

Producción y comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia: análisis de la cadena productiva, logística y barreras en un contexto global

Leidy Johana Garzón Castañeda

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gerencia de la Productividad y de las Operaciones Logísticas

Director

Juan Carlos Cadena Sarmiento

Máster en gestión de organizaciones

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Gerencia de la Productividad y de las Operaciones Logísticas

2026

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y la oportunidad de culminar este proceso académico, guiando cada uno de mis pasos y brindándome sabiduría en los momentos más desafiantes.

A mi hija, quien es mi mayor motivación e inspiración para seguir adelante y superarme cada día.

A mi esposo, por su apoyo incondicional, su comprensión y acompañamiento constante durante este camino, siendo un pilar fundamental en la realización de este logro.

Con todo mi amor y cariño a mi familia, por ser fuente de mi constante apoyo.

Agradecimientos

A mi tutor de monografía, Mg. Juan Carlos Cadena por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación, que fueron fundamentales para la consolidación de este trabajo.

Al ingeniero químico Diego Hernando Romero, por su disposición y colaboración en la entrevista realizada, así como por compartir su experiencia y conocimientos, que permitieron enriquecer el análisis desde una perspectiva práctica.

Contenido

Introducción	17
1. Producción y comercialización del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en Colombia: análisis de la cadena productiva, logística y barreras en un contexto global	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.1.1 El uso de los recursos naturales	18
1.1.2 Ajuste de las normativas ambientales.....	19
1.1.3 Riesgos de bioseguridad y enfermedades de animales.....	19
1.1.4 Costos de producción y logística.....	20
1.1.5 Cambios en el comportamiento del consumidor	22
1.2 Justificación.....	22
1.3 Objetivos	25
1.3.1 Objetivo general	25
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
2. Marco referencial.....	25
2.1 Tipos y características principales de los hongos comestibles	25
2.1.1 Hongo comestible <i>Agaricus Bisporus</i> (champiñón)	26
2.1.2 Hongo comestible <i>Lentinula Edodes</i> , (shiitake).....	27
2.1.3 Hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> (Orellana)	28
2.2 Estado del arte.....	29
2.2.1 Sistema de trazabilidad basado en blockchain para cadenas de suministro de <i>Pleurotus ostreatus</i> en China.....	29

2.2.2 Economía de la producción y comercialización del hongo Ostra en Bukidnon, Filipinas	32
2.2.3 Estudio de factibilidad para el cultivo de hongo Orellana en Suratá, Santander y.....	33
comercialización en la ciudad de Bucaramanga.....	33
2.2.4 Efecto de diferentes antioxidantes y envases en atributos fisicoquímicos y sensoriales de Orellana refrigerada	34
2.2.5 Evaluación del crecimiento y producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca.....	35
2.2.6 Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles, Universidad de la Salle	35
2.3 Marco teórico	36
2.3.1 Etapas y actores de la cadena de suministro en un contexto global	36
2.3.2 Proceso Productivo y comercial de Hongos Pleurotus en Colombia	41
2.3.3 Barreras en el sector de hongos comestibles en Colombia.....	44
2.3.4 Entrevista semiestructurada en la investigación cualitativa	46
2.4. Marco conceptual	47
2.4.1 Hongos comestibles.....	47
2.4.2 <i>Pleurotus ostreatus</i> (orellana)	47
2.4.3 Sustrato	47
2.4.4 Producción de hongos.....	48
2.4.5 Poscosecha.....	48
2.4.6 Cadena de suministro.....	48
2.4.7 La comercialización de hongos comestibles	49

2.4.8 La logística agroalimentaria	49
2.4.9 Trazabilidad alimentaria	49
2.4.10 Economía circular.....	50
2.5 Marco legal.....	50
3. Método	51
4. Resultados	52
4.1 Caracterización de la cadena de suministro de hongos comestibles a nivel global	53
4.2 Comparación de prácticas de producción y comercialización en Colombia y el contexto Global	55
4.3 Condiciones logísticas y tecnológicas en la cadena de suministro del <i>Pleurotus ostreatus</i> en Colombia.	57
4.4 Barreras que limitan el desarrollo del sector en Colombia	59
5. Conclusiones.....	60
Referencias.....	62
Apéndices.....	68

Lista de tablas

Tabla 1. *Costos de proteína animal bovino, porcino y pollo estimado por unidad*..... 20

Tabla 2. *Huella ambiental y comparación de costos entre hongos comestibles y carne roja (por kilogramo)*..... 21

Tabla 3. *Patentes de procesos o productos con macrohongos en Colombia (Superintendencia de industria y comercio, 2021)* 23

Lista de figuras

Figura 1. <i>Hongo comestible Agaricus Bisporus (champiñón)</i>	26
Figura 2. <i>Hongo comestible Lentinula Edodes (Shiitake)</i>	27
Figura 3. <i>Hongo comestible Pleurotus ostreatus (Orellana)</i>	28
Figura 4. <i>Diagrama de flujo de proceso de Pleurotus ostreatus en China</i>	30
Figura 5. <i>Recopilación de la información para la trazabilidad de Hongos P.O. en China</i>	31
Figura 6. <i>Rendimiento de producción de P. Ostreatus y P. Pulmonaris</i>	35
Figura 7. <i>Cadena de suministro de los hongos comestibles Pleurotus en un contexto global</i> ...	37
Figura 8. <i>Proceso productivo de hongos Pleurotus ostreatus en Colombia</i>	42
Figura 9. <i>Parámetros óptimos para el cultivo de Orellanas</i>	43
Figura 10. <i>Cadena de suministro de los hongos comestibles en un contexto Global</i>	54
Figura 11. <i>Diagrama de operaciones del proceso productivo y de comercialización del hongo Pleurotus ostreatus en Colombia</i>	56

Lista de apéndices

Apéndice A. *Transcripción completa de entrevista realizada a ingeniero químico y productor a pequeña escala*68

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo identificar las debilidades y oportunidades en la producción y comercialización del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en Colombia. Para ello se empleó un enfoque cualitativo de tipo analítico-descriptivo, basado en la revisión de bibliografía científica y en la aplicación de una entrevista semiestructurada a un productor con experiencia en el cultivo a pequeña escala. Los resultados evidencian que globalmente la cadena de suministro de *Pleurotus ostreatus* se estructura en diferentes eslabones que incluyen insumos, producción, transformación, comercialización y consumo, con una creciente incorporación de nuevas tecnologías para ayudar a medir la trazabilidad del producto y su calidad. En Colombia se evidencia que la producción se desarrolla principalmente a pequeña escala, con limitaciones en la estandarización de los procesos, bajo control tecnológico de variables técnicas y en general baja adopción de tecnología. Se identificaron barreras productivas, logísticas y comerciales entre las que se destacan la contaminación de sustratos, la falta de infraestructura en la cadena de frío, baja articulación de los actores y el desconocimiento del producto en la población, sin embargo, el país posee las oportunidades de disponibilidad de residuos agroindustriales y el crecimiento del mercado de alimentación saludable. En conclusión, el fortalecimiento del sector requiere de una estrategia integral que incluya la tecnificación de los procesos, la mejora de la infraestructura logística, la implementación de nuevas tecnologías que midan la trazabilidad y la promoción del valor nutricional e industrial de los hongos comestibles con el fin de aumentar la competitividad y sostenibilidad en nuestro país.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, hongos comestibles, cadena de suministro, comercialización agrícola

Abstract

This research aims to identify the weaknesses and opportunities in the production and commercialization of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* in Colombia. A qualitative, analytical-descriptive approach was employed, based on a review of scientific literature and the application of a semi-structured interview with a small-scale producer. The results show that, globally, the supply chain of *Pleurotus ostreatus* is structured into different stages, including inputs, production, processing, commercialization, and consumption, with a growing incorporation of new technologies to improve product traceability and quality. In Colombia, production is mainly carried out on a small scale, with limitations in process standardization, low technological control of key technical variables, and generally low adoption of technology. Productive, logistical, and commercial barriers were identified, including substrate contamination, lack of cold chain infrastructure, weak coordination among stakeholders, and low consumer awareness. However, the country presents opportunities such as the availability of agro-industrial residues and the growth of the healthy food market. In conclusion, strengthening the sector requires an integrated strategy that includes process technification, improvement of logistical infrastructure, implementation of new technologies for traceability, and promotion of the nutritional and industrial value of edible mushrooms in order to increase competitiveness and sustainability in Colombia.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, edible mushrooms, supply chain, agricultural commercialization.

Glosario

β -glucanos: polisacáridos compuestos por unidades de β -D-glucosa que se encuentran en las paredes celulares de cereales, hongos y bacterias, con propiedades fisicoquímicas diversas y efectos positivos en la salud, como la disminución del colesterol LDL y la mejora de la respuesta inmunológica (AcademiaLab, s.f.; SciELO, 2023).

Biomasa: materia orgánica de origen vegetal, animal o microbiológico, incluyendo residuos agrícolas, forestales e industriales de origen biológico, que puede ser utilizada como fuente de energía o como insumo productivo en diferentes procesos económicos y ambientales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018).

Bio-seguros (bioseguridad): conjunto de medidas, normas y procedimientos preventivos aplicados a los sistemas productivos, especialmente agropecuarios, con el fin de reducir el riesgo de introducción y propagación de enfermedades, proteger la salud animal, humana y ambiental, y garantizar la inocuidad de los procesos productivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

Biorremediación: proceso mediante el cual se utilizan organismos vivos, como microorganismos, hongos o plantas, para degradar, transformar o eliminar contaminantes presentes en el suelo, el agua o el aire, con el fin de reducir su impacto ambiental y restaurar los ecosistemas afectados (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2022).

Blockchain: tecnología de registro distribuido que permite almacenar información en bloques de datos enlazados criptográficamente, que se comparten y validan entre múltiples participantes de una red. Este sistema garantiza transparencia, inmutabilidad y seguridad de los datos, ya que una vez registrada la información no puede modificarse sin el consenso de la red (Casino et al., 2019).

Bomba aspersora: equipo utilizado para aplicar líquidos en forma de rocío o aspersión. En el cultivo de hongos comestibles se emplea para mantener niveles adecuados de humedad en el ambiente o sobre el sustrato, favoreciendo el desarrollo y fructificación del micelio (Sánchez, 2010).

Calidra: nombre comercial utilizado para referirse a productos derivados de la **cal**, especialmente hidróxido de calcio o cal hidratada. En el ámbito agrícola y de producción de hongos, la cal hidratada se utiliza para regular el pH, desinfectar y acondicionar sustratos orgánicos, favoreciendo condiciones adecuadas para el crecimiento de los microorganismos o cultivos (Boyle, 1998; Sánchez, 2010).

Compuestos bioactivos: sustancias presentes de forma natural en los alimentos, especialmente de origen vegetal o fúngico, que ejercen efectos beneficiosos sobre la salud más allá de su valor nutricional básico al intervenir en procesos fisiológicos y metabólicos del organismo, como la actividad antioxidante, antiinflamatoria o inmunomoduladora (Granato et al., 2020).

Cuerpos fructíferos: estructuras reproductivas visibles de los hongos, desarrolladas a partir del micelio, cuya función principal es la producción y dispersión de esporas; en los hongos comestibles, corresponden a la parte aprovechada para el consumo humano (Chang & Miles, 2004).

Desinfectantes: sustancias químicas utilizadas para eliminar o reducir microorganismos como bacterias, hongos y virus presentes en superficies, equipos o materiales. En la producción de hongos comestibles se emplean para mantener condiciones de higiene y evitar contaminaciones durante el proceso de cultivo (Sánchez, 2010)

Ergotioneína: compuesto bioactivo natural perteneciente al grupo de los aminoácidos azufrados, con alta capacidad antioxidante. La ergotioneína es sintetizada principalmente por

hongos y algunas bacterias, y se encuentra en concentraciones significativas en hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* y *Lentinula edodes*. En el organismo humano contribuye a la protección celular frente al estrés oxidativo, lo que resalta el valor nutricional y funcional de los hongos comestibles (Cheah & Halliwell, 2012).

Estrés hídrico: situación que se presenta cuando la demanda de agua supera la cantidad disponible durante un período determinado o cuando su calidad limita su uso, lo que genera presión sobre los recursos hídricos y afecta el desarrollo humano, los ecosistemas y las actividades productivas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022).

Fructificación: etapa del desarrollo del hongo en la que el micelio forma los cuerpos fructíferos responsables de la producción de esporas (Chang & Miles, 2004).

Hilo de rafia: cordel o fibra sintética (generalmente de polipropileno) o natural; en la producción de hongos comestibles se emplea comúnmente para amarrar bolsas de sustrato o asegurar materiales durante el proceso de cultivo y manejo (Sánchez, 2010).

Interanual: hace referencia a la comparación de una variable económica o estadística entre un período y el mismo del año anterior, con el fin de analizar su evolución o variación en el tiempo (Banco de la República, 2023).

IoT (Internet de las cosas): conjunto de tecnologías que permiten la conexión de dispositivos físicos, sensores y equipos a internet, con el fin de recopilar, transmitir y analizar datos en tiempo real. Estos dispositivos pueden monitorear variables del entorno y comunicarse entre sí o con plataformas digitales, facilitando la automatización, el control y la toma de decisiones en distintos sistemas productivos (Atzori, Iera, 2010).

Láminas: piezas planas de material, generalmente plástico, metal o policarbonato, utilizadas en estructuras agrícolas o instalaciones productivas para cubrir, proteger o separar espacios, como en invernaderos, techos o áreas de cultivo.(Sánchez, 2010)

Lignocelulósicos: materiales de origen vegetal compuestos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, que constituyen la mayor parte de la biomasa vegetal y pueden ser aprovechados como sustratos en procesos productivos, como el cultivo de hongos comestibles, debido a su capacidad para ser degradados por enzimas fúngicas (Sun & Cheng, 2002).

