores del Green Metric, incentivando la conservación de recursos naturales y la reducción de la huella ambiental. Asimismo, el impulso a la innovación alimentaria sostenible en la universidad a través de esta investigación puede servir como un ejemplo en la promoción de prácticas alimentarias responsables. El estudio de alternativas de alimentos saludables y sostenibles, como los hongos comestibles, no solo fortalece la posición de la UPEC en el Green Metric, sino que también evidencia su liderazgo en la adopción de enfoques sostenibles en la investigación y desarrollo de alimentos. La investigación contribuye a solucionar los problemas del contexto en base a las necesidades establecidas en el numeral 14 del instructivo de la convocatoria: 1. Reactivación económica sostenible de la Zona I.

2. Transferencia de resultados

Se planea utilizar una variedad de medios de comunicación para difundir los resultados obtenidos. Se contempla la publicación de artículos científicos en revistas de alto impacto, así como la participación en conferencias y eventos académicos nacionales e internacionales para compartir los hallazgos con la comunidad científica. Además, se pretende elaborar informes técnicos y resúmenes ejecutivos accesibles al público en general, con el fin de difundir los resultados a una audiencia más amplia.

En el caso de que los resultados de la investigación se traduzcan en un desarrollo tecnológico, como un nuevo producto alimenticio o un proceso innovador, con la ayuda del Departamento de Investigación y la Unidad de Producción y Difusión Académica y Científica, se plantea la posibilidad de la presentación de propuestas para la protección de la propiedad intelectual, como patentes o derechos de autor, que aseguren la valorización y el uso efectivo de los resultados.

Asimismo, se contempla la posibilidad de realizar talleres, seminarios o capacitaciones dirigidas a profesionales, productores y tomadores de decisiones del sector alimentario para presentar los resultados de la investigación y promover su adopción e implementación.

Productos de investigación

Tipo de producto	Cantidad
Artículos científicos publicados en revistas SJR (Q1 o Q2) o WOS (Factor de impacto igual o superior a 2)	2
Artículos científicos publicados en revistas SJR (Q3 o Q4) o WOS (Factor de impacto inferior a 2)	0

Artículo científico de impacto regional	1

Además, se prevé la participación en eventos científicos internacionales y el proyecto dará lugar a una formación doctoral, así como a la estructuración de por lo menos 3 trabajos de titulación de grado

3. Cronograma

No.	Actividades	2025												2026												2027									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Construcción del estado del arte																																		
2	Obtención de la cepa Pleurotus ostreatus																																		
3	Aislamiento y purificación																																		
4	Preparación del inóculo																																		
5	Recolección de sustratos																																		
6	Caracterización de los residuos (sustrato)																																		
7	Tratamientos de sustratos																																		
8	Preparación y presentación del primer artículo																																		
9	Siembra																																		
10	Incubación																																		
11	Producción																																		
12	Análisis proximal, proteínas y áminoácidos.																																		
13	Preparación del segundo artículo																																		
14	Desarrollo del modelo matemático																																		
15	Validación del modelo																																		
16	Preparación del tercer artículo																																		
17	Elaboración del informe del proyecto																																		

23. Recursos y presupuesto *(Indicar de una manera general los recursos materiales, talento humano, tecnológicos, de producción científica, entre otros).*

El presente proyecto se desarrollará con el financiamiento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Tabla 2

Presupuesto para el desarrollo de la investigación

Actividades (según el cronograma)	Partida	CPC	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Total	Fecha de ejecución
Primera fase: Caracterización química de los residuos agrícolas (aliso, acacia y maíz) **Segunda fase:** Caracterización química del *Pleurotus ostreatus* y del fuet	840104	482530511	Maquinaria y Equipos (HPLC con detectores PDA y fluorescencia)	1	140000	140000	mar-25
	840104	482530511	Maquinaria y Equipos (Equipo para electroforesis)	1	7000	7000	mar-25
	840104	4612200118	Maquinaria y Equipos (Reguladores de corriente)	1	150	150	mar-25
	840107	461220011	Equipos informáticos (Reguladores de corriente UPS)	1	1000	1000	mar-25
	530829	3520000091	Insumos de investigación (estándares para aminoácidos)	1	1500	1500	mar-25
PRESUPUESTO TOTAL						**149650**	

20. Referencias bibliográficas

Aguiar, S., Estrella, M. E., & Cabadiana, H. U. (2022). Residuos agroindustriales: Su impacto, manejo y aprovechamiento. *AXIOMA*, *27*, Article 27. https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.803

Arias-Carbajal, G. M. O., García, G. B., Betancourt, D., Álvarez, I., & González, A. L. (2005). *Biotransformacion de Residuos Lignocelulosicos con Hongos Pleurotus. 36*.