LoRa: las redes de comunicación Long Range son una tecnología inalámbrica de largo alcance y bajo consumo energético que permite la transmisión eficiente de datos entre dispositivos, especialmente en aplicaciones del (IoT), utilizando modulación de espectro ensanchado para lograr alta sensibilidad y cobertura en grandes distancias.(Guo et al., 2025)

MFT-Chain: sistema de trazabilidad basado en blockchain que permite registrar, almacenar y verificar de forma segura la información generada en las diferentes etapas de la cadena de suministro alimentaria.(Guo et al., 2025)

Micelio: estructura vegetativa de los hongos, formada por una red de filamentos microscópicos denominados hifas, que se desarrolla en el sustrato y cumple la función de absorción de nutrientes, crecimiento y soporte del organismo fúngico (Alexopoulos, Mims & Blackwell, 1996).

Nematodos: microorganismos del filo *Nematoda* presentes en el sustrato y en los ambientes de cultivo de hongos comestibles, que pueden afectar negativamente el desarrollo del micelio y la formación de cuerpos fructíferos al alimentarse de tejidos fúngicos o introducir contaminaciones, por lo que su control constituye un aspecto clave de la bioseguridad y el manejo sanitario en los sistemas de producción fúngica (Sánchez, 2010)

Primordio: en micología, un *primordio* es una estructura inicial del cuerpo fructífero de un hongo que se forma en el micelio y constituye el primer estadio visible que puede desarrollarse posteriormente en un hongo maduro, (Baars 2020)

Producción pecuaria: conjunto de actividades orientadas a la cría, manejo y aprovechamiento de animales domésticos con fines productivos, tales como la obtención de alimentos, materias primas y otros bienes de origen animal, bajo sistemas que pueden ser tradicionales o tecnificados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021).

Saprófitas: organismos, principalmente hongos y bacterias, que obtienen sus nutrientes a partir de la descomposición de materia orgánica muerta, desempeñando un papel fundamental en el reciclaje de nutrientes y en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas (Tortora, Funke & Case, 2019).

Tambos: recipientes o contenedores de gran capacidad, generalmente fabricados en plástico o metal, utilizados para almacenar, transportar o mezclar materiales líquidos o sólidos. En el cultivo de hongos comestibles pueden emplearse para preparar o almacenar sustratos, agua, soluciones nutritivas o materiales orgánicos utilizados durante la producción (Sánchez, 2010)

Tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR): indicador financiero y estadístico que mide el crecimiento promedio anual de una variable durante un período determinado, considerando el efecto acumulativo del crecimiento año tras año, como si este se hubiera producido a una tasa constante (Damodaran, 2012).

Introducción

La producción y comercialización de hongos comestibles a nivel global ha tomado relevancia al presentarse como una opción alimentaria sostenible, eficiente y con un alto potencial de crecimiento dentro de los sectores agroalimentarios, específicamente el hongo *Pleurotus ostreatus*, que se destaca por su valor nutricional, su capacidad de cultivo sobre sustratos lignocelulósicos de bajo costo y su adaptabilidad a diferentes condiciones productivas, convirtiéndolo en una opción atractiva desde la perspectiva de la productividad, la logística y la competitividad empresarial.

A pesar de este panorama tan positivo, en Colombia los hongos comestibles como el *Pleurotus ostreatus* presentan un limitado desarrollo frente a su capacidad productiva y comercial, aunque se cuenta con las condiciones climáticas y con los insumos agrícolas aprovechables, se identifican barreras que impiden el crecimiento del sector y su competitividad.

El presente trabajo aborda el análisis de la producción y comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia con el propósito de identificar los factores que inciden en su desempeño competitivo, para esto se contempla el estudio de la cadena productiva en un contexto global y la comparación con las prácticas productivas y comerciales utilizadas en Colombia, de manera que logremos reconocer qué fortalezas y oportunidades de mejora presenta el sector.

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de generar información que sirva de apoyo en la toma de decisiones en el ámbito de la gerencia de la productividad y las operaciones logísticas, igualmente es importante porque aporta elementos que contribuyan al fortalecimiento de su cadena productiva.

1. Producción y comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia: análisis de la cadena productiva, logística y barreras en un contexto global

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, la seguridad alimentaria del mundo se ve cada vez más en riesgo, teniendo presente que, en el 2023, según informe presentado por la ONU, 733 millones de personas enfrentaron hambre a nivel mundial, es decir 1 de cada 11 personas enfrentaron esta problemática.

Según las Naciones Unidas (ONU), en los últimos siglos la población mundial ha pasado de un crecimiento de 2% (aproximadamente) en el año 1804 a 0.84% (aproximadamente) en el año 2025, hay otras estimaciones que mencionan que seguirá en descenso, mientras otras afirman que para el 2080 aumentará este porcentaje, en cualquiera de los anteriores escenarios, se requiere una ajuste de la producción mundial de alimentos.

Según la FAO se ha presentado un incremento en la producción de cultivos primarios con un 56%, producción de aceites vegetales con 133%, la producción de carnes con un 55%, el uso de pesticidas con un 70%, así mismo, las emisiones de gases de efecto invernadero con un 10%.

Otros factores que en la actualidad son más visibles cuando consumimos o producimos proteína animal son:

1.1.1 El uso de los recursos naturales

Para producir un kilogramo de carne de res (carne deshuesada), el ganado consume cantidades muy grandes de agua a lo largo de su vida productiva, la mayoría de la cual está asociada con la producción de alimento. Los autores estiman que la huella hídrica total de 1 kg. de carne de

res es alrededor de 15500 litros de agua cuando se suman los diferentes componentes del sistema productivo.(Okutan & Akkoyunlu, 2021)

Según datos de la FAO la ganadería contribuye con un 12% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, este porcentaje corresponde a emisiones directas e indirectas las cuales contribuyen al cambio climático.

1.1.2 Ajuste de las normativas ambientales

Los gobiernos están limitando las prácticas contaminantes lo cual obliga a los productores a invertir en infraestructura limpias para la producción y el procesamiento de la proteína animal; para el caso de Colombia, tenemos la ley 99 de 1993 que crea el Ministerio de Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental, además el Decreto 1076 de 2015 que compila normas ambientales , incluyendo restricciones sobre actividades ganaderas en áreas protegidas. Así mismo, regula el uso de los recursos hídricos, emisiones y residuos generados por la producción animal. En cuanto a normas internacionales la Unión Europea y otros países requieren que los animales tengan acceso al aire libre, y alimentación orgánica, prohíbe el uso de antibióticos como promotores de crecimiento y establece límites estrictos sobre la densidad animal para evitar la sobreexplotación del suelo.

1.1.3 Riesgos de bioseguridad y enfermedades de animales

Los gobiernos buscan que la producción de proteína animal se haga dentro de parámetros bioseguros, teniendo en cuenta brotes de enfermedades como la gripe aviar, la fiebre porcina, la fiebre aftosa que frenan la producción y crean riesgos para salud humana; también se debe mencionar la

presión regulatoria y de los consumidores por el uso de antibióticos y hormonas los cuales obligan a que los productores busquen alternativas para mantener la salud animal.

1.1.4 Costos de producción y logística

La alimentación animal representa entre 60 y 70% del costo total de producción pecuaria, esto incluye el forraje, granos, suplementos y aditivos nutricionales, la sanidad animal se compone de las vacunas, medicamentos y controles veterinarios, la mano de obra, los salarios de los operadores, técnicos y personal de manejo, la infraestructura como los corrales, establos, sistemas de protección, sistemas de riego y la maquinaria, la reproducción animal de la que hacen parte la inseminación artificial y el manejo genético, igualmente el agua y la energía, el consumo que se hace para la limpieza, bebida, climatización y procesamiento final. (Torres Oscar, 2017)

Tabla 1. Costos de proteína animal bovino, porcino y pollo estimado por unidad

Tipo de gasto	Carne de bovino (usd)	Carne de porcino(usd)	Pollo de engorde (usd)
Alimentación	500-700	150-250	1-1,50
Sanidad	50-100	20-40	0,10 -0,20
Mano de obra	100-200	50-100	0
Infraestructura	150-300	100-200	1
Total estimado	800-1300	320-590	1,50-2

Nota. Elaboración propia con base en la estructura de costos de la producción pecuaria descrita por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019; 2020).

El costo de producción de la proteína de origen animal se ve afectado por los precios de los granos con los que se alimentan los animales, como el maíz, la soya, el sorgo. Entre otros costos encontramos los de transporte animal desde los sitios de producción hacia los de procesamiento y posterior a los de consumo incrementando los costos finales del producto.

En la siguiente tabla se establece una comparación entre los costos por kilogramo de proteína animal y los de los hongos comestibles, así mismo la huella ambiental en cada caso.

Tabla 2. *Huella ambiental y comparación de costos entre hongos comestibles y carne roja (por kilogramo)*

Producto / Indicador	Huella de tierra (m²)	Huella de carbono (g CO₂)	Huella hídrica (m³)	Costo (USD)
Hongos (1 kg)	0,46	1103	0,3	3,8
Carne roja (1 kg)	37,5	33100	12,1	12,49
Por proteína (hongos)	0,02	50	0,015	0,14
Por proteína (carne roja)	0,13	118	0,043	0,44
Por caloría (hongos)	0,002	3,9	0,001	0,011
Por caloría (carne roja)	0,018	15,99	0,006	0,006

Nota. Elaboración propia a partir de la adaptación y traducción de datos reportados por (Pashaei et al., 2024) en Edible mushrooms as an alternative to animal proteins for having a more sustainable diet: A review.

Con ayuda de la Tabla 2 los autores concluyen que los hongos, como proteína vegetal, son un sustituto nutritivo y ecológico de la carne, ofreciendo ventajas significativas en términos de menor huella hídrica y terrestre. Sin embargo, actualmente no son una alternativa rentable ante la

carne. Para que los hongos sean una opción viable y asequible para todos los consumidores, los gobiernos deberían implementar políticas que fomenten su producción y reduzcan costos, de esta manera, los hongos pueden convertirse en una fuente de proteína más económica y contribuir a prácticas alimentarias más sostenibles. (Pashaei et al., 2024)

1.1.5 Cambios en el comportamiento del consumidor

(Munialo, 2024) afirma que en la actualidad se evidencia un crecimiento en la demanda de proteínas alternas como la vegetal, de insectos y hongos, así mismo, hay una creciente preocupación por el bienestar animal, igualmente menciona que *“antes de que las proteínas alternativas puedan ser plenamente adoptadas en la producción de alimentos, existen varios obstáculos que deben superarse, como el rendimiento de la proteína, la alergenicidad, así como el costo de producción”*(p.11).

Según datos de la (FAO) en 2022 la producción global de hongos y trufas fue de aproximadamente 48,3 millones de toneladas, China se considera el productor predominante, contribuyendo con el 94 % del total mundial. El mercado de hongos comestibles está en crecimiento, para 2024 el sector alcanzó US \$69 billones con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) estimada del 7,8 % entre 2020 y 2027.

Lo anterior nos permite cuestionar: ¿Cuáles son las debilidades y oportunidades del sector de hongos comestibles en Colombia que influyen en su competitividad en el mercado nacional?

1.2 Justificación

El hongo *Pleurotus* es uno de los hongos comestibles más cultivados globalmente por su alto contenido en proteínas y adaptabilidad, en Colombia se proyecta un crecimiento sostenido del

mercado de hongos donde el *Pleurotus ostreatus* representa una porción significativa, otro factor determinante es el aprovechamiento de residuos agrícolas como sustratos que ofrecen oportunidades para aplicar sistemas de economía circular.

En Colombia originalmente los hongos comestibles fueron utilizados por nuestros indígenas, en los últimos años se ha experimentado un incremento en su aprovechamiento comercial y generación de bioproductos con valor alimentario y funcional, incluyendo ingredientes para productos nutritivos y bioactivos.(Vasco-Palacios et al., 2025a)

A continuación, los autores hacen referencia a las patentes de procesos o productos con macrohongos en Colombia:

Tabla 3. *Patentes de procesos o productos con macrohongos en Colombia (Superintendencia de Industria y Comercio, 2021)*

No Patente	Solicitante	Título	Descripción
13036699	Asociación de Bananeros de Colombia-Augura, Universidad de Antioquia	Proceso para potenciar la obtención de sustancias de <i>Ganoderma lucidum</i> , que incluye el uso de radiación electromagnética.	Proceso para potenciar la producción de sustancias con actividad antifúngica obtenidas a partir de <i>Ganoderma lucidum</i> , y su uso como inhibidores de la sigatoka negra del banano y otros hongos.
11160567	Universidad de Antioquia	Medio de cultivo indefinido funcional con inductor natural de biocompuestos.	Desarrollo de medios de cultivo funcionales y sostenibles que optimicen la producción de biocompuestos.
14237690	Reishi Colombia S.A.S	Proceso para la obtención del hongo <i>Ganoderma lucidum</i> sobre sustrato a base de pulpa de café.	Proceso para la producción de <i>Ganoderma lucidum</i> en Colombia aprovechando la pulpa de café y

			empleando temperaturas de hasta 35°C.
12063251	Universidad de Caldas	Biorreactor para la obtención de sustancias bioactivas por fermentación en estado sólido empleando hongos macromicetos.	Biorreactor de lecho fijo con convección natural y forzada, para la producción de bioactivos como enzimas y polisacáridos, empleando hongos macromicetos.
NC2017/0012686	Carmenza Jaramillo	Material absorbente biodegradable que comprende micelio de hongos macromicetos y material vegetal para la recolección, tratamiento y disposición de desechos orgánicos y proceso de obtención de este.	Desarrollo de un producto tipo material biodegradable, elaborado a partir de micelio de macromicetos y material vegetal, principalmente exocarpo y mesocarpo de frutos, con textura moldeable, usado para la recolección, tratamiento y disposición de residuos orgánicos.

Nota. Tomado de (Vasco-Palacios et al., 2025b) datos de la Superintendencia 2021

En la tabla 3 se refleja el interés que las personas tiene por el tema de los hongos comestibles en Colombia, no solo en el ámbito alimenticio sino también como facilitadores en procesos de otros productos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Identificar las debilidades y oportunidades en la producción y comercialización de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la cadena de suministro de los hongos comestibles en el contexto global identificando sus principales actores y etapas.
2. Comparar las prácticas de producción y comercialización de los hongos comestibles *Pleurotus Ostreatus* implementadas en Colombia con aquellas desarrolladas en el contexto global.
3. Evaluar las condiciones logísticas, tecnológicas que afectan la producción, procesamiento y distribución del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia.
4. Identificar barreras existentes que impidan el crecimiento eficiente del sector de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

2. Marco referencial

2.1 Tipos y características principales de los hongos comestibles

Los hongos comestibles son organismos pertenecientes al reino Fungi, que pueden ser consumidos por el ser humano sin efectos tóxicos. En Colombia, especies como el *Agaricus bisporus* (champiñón), *Pleurotus ostreatus* (orellana) y *Lentinula edodes* (Shiitake) son las más

comunes en la producción comercial, además de su valor gastronómico, tienen importancia nutricional y económica,(Vasco-Palacios et al., 2025) para efectos del presente escrito se tomará como referencia la especie *Pleurotus ostreatus* (Orellana) o también llamado hongo Ostra.

2.1.1 Hongo comestible *Agaricus bisporus* (champiñón)

Figura 1. Hongo comestible *Agaricus bisporus* (champiñón)



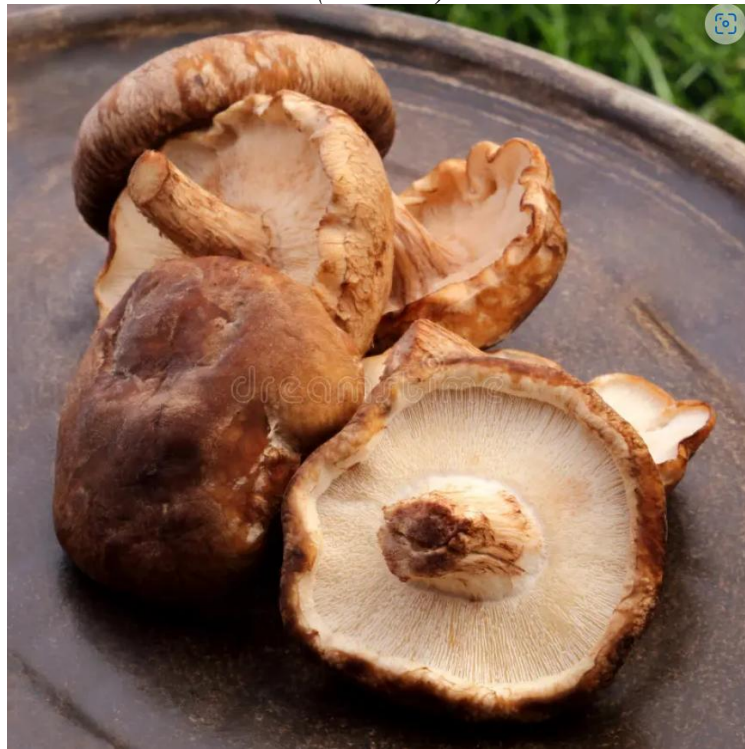
Nota. tomada de la página: <https://img.freepik.com/>

En la investigación cuantificación de polifenoles y ergotionina en hongos cultivados y correlación con la capacidad antioxidante total (Dubost et al., 2007) mostraron que los hongos comestibles *Agaricus bisporus* son una de las fuentes más ricas de ergotionina, este antioxidante está presente en el champiñón en un nivel 12 veces mayor que en el germen de trigo, considerado en alguna ocasión como su fuente natural más alta, el cocimiento no destruye la ergotionina, por lo que los consumidores pueden disfrutar de los beneficios de este hongo sin pérdida de su potencia durante la preparación.

Agaricus bisporus, conocida como champiñón común o seta botón, es la especie de hongo comestible más consumida globalmente, es rica en compuestos bioactivos como beta-glucanos, ergosterol, antioxidantes y vitamina D, los cuales se han asociado con efectos beneficiosos sobre la salud humana, incluyendo mejoras en el estado vitamínico y funciones metabólicas e inmunológicas(Blumfield et al., 2020)

2.1.2 Hongo comestible *Lentinula Edodes*, (shiitake)

Figura 2. Hongo comestible *Lentinula edodes* (Shiitake)



Nota. Fotografía tomada de la página: <https://thumbs.dreamstime.com/>

Lentinula edodes, también llamado Shiitake, es un hongo comestible y funcional de amplia distribución mundial. Diversos estudios señalan que contiene compuestos con propiedades beneficiosas para la salud y aporta nutrientes relevantes, lo que explica su popularidad tanto en la

gastronomía como en la industria alimentaria y nutracéutica (*Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake mushroom*, 2023).(Blumfield et al., 2020).

2.1.3 Hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Orellana)

A continuación se presenta el hongo elegido para la elaboración del presente análisis:

Figura 3. Hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Orellana)



Nota. fotografía tomada de la página: [Pleurotus-ostreatus.jpg \(800×489\)](#)

Pleurotus ostreatus (Orellana) es un hongo comestible producido a escala comercial que se caracteriza por su alto contenido de proteínas, bajo contenido graso y presencia de aminoácidos y ácidos grasos insaturados, lo cual lo posiciona como un alimento nutritivo con valor funcional en dietas saludables (Mesele et al., 2024)

Aporte a la salud de los hongos comestibles Pleurotus ostreatus: diversos estudios han demostrado que *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra) posee una variedad de efectos biológicos

beneficiosos más allá de su valor nutricional, incluyendo propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobianas, inmunomoduladoras, antidiabéticas y antihipercolesterolemias, lo cual se atribuye a sus compuestos bioactivos presentes en los cuerpos fructíferos (polímeros como β -glucanos, polisacáridos, fenoles y otros metabolitos). (Stastny et al., 2022)

Potencial como controladores biológicos Pleurotus ostreatus: los hongos comestibles presentan propiedades nutraceuticas principalmente para los humanos, animales y plantas. Las especies de *Pleurotus* representan una alternativa de control de parásitos ya que tienen actividad nematicida contra diferentes géneros taxonómicos de nematodos de importancia pecuaria. (Rodríguez-Barrera et al., 2021)

Potencial biotecnológico y ambiental Pleurotus ostreatus: los hongos pueden ser utilizados para remover o degradar compuestos contaminantes por medio de un proceso de micorremediación, en ocasiones incluso de manera más eficiente que los procariontes, por lo que pueden ser utilizados para combatir la contaminación de polímeros no biodegradables. (Barrantes-Jiménez et al., 2024)

Igualmente, los autores antes indicados concluyen que el efecto degradador de *Pleurotus ostreatus* sobre el acetato de celulosa en las colillas de cigarro es de gran relevancia puesto que estas representan un problema medio ambiental del cual no se aprecia su magnitud.

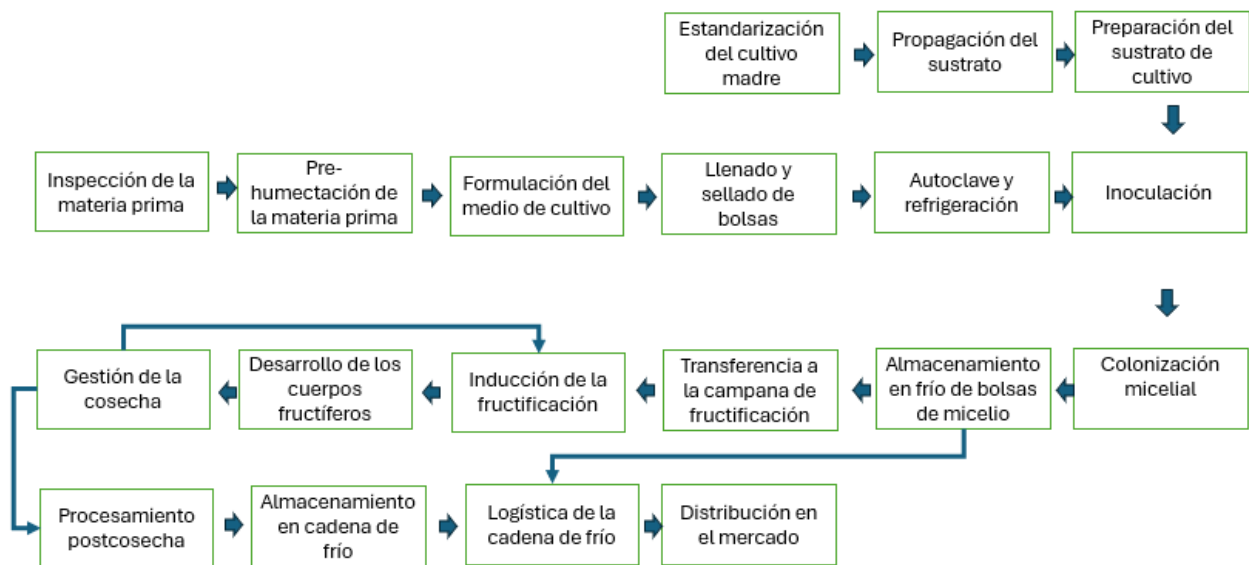
2.2 Estado del arte

2.2.1 Sistema de trazabilidad basado en blockchain para cadenas de suministro de Pleurotus ostreatus en China.

China es el mayor productor y exportador de hongos comestibles del mundo, ha logrado impulsar el crecimiento económico rural, sin embargo, pese a todas las bondades que tienen los hongos comestibles, estudios han demostrado que tienen una capacidad natural para bioacumular metales pesados, razón por la cual este estudio, los autores(Guo et al., 2025) proponen un modelo de trazabilidad flexible de red de subcadenas basado en una arquitectura blockchain, denominada MFT-Chain, diseñado para mejorar la flexibilidad y la fiabilidad de la trazabilidad en toda la cadena de suministro.

A continuación, relaciono el diagrama de flujo de proceso:

Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de *Pleurotus ostreatus* en China

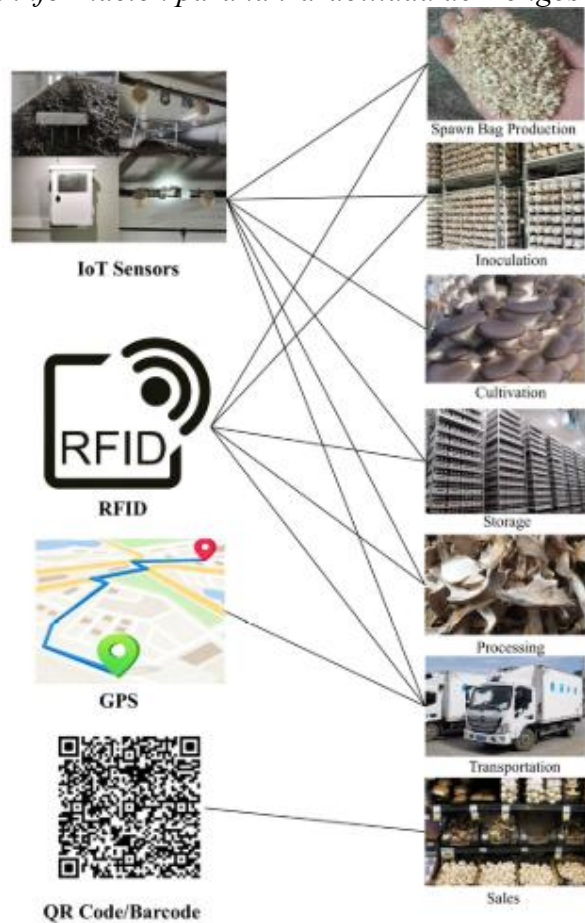


Nota. Tomado y traducido de Diagrama de flujo según estudio Diseño de un Sistema de Trazabilidad Habilitado por Blockchain para las Cadenas de Suministro de *Pleurotus ostreatus* en China(Guo et al., 2025)

La cadena de suministro se analiza en detalle, y abarca todas las etapas de la producción, desde el procesamiento de la materia prima, la preparación de los bastones de hongos, el cultivo de cepas y el crecimiento del cuerpo fructífero hasta la venta de hongos maduros.(Guo et al., 2025)

Lo anterior, con el fin de que al implementar el diseño se cubran todas las áreas de proceso de producción, registrando y transmitiendo información clave y precisa, desde el origen de los hongos hasta su destino.