Blanco, G. M. D. la C., Arellanos, T. M., Pech, Z. G. H., & Martínez, V. R. (2020). El hongo Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) y su valor agregado: Caso de estudio: HONGOS SETAS (Pleurotus ostreatus) Y SU VALOR AGREGADO. *Agro Productividad*, *13*(5). https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1647

Cardona, L. (2001). Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus. *Crónica forestal y del medio ambiente*, *16*, 99-115.

Cruz, D. (2020). Producción y valor proteico de Pleurotus ostreatus en la región sur de Ecuador: Valor proteico de Pleurotus ostreatus. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, *12*(2), Article 2. https://doi.org/10.18272/aci.v12i2.1806

Jaramillo Mejía, S., Albertó, E., Jaramillo Mejía, S., & Albertó, E. (2019). Incremento de la productividad de Pleurotus ostreatus mediante el uso de inóculo como suplemento. *Scientia fungorum*, *49*. https://doi.org/10.33885/sf.2019.49.1243

Mishra, V., Tomar, S., Yadav, P., Vishwakarma, S., & Singh, M. P. (2022). Elemental Analysis, Phytochemical Screening and Evaluation of Antioxidant, Antibacterial and Anticancer Activity of Pleurotus ostreatus through In Vitro and In Silico Approaches. *Metabolites*, *12*(9), 821. https://doi.org/10.3390/metabo12090821

Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons.

Myers, R. H., & Montgomery, D. C. (2020). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, 4th Edition | Wiley* (3.ª ed.). Wiley. https://www.wiley.com/en-hk/Response+Surface+Methodology%3A+Process+and+Product+Optimization+Using+Designed+Experiments%2C+4th+Edition-p-9781118916018

Natalia Fernández, Natalia Fernández, Rosana Gaggino, Rosana Gaggino, María Josefina Positieri, María Josefina Positieri, Jerónimo Kreiker, & Jerónimo Kreiker. (2020). *Materiales biopoliméricos desarrollados a partir de micelio y residuos lignocelulósicos. Estado de la técnica actual y perspectivas de aplicación en el campo del hábitat*. https://doi.org/10.33414/ajea.5.774.2020

National Geographic. (2024). *Los 4 datos que muestran el impacto de comer carne en el medio ambiente*. National Geographic. https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/03/los-4-datos-que-muestran-el-impacto-de-comer-carne-en-el-medio-ambiente

Ortega, P. (2023). *El «Día sin carne» busca reducir la huella ecológica* [El Economista]. https://www.eleconomista.com.mx/los-especiales/El-Dia-sin-carne-busca-reducir-la-huella-ecologica-20230320-0047.html

Pineda-Insuasti, J. A., Ramos-Sánchez, L. B., & Soto-Arroyave, C. P. (2014). *Producción de Pleurotus ostreatus por fermentación en estado sólido: Una revisión*. *48*(2), 13-23.

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, *360*(6392), 987-992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

Quintana Zamora, J. G., Parrales Gallo, M. A., Vera Chang, J. F., & Tigselema Zambrano, S. M. (2024). Producción de Pleurotus ostreatus y Pleurotus sapidus con residuos agrícolas de Glycine max, Oryza sativa y Zea mays. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, *8*(1), 83-93. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n1.2024.83-93

Rivas Torres, B. (2006). *Aprovechamiento de residuos agroforestales e industriales de carácter lignocelulósico para la producción biotecnológica de compuestos de interés alimentario* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidade de Vigo]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=222211

Sánchez, J., & Royse, D. (2017). *La Biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp.*

Sevilla, I. R. (2017). Caracterización química de tres residuos lignocelulósicos generados en la región del Cantón Alausí. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, *20*(40), Article 40. https://doi.org/10.15381/iigeo.v20i40.14393

Svanberg, I., & Lindh, H. (2019). Mushroom hunting and consumption in twenty-first century post-industrial Sweden. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *15*(1), 42. https://doi.org/10.1186/s13002-019-0318-z

Trujillo, A. S. D., Insuasti, J. A. P., Juarez, M. G., & Trujillo, A. G. (2018). *Pleurotus ostreatus: Una seta con potencial. 1*.

Zheng, X., Sun, H., Wu, L., Kong, X., Song, Q., & Zhu, Z. (2020). Structural characterization and inhibition on α-glucosidase of the polysaccharides from fruiting bodies and mycelia of *Pleurotus eryngii*. *International Journal of*

Biological Macromolecules, *156*, 1512-1519.

https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.199

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO

MSc. Wilman Jenny Yambay Vallejo

DIRECTORA PROYECTO