Figura 5. *Recopilación de la información para la trazabilidad de Hongos P.O. en China*



Nota. Tomado de Diagrama de flujo según estudio Diseño de un Sistema de Trazabilidad Habilitado por Blockchain para las Cadenas de Suministro de Pleurotus ostreatus en China

La tecnología blockchain se caracteriza por ser un sistema de registro distribuido y descentralizado que garantiza la inmutabilidad, transparencia, seguridad y trazabilidad de los datos, mediante el almacenamiento en bloques enlazados criptográficamente (hash), lo que impide

su alteración una vez registrados y permite la verificación confiable entre múltiples actores sin necesidad de intermediarios; además, utiliza mecanismos de consenso para validar la información, fortaleciendo la integridad y confiabilidad del sistema. Por su parte, el Internet de las Cosas (IoT) se define como una arquitectura tecnológica compuesta por tres capas (percepción, red y aplicación) que permite la recolección, transmisión y procesamiento en tiempo real de datos a través de sensores, dispositivos y tecnologías como RFID o redes de comunicación (por ejemplo, LoRa), facilitando el monitoreo continuo de variables ambientales, la automatización de procesos y la toma de decisiones inteligentes en distintos entornos, especialmente en sistemas productivos agrícolas. (Guo et al., 2025)

Las pruebas de implementación realizadas con productos de *Pleurotus ostreatus* demuestran que la integración del IoT con blockchain en los sistemas de trazabilidad de hongos no solo mejora la fiabilidad de los datos y la transparencia de la cadena de suministro, sino que también proporciona nuevas herramientas de gestión para las empresas agrícolas y las autoridades reguladoras. Para las empresas, el sistema permite la rápida identificación de problemas de calidad, reduce los costes de retirada de productos y refuerza la credibilidad de la marca. (Guo et al., 2025).

2.2.2 Economía de la producción y comercialización del hongo Ostra en Bukidnon, Filipinas

Bukidnon es una provincia de Mindanao del norte en Filipinas, es conocida por su rica diversidad de hongos comestibles, en este estudio sobre la economía de la producción y comercialización del hongo ostra, se evidencia que el rendimiento del cultivo depende de factores como el tipo de sustrato, las condiciones del área de cultivo y el nivel de capacitación técnica de los productores, asimismo, se identificaron diversas barreras para el desarrollo del sector, entre ellas la disponibilidad limitada de semilla de calidad, problemas de contaminación del cultivo y

dificultades en los canales de comercialización, lo que afecta la rentabilidad de los productores.(C. & H., 2024)

Estos autores también mencionan que en cuanto a la comercialización de hongos Ostra: *“un canal más corto implica un precio más bajo para los consumidores, mientras que un canal con más participantes en el mercado tiene un mayor margen de comercialización y un precio más alto para los consumidores.”* (p.9).

Entre otros resultados obtenidos, resaltan que cuantos más servicios de extensión se proporcionen a los productores de hongos, como materiales y servicios, y se les brinde asesoramiento experto sobre la producción de hongos, más conocimientos tendrán sobre el cultivo de hongos y más rentables serán sus campos.(C. & H., 2024)

2.2.3 Estudio de factibilidad para el cultivo de hongo Orellana en Surata, Santander y comercialización en la ciudad de Bucaramanga

Esta investigación descriptiva, se basó en datos recolectados a posibles consumidores de hongos comestibles Orellana y en entrevistas realizadas a dueños de establecimientos comerciales de la ciudad de Bucaramanga en Santander, Colombia. Por otro lado, se realizó el análisis de factibilidad del proyecto que arroja resultados positivos, se utilizaron herramientas como la TIR (Tasa Interna de Retorno) que se estimó en 18% comparada con la tasa de oportunidad de 15% con una inversión inicial de COP 38.386.931, el tiempo de recuperación de la inversión es de tres años, haciendo reinversión de excedentes netos anuales en el proyecto (Bermúdez, 2019). Entre otros resultados, encontró que los dueños de los establecimientos consideran que la falta de divulgación es notable en cuanto a las bondades y beneficios de los hongos comestibles; dentro de la población encuestada, el 84% estarían dispuestos a consumir hongos comestibles. (Bermúdez, 2019)

El autor concluye que “*de acuerdo con el análisis del estudio financiero y económico, el proyecto se considera viable y conveniente para su ejecución ya que genera dividendos desde el primer año de operaciones, llegando en el quinto año a una cifra de utilidades netas de \$33.495.921, por lo cual el margen de rentabilidad es del 18%, así mismo, el periodo de recuperación se da en un mínimo tiempo de aproximadamente tres años.*”(Bermúdez, 2019,p.95)

2.2.4 Efecto de diferentes antioxidantes y envases en atributos fisicoquímicos y sensoriales de Orellana refrigerada

Este experimento se llevó a cabo en Palmira, Valle del Cauca, en el laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia, con una altura de 1001 msnm, fueron utilizados 11.25 kg de Orellana obtenidos por productores del corregimiento de El Bolo en Palmira, Valle del Cauca, dicho estudio contó con un análisis sensorial con la ayuda de 30 jueces no entrenados, que dieron su nivel de satisfacción dependiendo cada uno de los tratamientos. (Dussán-Sarria et al., 2019)

De los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, evaluación de color y análisis sensoriales los autores lograron concluir:

La aplicación de ácidos orgánicos como el ácido ascórbico y el ácido cítrico, el envase en atmósfera modificada tiene un efecto positivo en la estabilidad de la Orellana fresca, estas condiciones causan reducción de los valores de pH, aumento en los valores de acidez titulable, estabilidad en el contenido de sólidos solubles, retraso en el oscurecimiento y mantenimiento de la calidad sensorial. La Orellana tratada con antioxidantes, acondicionada en envase polietileno tereftalato (PET) y almacenada a 5 ± 1 °C y 85 ± 5 % de Humedad Relativa mantiene su estabilidad durante 15 días.

2.2.5 Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca

Esta investigación se basó en un estudio experimental comparativo para encontrar el residuo agroindustrial con mejor rendimiento en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, muestran como el capacho de uchuva, cáscara de arveja o tusa de maíz pueden ser muy eficientes para este tipo de hongos comestibles, alcanzando eficiencias biológicas superiores al 40 %, incluso hasta un 76 % con capacho de uchuva, teniendo como sustrato control el aserrín de roble. (López-Rodríguez et al., 2006a) se realizó un análisis sensorial con universitarios en el que se pudo determinar que los hongos comestibles en fresco tuvieron mayor aceptabilidad en las muestras obtenidas a partir de capacho de uchuva y tusa de maíz, indicando que el producto cambia su sabor de acuerdo con el sustrato en el que se cultive.(López-Rodríguez et al., 2006)

2.2.6 Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles, Universidad de la Salle

El estudio evaluó los residuos de jardín como sustrato para la producción de dos especies de hongos del género *Pleurotus*: *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonaris* igualmente estandarizó la producción de semilla.

Figura 6. Rendimiento de producción de *P. ostreatus* y *P. pulmonaris*

Hongo	Gramos de peso fresco de hongo / Kg de sustrato	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<i>P. ostreatus</i>	289.25	400.25
<i>P. pulmonaris</i>	283.75	332.75

Nota. Tomado de evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos, (Molina et al., 2006)

Como se observa en la anterior figura, se obtuvieron mayores rendimientos con *P. ostreatus* con el tratamiento 2, el primer tratamiento estaba compuesto por 60% de pasto kikuyo, 30% de maní forrajero y 10% de vaina de frijol. El segundo tratamiento contenía un 60% de pasto kikuyo, 10% de maní forrajero, 10 de vaina de frijol y 20% de cascarilla de algodón.(Molina et al., 2006)

Según (Molina et al., 2006), llegaron a la siguiente conclusión: el mejor sustrato para el cultivo de este tipo de setas es aquel que contiene un porcentaje mayor de residuos lignocelulósicos y que sería interesante continuar evaluando nuevas formulaciones de sustratos incrementando este tipo de residuo, también indican que es factible emplear residuos de jardín como sustrato para la producción de setas comestibles, convirtiendo así este material, en materia prima para la producción de un alimento de alto valor nutricional.

2.3 Marco teórico

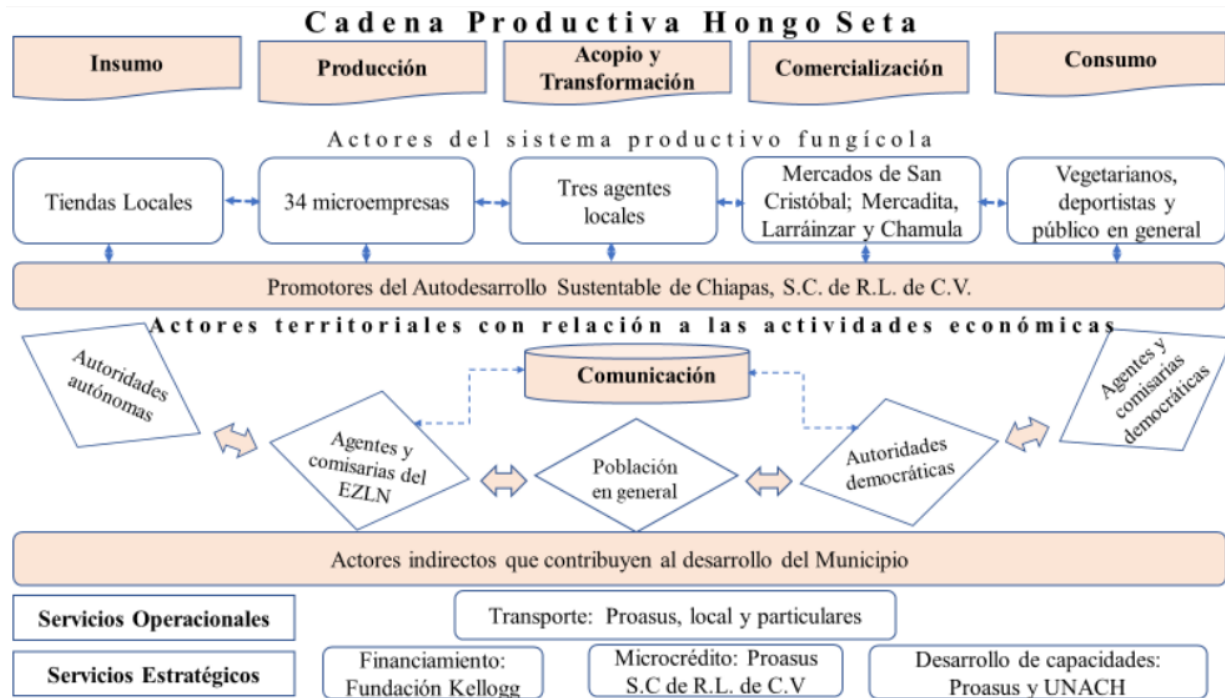
2.3.1 Etapas y actores de la cadena de suministro en un contexto global

En muchos contextos de cultivo de hongos comestibles, si bien las condiciones agroecológicas y la disponibilidad de residuos orgánicos favorecen la producción de especies como *Pleurotus ostreatus*, la cadena de suministro enfrenta desafíos estructurales, tales como la estandarización de parámetros de cultivo, el manejo postcosecha y las limitaciones logísticas en inoculación, producción, empaque y comercialización, lo cual limita el desarrollo eficiente del sector productivo (De Cianni et al., 2023).

A continuación, se ilustrará la cadena productiva del hongo *Pleurotus* producto de un estudio de campo realizado en Aldama (México), se escoge teniendo en cuenta que México es el líder latinoamericano en el sector de los hongos comestibles (FAO, 2013), en dicho estudio se

muestran cinco eslabones: insumo, producción, acopio y transformación, comercialización y consumo.(Huacash & Guzmán, 2021)

Figura 7. Cadena de suministro de los hongos comestibles *Pleurotus* en un contexto global



Nota. Tomado de (Huacash & Guzmán , 2021) en su estudio de campo descrito en: El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*, sp) en Aldama, Chiapas

Los autores(Huacash & Guzmán , 2021) describen cada eslabón de la siguiente manera:

2.3.1.1 Insumos. El aporte de semillas de micelio para la siembra de hongos se produce en el laboratorio de PROASUS, un actor clave que transporta las semillas de micelio de manera cuidadosa a los módulos de producción, se resalta que los tres proveedores más importantes se encuentran dentro de la misma región del cultivo.

El sustrato se deriva de los rastrojos de maíz, de las cáscaras de frijoles o de pacas de pasto estrella que los productores compran en veterinarias, el sustrato se debe recolectar y almacenar

inmediatamente después de la cosecha, se tritura para mejorar el manejo y antes de la siembra debe estar hidratado y desinfectado.

Las tiendas y ferreterías son otro eslabón dentro de la cadena de suministro pues proveen otros insumos como: calidra, hilo rafia, bolsas de plástico, bomba aspersora, tambos, desinfectantes, láminas, clavos, entre otros.

2.3.1.2 Producción. En el eslabón de producción existe un total de 34 microempresas, de las cuales 25 laboran de manera continua en el año, es decir, siembran cuatro veces durante el ciclo; el resto lo hace solo una o dos veces. Esto depende de la capacidad para almacenar sustrato. Hay en total de 150 personas involucradas en la producción. (Huacash & Ocampo, 2021)

La producción de hongos facilita la participación de los integrantes de cada grupo. En promedio, un módulo de 35 m² ocupa un aproximado de dos jornales laborales a la semana. Estos jornales son para preparación de sustrato, siembra, riego de pasteles, cosecha, control de calidad y venta. (Huacash & Ocampo, 2021)

2.3.1.3 Acopio y transformación. En el eslabón de acopio, transformación y distribución participan dos actores: agentes locales y PROASUS, cabe precisar que los agentes locales también son fungicultores –integrantes de las microempresas cuya producción individual no es suficiente para abastecer los mercados con los que tienen vínculos y se involucran en el acopio y comercialización de la producción de ocho módulos ubicados en la cabecera municipal de Aldama.

Por otra parte, se encuentra a PROASUS. Esta organización acopio el 74 % de los hongos que producen las microempresas, también transforma una parte de ellos; los envasa y procesa en

alimentos como escabeches, mermeladas de hongo con frutales de temporada y salmueras. Estos productos pueden durar en anaquel hasta tres meses, sin conservantes. (Huacash & Ocampo, 2021).

2.3.1.4 Comercialización. La comercialización de los productos fungícolas es netamente local-regional. Los principales comercializadores son: a) productores que son parte de las microempresas; b) mercados ubicados en San Cristóbal, Larráinzar y Chamula; c) PROASUS.

- a) Los productores venden directamente en domicilios, se trasladan a otras comunidades de Aldama donde no se cultivan hongos.
- b) En estos puntos de venta los precios varían de acuerdo con el tiempo y distancia en el transporte, los sábados venden su producción en "La Mercadita", un pequeño mercado alternativo semanal de productos orgánicos ubicado en San Cristóbal de las Casas.
- c) PROASUS comercializa hongos sin procesar, así como los productos que transforma en escabeches, mermeladas o salmueras. (Huacash & Ocampo, 2021)

2.3.1.5 Consumo. Finalmente, encontramos el eslabón de consumidores, que son familias que buscan una alimentación sana, personas vegetarianas o que tienen alguna enfermedad crónica, deportistas y consumidores reflexivos que desean mejorar su dieta alimentaria.

Otro tipo de consumidores son restaurantes y comedores de San Cristóbal de Las Casas, que en su menú ofrecen alimentos a base de hongos.

2.3.1.6 Condiciones logísticas y tecnológicas en la producción y distribución de hongos comestibles. Las condiciones logísticas y tecnológicas dentro de la producción y distribución del hongo *Pleurotus ostreatus* representa un punto crítico dentro de la cadena de suministro, debido a

su alta perecibilidad. Según(Choi & Kim, 2003) el hongo *Pleurotus ostreatus* exhibe una vida útil de aproximadamente 8–11 días a 0 °C, 4–6 días a 5 °C y solo 1–2 días a 20 °C cuando se almacena fresco.

Estudios recientes señalan que los hongos comestibles presentan contenidos de humedad entre el 85% y 95% y una elevada tasa respiratoria, lo que limita su vida útil y dificulta su almacenamiento y transporte, especialmente en ausencia de cadena de frío (Silva et al., 2024)

Teniendo en cuenta lo anterior, es vital contar con estrategias poscosecha como el control de temperatura, humedad y empaque para mantener la calidad y la reducción de pérdidas, incluyendo procesos como limpieza, clasificación, empaque, almacenamiento y transporte. Por esto los hongos requieren condiciones específicas de refrigeración y ventilación para prolongar su vida útil y evitar pérdidas por deshidratación o contaminación. La ausencia de tecnologías adecuadas en esta etapa puede generar deterioro acelerado del producto y limitar su distribución en mercados más amplios.(Dawadi et al., 2022)

Por otro lado, la producción de *Pleurotus ostreatus* requiere el control de condiciones tecnológicas específicas durante diferentes etapas, como la preparación del sustrato, la inoculación del micelio, la incubación y la fructificación, los procesos de pasteurización o esterilización del sustrato son esenciales para evitar contaminaciones de microorganismos competidores, la falta de control de variables puede afectar el rendimiento productivo y la calidad del producto. (Grimm & Wösten, 2018).

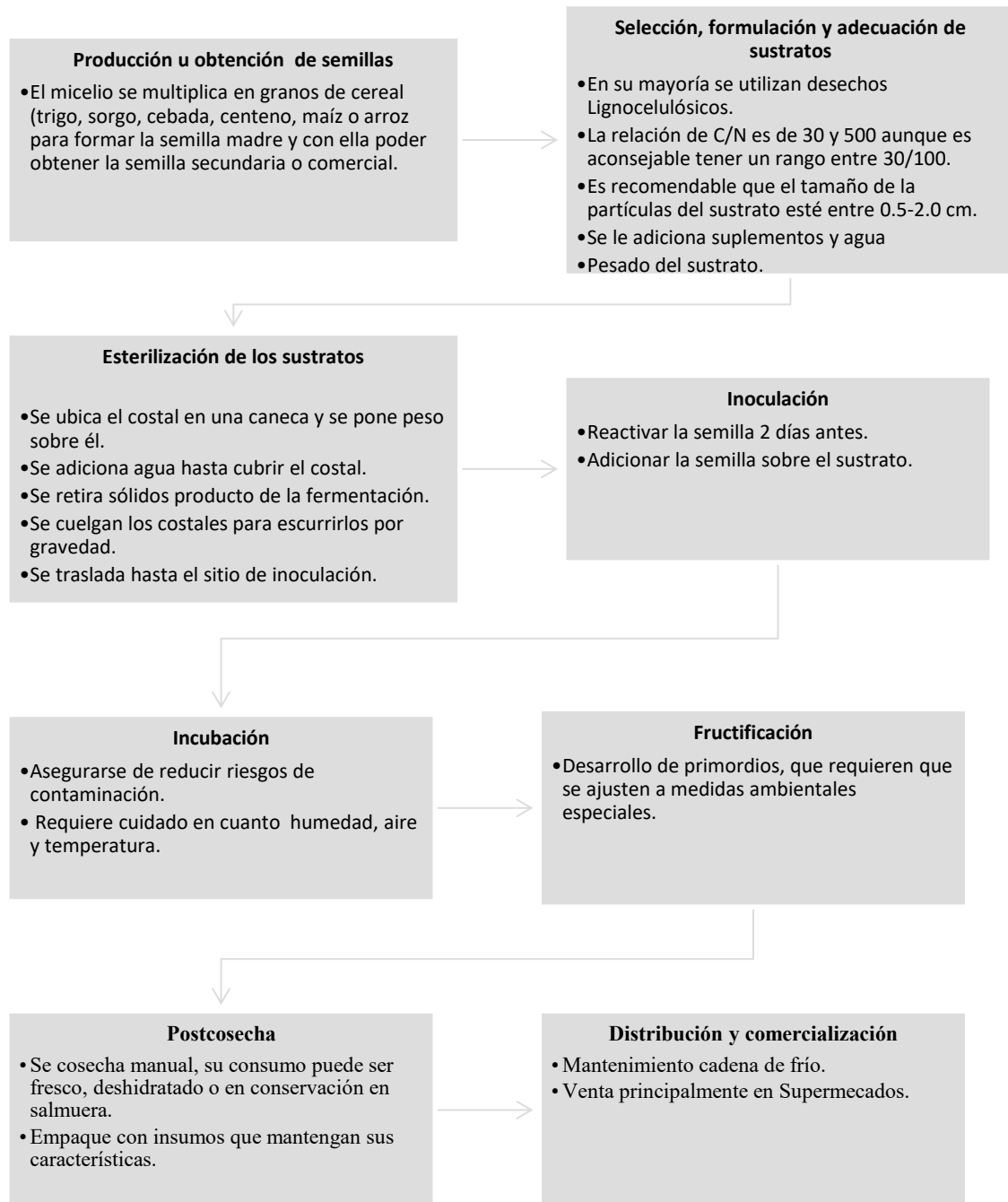
Las tecnologías de transformación son una alternativa para la conservación y el aprovechamiento de los hongos comestibles, permitiendo extender su vida útil y generando un valor agregado. Según la FAO las técnicas de preservación más relevantes incluyen la deshidratación, que reduce el contenido de agua e inhibe la proliferación microbiana; la

congelación, que retarda los procesos fisiológicos y mantiene la calidad nutricional; y el enlatado, que permite conservar los hongos en condiciones estables por períodos prolongados. (FAO,2003)

2.3.2 Proceso productivo y comercial de Hongos Pleurotus en Colombia

La siguiente descripción del proceso productivo del hongo *Pleurotus* llevado a cabo en Huila, Colombia, no pretende ser una guía exacta para quien decida realizar este tipo de cultivo, pues éste depende de muchos factores. Según (García, 2019) “*La producción de hongos comestibles está en desarrollo en el país y puede contribuir a la reutilización de residuos sólidos de café para consumo humano, coloquialmente denominado “cuncho”, que por lo general son desechados o marginalmente utilizados como abono en labores de jardinería o como exfoliante*”(p.3).

Figura 8. *Proceso productivo de hongos Pleurotus ostreatus en Colombia*



Nota. Adaptado de Producción de los hongos comestibles Orellanas y Shiitake, (Rodríguez Valencia et al., 2006)

En esta guía práctica (Rodríguez Valencia et al., 2006) no solo describe el proceso de producción de las orellanas, sino que también consigna en cada etapa las limitaciones que conlleva

cada eslabón dentro de la cadena, algunos problemas como: contaminación de la semilla o de las tortas de sustrato con microorganismos competidores o insectos; en la etapa de fructificación se enfrentan a inconvenientes como demora en el crecimiento de primordios, cuerpos fructíferos muy pequeños, pudrición de los hongos antes de la cosecha por presencia de enfermedades, entre otras.

2.3.2.1 Requerimientos físicos para la producción de Hongos Pleurotus ostreatus. La

siguiente figura muestra las condiciones que deben mantenerse para favorecer el crecimiento de los hongos

Figura 9. *Parámetros óptimos para el cultivo de Orellanas*

Condiciones de proceso	Incubación (Todas las cepas)	Fructificación <i>Pleurotus ostreatus</i>	Fructificación <i>Pleurotus pulmonarius</i>	Fructificación <i>Pleurotus sajor caju</i>
Temperatura	25°C	15 - 21°C	18 - 24°C	18 - 25°C
Humedad relativa	95-100%	85 -95%	85 - 95%	85 - 95%
Duración	15 - 25 días	3 - 5 días	4 - 8 días	3 - 5 días
[CO₂]	Tolera 1%	<0,1%	< 0,08%	< 0,08%
Cambios de aire fresco	Entre 0 y 1/día	Como sea requerido para mantener el nivel de CO ₂	Como sea requerido para mantener el nivel de CO ₂	como sea requerido para mantener el nivel de CO ₂
Requerimiento de luz	No requiere	12 horas a 100-200 lux	12 horas a 100-200 lux	12 horas a 100-200 lux
Relación C/N del sustrato	50-500	50-500	50-500	50-500
Humedad del sustrato	65-75%	65-75%	65-75%	65-75%
Tamaño de partícula del sustrato	5-20 mm	5-20 mm	5-20 mm	5-20 mm

Nota. Tomado de (Rodríguez Valencia et al., 2006)

El crecimiento y el desarrollo de las orellanas se ve afectado no sólo por factores nutricionales sino también por factores físicos, tales como: temperatura, humedad, luz, aireación, gravedad y tamaño de la partícula del sustrato.(Rodríguez Valencia et al., 2006).

2.3.2.2 Empresas dedicadas a la comercialización de hongos comestibles en Colombia.

En el estudio realizado por (Rojas et al., 2020) denominado: “*Plantas y hongos útiles en Colombia*” apoyado por el Fondo Newton-Caldas, financiado por el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido (BEIS) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MinCiencias), priorizaron tres especies *Pleurotus ostreatus* (Orellana), *Lentinula edodes* (Shiitake) y el *Ganoderma lucidum* (Reishi), para luego analizar la incidencia de estos hongos en la industria de Colombia, resaltan que, de las empresas identificadas, el 73% se dedica a comercializar los hongos como alimentos, el 21% como farmacéuticos y el 6% como cosméticos.

La primera especie priorizada, *Pleurotus ostreatus*, cuenta con doce empresas lo que indica que tiene una demanda clara en el mercado colombiano.

Once de estas empresas están enfocadas en comercializar este hongo como un alimento, especialmente de manera fresca, como harina, deshidratado o enlatado. La empresa Nuterral es la única empresa que busca potencializar el *Pleurotus ostreatus* en la industria farmacéutica. Algunas de las instituciones que han liderado este campo para esta especie son Cenicafé, el ICA, Corpohuila y el SENA.(Rojas et al., 2020)

2.3.3 Barreras en el sector de hongos comestibles en Colombia

En Colombia el desarrollo del sector de hongos comestibles se enfrenta a barreras que impiden su crecimiento y consolidación, lo analizaremos desde el ámbito productivo, logístico y comercial.

En el ámbito productivo, las investigaciones señalan que la producción de hongos comestibles en su mayoría se desarrolla a pequeña escala, con bajo nivel de tecnificación y limitada estandarización de los procesos. (García, 2019)

Una ventaja del sector es que los residuos agroindustriales que se usan como sustrato son abundantes en el país, sin embargo, esto al mismo tiempo representa una dificultad a la hora de crear protocolos estandarizados de producción, a esto se suma la presencia frecuente de contaminaciones por microorganismos competidores, derivadas de controles sanitarios insuficientes y de limitaciones en los procesos de esterilización o pasteurización del sustrato (García, 2019).

Según (Dong et al., 2025), en su documento sobre “Avances de la investigación y perspectivas de sustratos alternativos para hongos comestibles basados en el “Ciclo de producción de plantas, animales y hongos”, un problema global para el cultivo de setas a gran escala es la enorme variabilidad en la composición de los residuos agrícolas, lo que dificulta mantener una producción constante, esto conduce a una colonización micelial desigual: las hojas con menor contenido de lignina se colonizan completamente en 14 días, mientras que las ricas en lignina tardan 21 días o más.

Los autores mencionan que esta variabilidad hace que la estandarización sea prácticamente imposible. Las granjas de setas a menudo tienen que ajustar el agua, los suplementos y los tiempos de incubación para cada lote de residuos, lo que aumenta los costes laborales y el riesgo de contaminación.

Dentro de la producción colombiana no se evidencia el uso de tecnología moderna para el monitoreo de variables críticas de cultivo, control ambiental y trazabilidad de la producción lo cual limita la eficiencia y la calidad del producto, a diferencia de países líderes como China quienes vienen implementando modelos que incorporan sistemas como IoT y blockchain para la gestión de la cadena de suministro. (Guo et al., 2025)

En la dimensión logística, la principal barrera corresponde a la limitada implementación de cadena de frío y la falta de infraestructura adecuada para el almacenamiento y transporte de productos perecederos, esta situación se ve acentuada en pequeños productores, que enfrentan dificultades para acceder a tecnologías de conservación y a redes logísticas eficientes.(Rojas et al., 2020)

Por otra parte, en el ámbito comercial se identifican barreras relacionadas con el bajo conocimiento del consumidor en cuanto a las cualidades de los hongos comestibles, aunque existe la disposición de consumo, falta la articulación entre productores, distribuidores y puntos de venta lo que dificulta la consolidación de canales de comercialización estables afectando la competitividad el sector.(Bermúdez, 2019)

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2003), en su revista *Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus* menciona que en “*Colombia no se ha desarrollado significativamente el cultivo de hongos comestibles y medicinales debido a la escasa difusión de mercadeo y al desconocimiento de las bondades de los hongos en las áreas medicinal nutritiva*” (p.7).

2.3.4 Entrevista semiestructurada en la investigación cualitativa

La entrevista semiestructurada es una técnica ampliamente utilizada en la investigación cualitativa para la recolección de información primaria, este tipo de entrevista se caracteriza por desarrollarse como un diálogo entre el investigador y el participante, guiado por un protocolo flexible de preguntas que permiten profundizar en los temas mediante interrogantes de seguimiento y exploración de nuevas ideas (DeJonckheere & Vaughn, 2019). Asimismo, esta técnica permite

comprender las experiencias y percepciones de los participantes, facilitando la obtención de información detallada sobre el fenómeno estudiado (Villarreal-Puga & Cid García, 2022).

2.4. Marco conceptual

2.4.1 Hongos comestibles

Los hongos comestibles son macrohongos que pueden ser consumidos por los seres humanos y que poseen un alto valor nutricional debido a su contenido de proteínas, fibra dietética, vitaminas y minerales. En las últimas décadas su cultivo ha adquirido relevancia en la agroindustria debido a su capacidad de crecer sobre residuos agrícolas y su potencial económico en diferentes mercados alimentarios (Sánchez, 2010).

2.4.2 Pleurotus ostreatus (Orellana)

Conocido como hongo Orellana, u hongo seta, una de las especies de hongos comestibles más cultivadas a nivel mundial debido a su capacidad de crecer en una amplia variedad de residuos lignocelulósicos, como paja, bagazo o aserrín. Su cultivo es considerado una alternativa sostenible dentro de los sistemas agroindustriales por su eficiencia en el aprovechamiento de subproductos agrícolas (Sánchez, 2010).

2.4.3 Sustrato

Corresponde al material orgánico utilizado como medio de crecimiento para el desarrollo del micelio en el cultivo de hongos comestibles. Generalmente está compuesto por residuos

lignocelulósicos provenientes de actividades agrícolas o forestales, tales como paja, bagazo, aserrín o residuos de cultivos, que proporcionan los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo. Estos materiales permiten transformar residuos de bajo valor en alimentos con alto contenido nutricional, debido a la capacidad de los hongos para degradar compuestos como la celulosa y la lignina.(Devi et al., 2024)

2.4.4 Producción de hongos

Comprende un conjunto de procesos técnicos que permiten el cultivo controlado de especies fúngicas con fines alimentarios. Este proceso incluye etapas como la preparación del sustrato, la inoculación del micelio, la incubación, el desarrollo del cuerpo fructífero y la cosecha, que requieren condiciones específicas de temperatura, humedad, ventilación y manejo sanitario para garantizar un crecimiento adecuado y un producto de calidad.(Grimm & Wösten, 2018).

2.4.5 Poscosecha

Comprende el conjunto de operaciones y prácticas que se realizan después de la recolección de los productos agrícolas con el propósito de conservar su calidad, reducir pérdidas y prolongar su vida útil durante el almacenamiento, transporte y comercialización. En el caso de los hongos comestibles, el manejo poscosecha es especialmente importante debido a su alto contenido de agua y a su elevada tasa de respiración, lo que ocasiona un rápido deterioro si no se aplican condiciones adecuadas de refrigeración, manipulación y empaque (Dawadi et al., 2022b).

2.4.6 Cadena de suministro

Se define como el sistema integrado de organizaciones, personas, actividades, información y recursos involucrados en el movimiento de un producto desde el proveedor de materias primas hasta el consumidor final. En el sector agroalimentario, esta cadena incluye proveedores de insumos, productores, distribuidores, minoristas y consumidores, quienes participan en el flujo de productos e información a lo largo del sistema productivo, (Vargas et al., n.d.).

2.4.7 La comercialización de hongos comestibles

Comprende el proceso mediante el cual los productores, intermediarios y distribuidores gestionan la producción, el procesamiento, transporte y venta de estos productos alimenticios para satisfacer la demanda del mercado y generar valor económico dentro de la cadena agroalimentaria.(Fernández et al., 2024).

2.4.8 La logística agroalimentaria

Es el conjunto de actividades relacionadas con el almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de productos agropecuarios, con el objetivo de garantizar su calidad y disponibilidad. En el caso de los hongos, la logística es especialmente delicada debido a su alta perecibilidad.

2.4.9 Trazabilidad alimentaria

En el contexto colombiano, la Ley 1122 de 2007 confiere al INVIMA la responsabilidad de implementar sistemas de inspección sanitarios y trazabilidad desde producción hasta el consumidor final. Se han explorado pilotos con tecnología Datamatrix (permiten almacenar información mediante código de barras) para asegurar calidad y autenticidad.

2.4.10 Economía circular

Modelo económico que promueve el uso eficiente de los recursos mediante la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de materiales, con el fin de minimizar la generación de residuos, prolongar el ciclo de vida de los productos y reducir los impactos ambientales, en contraste con el modelo económico lineal tradicional (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

2.5 Marco legal

La regulación sanitaria para el manejo de alimentos en Colombia está principalmente en la (*Ley 9 de 1979*) en la que se establecen disposiciones para proteger la salud pública, allí se dictan disposiciones con el fin de evitar que los alimentos sean contaminados o alterados durante su almacenamiento, transporte y expendio, complementaria a esta ley, el (*Decreto 3075 de 1997*) define conceptos clave sobre alimentos, alteraciones, contaminaciones y factores de riesgo en salud pública para todos los procesos relacionados con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos en el país.

La (*Ley 1122 de 2007*) fortalece las funciones de inspección, vigilancia y control sanitario de alimentos en Colombia, asigna responsabilidades al INVIMA para garantizar la seguridad e inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena de producción y comercialización.

La (*Resolución 2674 de 2013*), emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social e implementada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) desarrolla los requisitos para ejercer actividades de fabricación, procesamiento, envasado, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas en el territorio nacional. Establece entre otras, las condiciones bajo las cuales los alimentos requieren

notificación, permiso o registro sanitario ante el INVIMA, igualmente contemplan la principios de buenas prácticas de manufactura aplicables a las actividades de alimentos incluyendo higiene, instalaciones, control de calidad y procedimientos para evitar contaminación en la cadena alimentaria.

Otra resolución emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social es la (*Resolución No. 810 de 2021*) establece los requisitos para el etiquetado nutricional de los alimentos envasados destinados al consumo humano.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es la entidad responsable de regular aspectos fito y zoonosarios de los productos agrícolas y sus lugares de producción y empaçado, emitió la (*Resolución No. 810 de 2021*) que establece las condiciones para el registro de lugares de producción y empaçado de vegetales frescos.

3. Método

Para esta monografía se empleó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-analítico, se caracterizó la cadena de suministro de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en un contexto global identificando sus principales actores y etapas, luego se compararon las prácticas de producción y comercialización de Colombia con algunos países del mundo, se evaluaron las condiciones logísticas y tecnológicas que afectan la producción, procesamiento y distribución de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en Colombia y finalmente se identificaron las barreras existentes que impiden el crecimiento del sector en nuestro país.

Como técnica de recolección de información, se utilizó la revisión documental a partir de artículos científicos, informes técnicos y estudios sectoriales en el contexto global y nacional, ello

hizo que se identificaran los principales actores, etapas y eslabones de la cadena de suministro dentro del sector.

Además se aplicó una entrevista semiestructurada a un profesional con formación en ingeniería química y experiencia práctica en el cultivo a pequeña escala del hongo *Pleurotus ostreatus* con el propósito de complementar la información encontrada desde una perspectiva técnica y aplicada. Ver en el *apéndice A* la transcripción completa de la entrevista.

La entrevista se orientó a identificar aspectos relacionados con la producción, los insumos críticos, las principales dificultades técnicas, las limitaciones logísticas y oportunidades de mejora del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, luego se organizó y analizó de manera cualitativa, clasificando hallazgos según los objetivos específicos del estudio.

Finalmente, los hallazgos encontrados más el análisis de la bibliografía científica consultada permitió integrar resultados documentados y prácticos facilitando la interpretación de debilidades, oportunidades y barreras que influyen dentro del sector de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

4. Resultados

La bibliografía de carácter científico fue recolectada principalmente en bases de datos como *Scopus*, *Web of science*, *Science Direct*, *Google académico*, *Scielo*, de informes sectoriales de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.) igualmente de bases académicas de universidades en Colombia, ésta información fue seleccionada, organizada y leída en Mendeley para luego articularla con la entrevista semiestructurada, realizada al ingeniero químico Diego Hernando Romero Roa que se llevó a cabo virtualmente y su transcripción se puede evidenciar en el *apéndice A*. Esta triangulación de información permitió

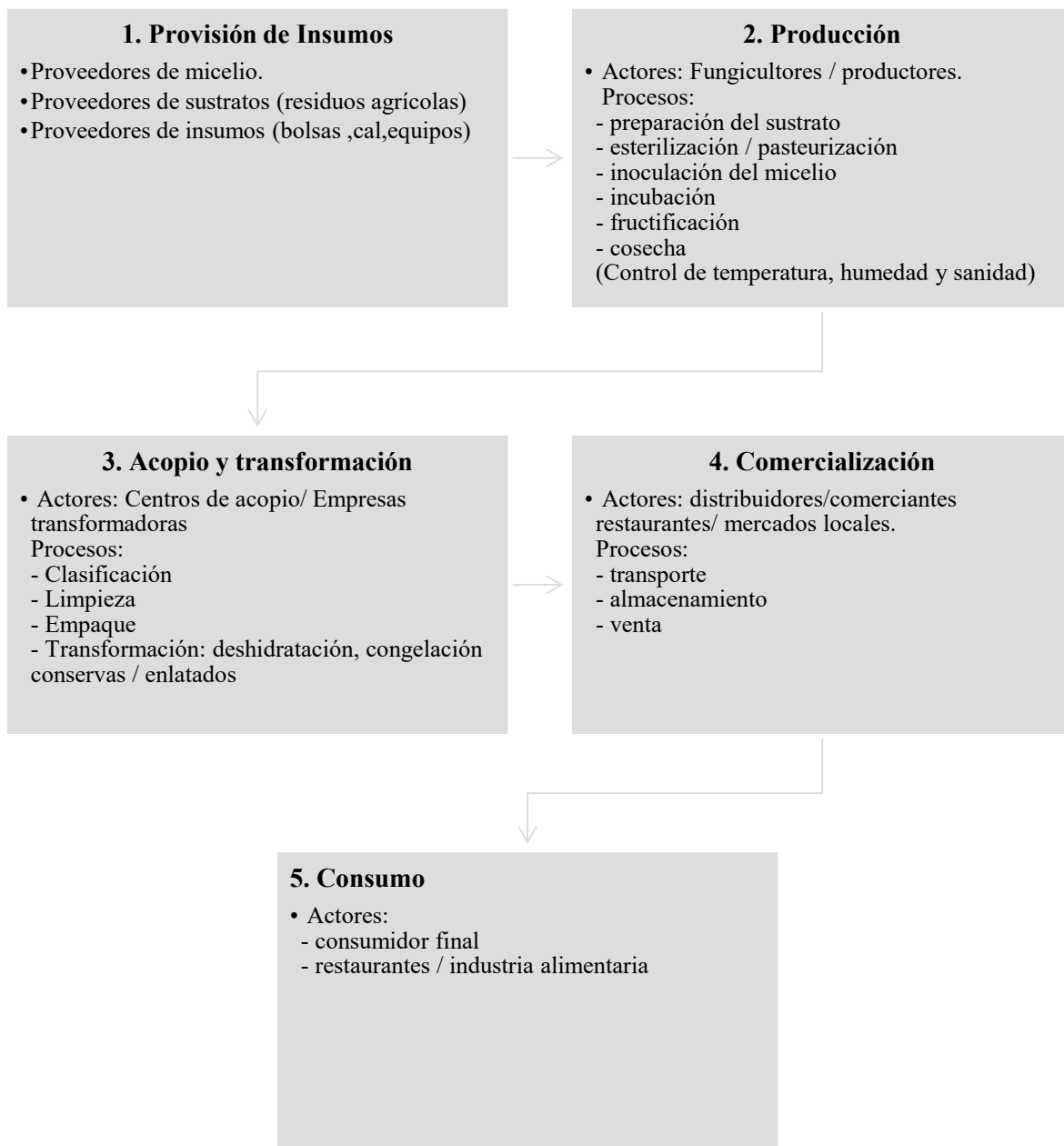
identificar las principales características, retos y oportunidades en la producción y comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

4.1 Caracterización de la cadena de suministro de hongos comestibles a nivel global

Después de la revisión documental, para dar cumplimiento con este objetivo, se resaltó los estudios de autores como Huacash & Guzmán (2021), quienes realizaron un estudio de campo que denominaron *El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (Pleurotus ostreatus, sp) en Aldama, Chiapas*. Así mismo, se destaca la investigación de De Cianni et al. (2023), quienes en su trabajo *Un paso adicional hacia el desarrollo sostenible: el caso de la cadena de suministro de hongos comestibles*, analizan la sostenibilidad en sistemas productivos de hongos comestibles.

A nivel global la cadena de suministro de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* comprende diversas etapas que incluyen el procesamiento de materias primas, preparación del sustrato, inoculación de cepas, crecimiento del cuerpo fructífero, cosecha, procesamiento, distribución y comercialización. A continuación en la *Figura No 9* se muestra la cadena de suministro, teniendo en cuenta no solo estas etapas, sino los actores y los procesos dentro de cada fase.

Figura 10. Cadena de suministro de los hongos comestibles en un contexto Global



Nota. Elaboración propia con base en (Huacash & Guzmán 2021)

De manera complementaria, estudios como el de (De Cianni et al., 2023) evidencian que la cadena de suministro de los hongos comestibles no solo se estructura en eslabones productivos, sino que también responde a un enfoque de sostenibilidad, basado en el aprovechamiento de residuos agroindustriales y la interdependencia entre actores. Asimismo, destacó que factores como la variabilidad en los sustratos y la falta de estandarización de los procesos productivos representan elementos críticos que afectan la eficiencia de toda la cadena.

4.2 Comparación de prácticas de producción y comercialización en Colombia y el contexto Global

Para llegar a los resultados de este objetivo, se verificó la información recolectada en las bases antes mencionadas, se organizó a nivel internacional y nacional, luego se contrastó con la experiencia del ingeniero químico entrevistado Diego Hernando Romero Roa ver *apéndice A*, la transcripción completa de la entrevista, dentro de los resultados se evidenció diferencias importantes entre las prácticas llevadas en Colombia y aquellas realizadas en otros países.

En países como China y Filipinas la producción de hongos *Pleurotus ostreatus* se caracteriza por contar con mayor grado de tecnificación, integración de sistemas de trazabilidad y acompañamiento técnico a los productores, lo cual impacta positivamente en la eficiencia y rentabilidad del cultivo. (C. & H., 2024; Guo et al., 2025), Así mismo, se observa una mayor diversificación en los canales de comercialización y en la oferta de productos transformados.

En Colombia, los estudios revisados evidencian que la producción de hongos comestibles aún se encuentra en etapa de desarrollo, se caracteriza en la mayoría la práctica de sistemas productivos a pequeña escala y con limitaciones técnicas en algunas fases de la producción, de acuerdo con (García, 2019) coincide con lo mencionado por el ingeniero químico entrevistado quien señaló que

los productores enfrentan dificultades en la esterilización del sustrato, control de contaminaciones y manejo de condiciones de incubación. Lo anterior se resume en el siguiente diagrama:

Figura 11. Diagrama de operaciones del proceso productivo y de comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* en Colombia



Nota. Basado en (García , 2019; Guo et al., 2025; Rojas et al., 2020; Romero, comunicación personal, 2026)

Teniendo en cuenta lo anterior, aunque existe una base empresarial con al menos 12 empresas dedicadas al hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en Colombia, el mercado presenta oportunidades de mejora en cuanto a la falta de divulgación del producto y al desconocimiento del

consumidor.(Rojas et al., 2020); (Bermúdez, 2019) a diferencia de otros países donde los hongos comestibles tienen un mayor posicionamiento y demanda.

No obstante, se identificaron oportunidades para Colombia como la disponibilidad de residuos industriales para la producción (Romero, comunicación personal, 2026), el interés creciente en productos saludables (Bermúdez, 2019) y el potencial para darle valor agregado a este producto, según se observó en las patentes registradas en Superintendencia de Industria y Comercio, (2021).

4.3 Condiciones logísticas y tecnológicas en la cadena de suministro del *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

Este resultado se construyó a partir de revisión documental en bases académicas que estuvieran relacionadas con poscosecha, logística agroalimentaria. Asimismo, se utilizó la información suministrada en la entrevista semiestructurada, ver *apéndice A* la transcripción completa de la entrevista realizada que permitió comparar las condiciones logísticas y tecnológicas encontradas en la bibliografía con las prácticas en el contexto colombiano.

Se identificó que el cultivo de hongos comestibles requiere control estricto de variables como temperatura, humedad, esterilización del sustrato e inoculación del micelio. (Grimm & Wösten, 2018) Sin embargo, tanto los estudios consultados como la evidencia empírica indican que existe una limitada adopción de tecnologías para el monitoreo y control de estas variables (García, 2019; Romero, comunicación personal 2026)

Los países que lideran este sector han desarrollado sistemas tecnológicos para mejorar la trazabilidad y la seguridad dentro de la cadena de suministro, estudios chinos como el de (Guo et al., 2025) han diseñado un modelo de trazabilidad basado en tecnología blockchain denominado

MFT-Chain, este sistema permite registrar y transmitir información clave desde el origen del cultivo hasta la venta del producto final, integrando tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) para monitorear variables críticas durante la producción y distribución.

La implementación de estos sistemas tecnológicos mejora la transparencia, fiabilidad de los datos y el control de la calidad en toda la cadena de suministro, permitiendo identificar a tiempo problemas de producción, reducción de costos por retiro de productos y fortalecer la confianza de los consumidores.

Por otro lado, en la entrevista, se identificó que la esterilización del sustrato constituye uno de los principales retos técnicos, debido a los costos energéticos asociados a los métodos térmicos y a las limitaciones ambientales de los métodos químicos (Romero, comunicación personal, 2026).

Otro factor que incide en la logística es la variabilidad en los sustratos que perjudica la efectividad en la producción, lo que genera diferencias en tiempos de incubación y en el rendimiento del cultivo, lo cual coincide con experimentos donde se resalta la importancia de la composición del sustrato. (López-Rodríguez et al., 2006.)

Un desafío en el ámbito logístico representa la perecibilidad del producto, pues los hongos comestibles presentan un alto contenido de humedad (85% -95%) y una alta tasa respiratoria, lo que reduce la vida útil del producto y exige condiciones especiales para su almacenamiento y transporte. (Silva et al., 2024) La falta de infraestructura de cadena de frío limita la comercialización del producto y genera pérdidas poscosecha, especialmente en pequeños productores (Dawadi et al., 2022b). La entrevista confirmó que la ausencia de refrigeración adecuada dificulta la distribución del producto y afecta la relación con los clientes, debido a la pérdida de calidad durante el almacenamiento y transporte.

4.4 Barreras que limitan el desarrollo del sector en Colombia

Luego de ser analizada la información en las bases académicas indicadas al inicio del capítulo, se organizaron en barreras productivas, tecnológicas, logísticas y comerciales, igualmente se resaltan los aportes del ingeniero químico entrevistado.

En las barreras productivas, se encontró la baja estandarización de procesos y la alta incidencia de contaminaciones por microorganismos competidores que generan pérdidas de rentabilidad, (García, 2019). La entrevista realizada respalda este hallazgo al señalar que las contaminaciones representan una de las principales causas de pérdida de lotes de cultivo.

En el ámbito tecnológico, se evidencia una limitada adopción de herramientas de monitoreo, automatización y trazabilidad, lo cual contrasta con países líderes que ya implementan soluciones basadas en IoT y blockchain. (Guo et al., 2025)

En cuanto a la logística, la principal barrera global es la falta de infraestructura de la cadena de frío y sistemas de transporte adecuados, lo que reduce la vida útil de producto, (Dawadi et al., 2022a). El ingeniero químico entrevistado señaló que este aspecto es el eslabón más débil dentro de la cadena de suministros de los hongos comestibles en Colombia.

Finalmente, la barreras comerciales se relacionan con la falta de conocimiento que tiene el consumidor de este producto, la falta de divulgación de sus beneficios y de articulación entre los actores de la cadena, lo que dificulta la consolidación del sector en el país. (Bermúdez, 2019; Federación Nacional de Cafeteros ; R. Romero, comunicación personal, 2026).

5. Conclusiones

La producción y comercialización del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en Colombia presenta un importante potencial de desarrollo, pues se cuenta con residuos agroindustriales y con el interés de las personas por consumir alimentos saludables.

Globalmente la cadena de suministros se encuentra mejor estructurada e incorpora tecnologías avanzadas como blockchain e IoT para la trazabilidad y el control de calidad del producto, lo que hace que países como China sea líder en el sector de los hongos comestibles (Guo et al., 2025). En contraste Colombia, donde persisten brechas en la tecnificación, estandarización de procesos y adopción tecnológica. (García, 2019)

Las condiciones logísticas y tecnológicas representan uno de los principales desafíos dentro del sector a nivel global, la falta de cadena de frío, el bajo control de variables productivas y los costos asociados a procesos como la esterilización, afectan la calidad y la comercialización del producto. (Dawadi et al., 2022). Además en Colombia, se suman factores como la contaminación del sustrato (R. Romero, comunicación personal, 2026) y la corta vida útil del hongo fueron identificadas como aspectos críticos tanto en la documentación científica consultada y en la entrevista realizada.

Las barreras en el sector de los hongos comestibles en Colombia son la falta de estandarización de los procesos, la limitada infraestructura logística en pequeños productores, la escasa adopción de tecnologías y el bajo conocimiento del consumidor, hecho que dificulta la consolidación del sector. (Bermúdez, 2019)

En síntesis y teniendo en cuenta lo dicho hasta aquí, el fortalecimiento del sector requiere de una estrategia integral donde se incluya la tecnificación de los procesos, la mejora de la infraestructura logística, la implementación de nuevas tecnologías que midan la trazabilidad y la

calidad del producto, la promoción de las bondades de los hongos comestibles y el uso que se le puede dar en otras áreas de consumo como la farmacéutica y la cosmética, esto con el fin de aumentar la competitividad y sostenibilidad del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en Colombia.

Referencias

- Barrantes-Jiménez, I., Marín-Sandí, E., Murillo-Murillo, M., Rojas-Rojas, D., Vallecillo-Cedeño, S., & Valverde-Rojas, S. (2024). *Micorremediación: el caso de Pleurotus ostreatus sobre polímeros sintéticos como el acetato de celulosa Mycoremediation: the case of Pleurotus ostreatus on synthetic polymers such as cellulose acetate*. 37(2).
<https://doi.org/10.18845/tm.v37i2.6478>
- Blumfield, M., Abbott, K., Duve, E., Cassettari, T., Marshall, S., & Fayet-Moore, F. (2020). *reviews: current topics Examining the health effects and bioactive components in Agaricus bisporus mushrooms: a scoping review* ☆. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108453>
- C., G., & H., M. (2024). The Economics of Production and Marketing of Oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) in Bukidnon, Philippines. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 42(11), 186–196.
<https://doi.org/10.9734/ajaees/2024/v42i112604>
- Dawadi, E., Magar, P. B., Bhandari, S., Subedi, S., Shrestha, S., & Shrestha, J. (2022). Nutritional and post-harvest quality preservation of mushrooms: A review. In *Heliyon* (Vol. 8, Number 12). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12093>
- De Cianni, R., Varese, G. C., & Mancuso, T. (2023). A Further Step toward Sustainable Development: The Case of the Edible Mushroom Supply Chain. *Foods*, 12(18).
<https://doi.org/10.3390/foods12183433>
- Decreto 3075 de 1997.*
- Devi, R., Sharma, M., Sharma, K., Gautam, R., & Gupta, G. (2024). Post-harvest management in mushroom production: An effective approach towards sustainability, food security and

- storage. *International Journal of Research in Agronomy*, 7(11S), 153–161.
<https://doi.org/10.33545/2618060x.2024.v7.i11sc.1942>
- Dong, H. R., Jiang, N., Zhang, D., Li, Y., Zhou, F., Li, Z. P., Li, Q. Z., Tan, Q., Zhang, M. Y., & Yu, H. L. (2025). Research Progress and Prospect of Substrate Alternatives for Edible Fungi Based on the “Cycle Production of Plants, Animals, and Fungi.” In *Journal of Fungi* (Vol. 11, Number 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/jof11110790>
- Dubost, N. J., Ou, B., & Beelman, R. B. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105(2), 727–735. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.030>
- Dussán-Sarria, S., Perea-Camayo, M. A., & Hleap-Zapata, J. I. (2019). Effect of different antioxidants and packing on physical-chemical and sensory attributes of oyster mushrooms at cold storage. *Información Tecnológica*, 30(6), 55–62.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600055>
- Edison Fabián Bermúdez. (2019). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL CULTIVO DE HONGO (Pleurotus sp) EN LA*.
- Fernández, M. V., Pildaín, M. B., & Barroetaveña, C. (2024). Analysis of the chain value of wild edible mushrooms in the mountain area of the province of Chubut, Patagonia, Argentina. *Bosque*, 45(3), 473–484. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002024000300473>
- García Murillo, P. G. (2019). Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*) como alternativa para el tratamiento de residuos sólidos de origen vegetal en Bogotá D.C. *Redes de Ingeniería*, 9(1), 26–31. <https://doi.org/10.14483/2248762x.13858>

Grimm, D., & Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 102, Number 18, pp. 7795–7803). Springer Verlag.

<https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>

Guo, H., Xu, W., Lin, M., Zhang, X., & Liu, P. (2025). Design of a Blockchain-Enabled Traceability System for *Pleurotus ostreatus* Supply Chains. *Foods*, 14(22).

<https://doi.org/10.3390/foods14223959>

Huacash Pale Sebastián, & Guzmán Ocampo Adolfo. (2021). *El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (Pleurotus ostreatus, sp) en Aldama, Chiapas.*

<https://doi.org/https://doi.org/10.31644/HT.01.02.2021.A4>

Ley 1122 de 2007. (n.d.).

Ley_9_de_1979. (n.d.).

López-Rodríguez, C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, C., & Borrero, M. (n.d.). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca evaluation of growth and production of *Pleurotus ostreatus* on different agroindustrials wastes of Cundinamarca.

In *Universitas Scientiarum* (Vol. 13). Retrieved

www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum

María, A., Molina, G., Velez Cardona, N., Santiago, /, Álzate, R., Juan, /, D'león, G. S., & Holguín, E. S. (2006). *Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles* Evaluation of some organic remains as a substract to cultivate edible funguses* (Vol. 2, Number 2).

Mesele, E., Yaekob, A. T., & Zeslassie, A. (2024). Valuation of the growth response of oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushroom on partially composted sesame stalk with different blends of wheat straw. *Discover Food*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00147-y>

Munialo, C. D. (2024). An exploration of alternative proteins as a potential sustainable solution to meeting the nutritional needs of the ever-increasing global population. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 59, Number 5, pp. 2846–2859). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17099>

Nacional, C., Cafeteros, D. E., Camilo, J., Salazar, R., Gómez, M., Cesar, E., Campos, E., Rodrigo, A., Zuloaga, M., Marulanda, J. E., Carlos, B., Gómez, A., Floresmiro, B., Ramírez, A., Martínez Martínez, C. A., Echavarría, P. E., Cala, J., Ramón, R., González, C., ... Echeverri Gómez, E. (2003). *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*.

Okutan, P., & Akkoyunlu, A. (2021). Identification of water use behavior and calculation of water footprint: a case study. *Applied Water Science*, 11(7). <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01459-5>

Pashaei, K. H. A., Irankhah, K., Namkhah, Z., & Sobhani, S. R. (2024). Edible mushrooms as an alternative to animal proteins for having a more sustainable diet: a review. In *Journal of Health, Population and Nutrition* (Vol. 43, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s41043-024-00701-5>

Resolución 2674 de 2013. (n.d.).

Resolución No. 810 de 2021. (n.d.).

Rodríguez Valencia, N., Liliana, M., Fonseca, A., & Perdomo, F. P. (2006). *PRODUCCIÓN DE LOS HONGOS COMESTIBLES ORELLANAS Y SHIITAKE*.

- Rodríguez-Barrera, T. M., Téllez-Téllez, M., Sánchez, J. E., Castañeda-Ramírez, G. S., Acosta-Urdapilleta, M. D. L., Bautista-Garfias, C. R., & Aguilar Marcelino, L. (2021). Edible mushrooms of the genus *Pleurotus* as biocontrol agents of parasites of importance for livestock. *Scientia Fungorum*, 52, e1375. <https://doi.org/10.33885/sf.2021.52.1375>
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
- Sebastián Huacash Pale, & Adolfo Ocampo Guzmán. (2021). *El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (Pleurotus ostreatus, sp) en Aldama, Chiapas.*
- Stastny, J., Marsik, P., Tauchen, J., Bozik, M., Mascellani, A., Havlik, J., Landa, P., Jablonsky, I., Tremel, J., Herczogova, P., Bleha, R., Synytsya, A., & Kloucek, P. (2022). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Five Medicinal Mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Antioxidants*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/antiox11081569>
- Torres Oscar. (2017). *Los costos de la alimentación en la producción pec.*
- Vargas, J., Prado, E., & Velásquez, Y. (n.d.). *Supply Chain Management conceptos, procesos y Enfoques.* Retrieved <http://www.portafolio.co/economia/impuestos/supply-chain-management-la->
- Vasco-Palacios, A. M., Peña-Cañón, R., Benavides, O. L., & Dávila-Giraldo, L. R. (2025a). Edible mushrooms and sustainable development in Colombia. *Lilloa*, 62, 223–251. <https://doi.org/10.30550/j.lil/1920>

Vasco-Palacios, A. M., Peña-Cañón, R., Benavides, O. L., & Dávila-Giraldo, L. R. (2025b). Edible mushrooms and sustainable development in Colombia. *Lilloa*, 62, 223–251.
<https://doi.org/10.30550/j.lil/1920>

Apéndices

Apéndice A : *Transcripción completa de entrevista realizada a ingeniero químico y productor a pequeña escala.*

Fecha: 12 de marzo de 2026

Entrevistadora: Leidy Garzón

Entrevistado: Diego Hernando Romero, ingeniero químico y productor de hongos Orellana

LG: Buenas tardes, nos encontramos con Diego Hernando Romero él es ingeniero químico de profesión y también tiene experiencia a pequeña escala en el cultivo de Orellana de hongos comestibles Orellana

Buenas tardes, Diego, si quieres preséntate, por favor.

DHRR: Bueno, muy buenas tardes, Leidy Johana, soy Diego Romero, soy egresado de la Universidad Nacional de Colombia, soy ingeniero químico, yo cultivando hongos Orellana desde hace 3 años y pues es un emprendimiento que está surgiendo en este momento.

LG: Desde tu formación profesional y pues con esa experiencia que tienes, ¿cómo describes el proceso productivo del hongo comestible orellana?

DHRR: Listo, pues en este caso, Orellana es un proceso muy interesante, debido a que su cultivo se hace a partir de residuos agroindustriales, entonces, digamos que Colombia en sí es un país agrícola, tiene una gran producción agrícola y una de sus de las problemáticas del campo es qué hacer con muchos de esos residuos. Por ejemplo, vemos en ciertas zonas en que se promueve la parte de las quemadas de estos residuos, incluso hay algunos que los hacen como compostaje, que es una muy buena opción, pero sería muy bueno, digamos, coger estos residuos y darle un mayor valor agregado, en el cultivar como tal estos hongos.

LG: ¿Qué insumos o qué condiciones técnicas consideras que son más críticos a la hora de realizar este procedimiento?

DHRR: Sí, entonces una parte son los costos en lo que se incurren, digamos, en la parte del alistamiento de los sustratos, por ejemplo; en las esterilizaciones y que éstas mismas no sean eficientes. Se dá mucho, por ejemplo, o en mi caso, infecciones como con tricolor o lo que aparenta ser tricolor, entonces vemos en las bolsas, la presencia de un hongo verde de tiempos exagerados de incubación, eso se debe a una mala esterilización o que hay algo en el sustrato que no está como tal estandarizado que me está afectando estos tiempos, entonces, digamos, esas serían como las partes más críticas, poder controlar la contaminación, estandarizar más el ciclo de incubación, sería como las fases más críticas que vería de momento.

LG: ¿Cómo haces la esterilización?

DHRR: He intentado dos formas, una química con cal viva, otra es la forma térmica con vapor de agua. Sin embargo, una tiene implicaciones muy diferentes, entonces en la química pues tiende a tener un bajo costo. Hay un problema de residuos, entonces, por ejemplo, si uso cal, ya sea cal biocal, cal hidratada, pues no tengo donde disponer como tal este residuo, entonces he optado más por la parte térmica, pero eso me ocasiona un gasto mayor de energía.

LG: En ese sentido, podemos decir que por el costo alto de la máquina, éste es un insumo crítico?

DHRR: No es tanto la máquina, sino la energía como tal, eso por ahora, pues a futuro estoy mirando para hacerlo con gas. Actualmente lo estaba haciendo con electricidad, entonces es una constante iteración del proceso, mirar a ver con cuál se ajusta a mi presupuesto.

LG: Y para el tema logístico, después de tener el cultivo, ¿qué limitaciones ves en esa parte en cuanto a la comercialización del producto ya terminado?

DHRR: Sí, en este caso hay un problema, el de la distribución ya que digamos, mi producto no está teniendo como tal una larga vida.

No sé si decirlo útil, pero desde el empaquetado hasta la distribución se me puede estar perdiendo producto. Entonces es más porque no tengo, una cadena de frío de momento. Sí, entonces eso es uno, lo que me afecta al negociar con mis clientes, es difícil. Entonces, mientras se solucionan esa parte, pues tengo producto almacenado que se me puede dañar.

LG: ¿Qué oportunidades de mejora ves en este proceso? es decir desde la consecución de la semilla, del sustrato hasta la distribución del producto.

DHRR: Es un proceso que tiene bastantes pasos, es bastante complejo como te mencionaba debido en parte a los problemas con la contaminación de las semillas. Si hay un descuido, puede que se contamine y no me doy cuenta y cuando lo hago, es tarde pues tengo baches continuos de producto ya contaminado. Entonces sería esa parte, la otra parte es controles de temperatura en incubación, también es otro de los problemas críticos que he visto.

LG: ¿Y cómo ves la Orellana como alternativa de proteína frente a las otras que tenemos comúnmente de origen animal u otras de origen vegetal?

DHRR: sí, sí es, es una alternativa, pienso que es más suplementaria, sí se tiene, he leído artículos en los que se menciona, que la Orellana contiene como tal el perfil de aminoácidos esenciales que uno necesita, pero lo tiene en una baja concentración, entonces para, suplir la carne a un futuro, no, no lo vería tan viable de momento, pero sí como un complemento. Un complemento nutricional, es decir, por ejemplo, el mercado del veganismo o el vegetarianismo,

pues sería un buen punto para atacar. Otra de las problemáticas que he visto es la cantidad de gente que realmente consume hongos en Colombia.

Entonces, si ya es muy reducida la cantidad de gente que compra por ejemplo el champiñón; hay gente que no sabe qué es la Orellana, por ejemplo. Entonces también hay una parte de desconocimiento del público.

Que se podría atacar y si hay una mayor demanda de ese producto, pues ayudaría a solventar ciertas cosas de la cadena de producción.

LG: además de la falta de divulgación de la Orellana, ¿qué otras recomendaciones ves para mejorar la competitividad en el sector?

DHRR: Tendría que haber más estandarización de sustratos, aunque si la agroindustria es más grande en Colombia, por lo mismo se producen mucho de un montón de variedades y los hongos normalmente necesitan ciertas cantidades de carbohidratos, de fuentes de nitrógeno, de fuentes de fósforo, entonces, digamos, el poder estandarizar los sustratos sería una parte muy buena. No tendríamos tiempos de inoculación tan altos. A veces también juega la temperatura, o sea, es un problema de muchas variables, entonces, apuntarle a una también es complicado si descuidas las otras variables.

Pero el problema se combate de a uno, o sea, si solucionas uno, pasas al siguiente problema y así sucesivamente.

LG: Dentro de la cadena de suministro, entendiendo como cadena de suministro, todo lo que incluye el proceso, actividades, insumos, actores. ¿Cuál crees que sería el eslabón más débil?

DHRR: Lo hablas global a empresas o específicamente hacia mí?

LG: Sí, a nivel sectorial, revisando todo el proceso de la cadena de suministros desde el inicio, desde la consecución de la semilla hasta poner el producto en manos del consumidor,

pasando por la refrigeración. por la incubación, la inoculación todo el proceso que hay que llevar para llegar al público o al consumidor final, ¿cuál crees que es el eslabón más débil de esa cadena?

DHRR: Pienso que habría dos. Uno es en la parte de la distribución, el poder solventar la cadena de frío es uno, el otro es la parte de la producción y como evitar sus contaminaciones que es una de las partes más críticas que yo he visto o que he vivido, donde se me han perdido varios cultivos y lotes de sustrato, debido a ésta contaminación, entonces, si por mí fuera atacaría éstas dos, una para que no se me pierda sustrato y la otra para poder tener salida de producto al mercado.

LG: ¿Y en esa misma línea, ¿cuál sería el eslabón más fuerte?

DHRR: La materia prima barata es el eslabón más fuerte, el poder tener residuos agroindustriales y poderlos aprovechar es como la parte más fuerte. Tienes una materia prima muy barata y pues si tienes un producto de alta calidad, pues puedes hacer muchas cosas con él.

LG: Ok, dentro de lo que he consultado, el bagazo de la caña de azúcar ha sido como el que tiene mejor eficiencia biológica, en cuanto a tu experiencia. ¿Qué sustratos has usado que te han dado buen resultado?

DHRR: He usado cartón, cáscaras de mazorca, he usado... bueno, para eso ya es para hacer semilla. he usado residuos de uchuva. En el caso del bagazo, sí, entiendo que puede ser muy bueno para poder producir hongos, pero hay algo que también hay que tener muy en cuenta, y es que principalmente, digamos, para la gran industria, el bagazo ya tiene un uso como tal, un uso energético, entonces, la caña de azúcar sería más para un pequeño productor, habría que hacer esa aclaración.

LG: OK, ¿Qué recomendaciones finales o qué le dirías a un productor que apenas inicia en este mundo de los hongos comestibles?

DHRR: Aproveche las tecnologías que hay, los videos, en internet hay muchos comentarios, hay mucha gente con mucha experiencia que deja ahí su pequeño granito de arena y pues que uno, aunque parezca que está solo, pues realmente no lo está, si hay mucho conocimiento en internet, el cual podemos aprovechar.

LG: Diego Hernando, muchas gracias por contestar mis preguntas.

DHRR: No, a ti Johana, que tengas un muy buena noche.

LG: Que estés bien.