



Implementación de un prototipo de caja, para el  
mejoramiento del proceso productivo del champiñón, con el fin de aumentar el  
rendimiento en su cultivo de manera sostenible

Modalidad  
Monografía de análisis

Paula Andrea Almeida Carvajal  
1102384765  
Yesica Almeida Carvajal  
1005553402

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Tecnólogo en producción industrial**

**DIRECTOR**  
Mayra Alejandra Jaimes Carrillo

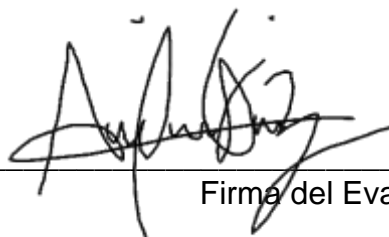
Grupo de investigación – SOLYDO

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
Facultad a la que pertenece el programa académico  
Producción industrial  
**Bucaramanga, 25 de Abril del 2023**

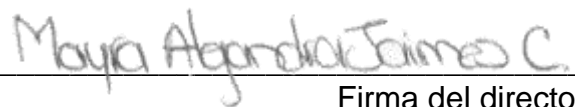
### Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander, para optar al título de Tecnólogo en Producción Industrial, según el acta de Comité de Trabajo de Grado No. 137-01-16 del día 26 de mayo de 2023.

Evaluador: Anggy Alexandra Gomez Ramirez



Firma del Evaluador



Firma del director

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 Objetivo general .....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2. MARCO REFERENCIA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Marco teórico .....	15
2.1.1 Producción de champiñones.....	15
2.1.2 Zonas Cafeteras .....	19
2.1.3 Impacto ambiental.....	20
2.1.4 Aprovechamiento de residuos.....	21
2.1.5. Agricultura.....	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1 Cultivo de setas en un ambiente controlado.....	24
2.2.2 Cultivo de champiñones a partir de esporas .....	25
2.3 Marco de antecedentes .....	26
<b>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>28</b>
<b>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....</b>	<b>29</b>
4.1 Revisión de literatura científica.....	29
4.2 Revisión de literatura gris .....	31
4.3 Contraste de resultados para determinación de puntos críticos, elaboración del diseño e implementación del prototipo.....	32
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1 Revisión de literatura especializada y científica.....	33
5.1.1 Puntos críticos del proceso del champiñón (impacto ambiental, rendimiento del cultivo).....	37
5.2 Desarrollo del prototipo de cajón para el cultivo del champiñón .....	40
5.3. Implementación del prototipo y medición del rendimiento.....	44

<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Diagrama Procesos.....</b>	<b>43</b>
-----------------------------------------	-----------

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Prototipo, Proceso de cultivo del champiñón .....</b>	<b>41</b>
-------------------------------------------------------------------	-----------

## RESUMEN EJECUTIVO

La producción de cultivo de champiñón blanco se ha convertido en un producto del mercado bastante competitivo, a medida que las tecnologías de la comunicación avanzan, las herramientas tecnológicas van desarrollándose, estas permiten oportunidades para poder generar un entorno óptimo con las condiciones necesarias para tener como resultado una siembra de calidad, aportando al rendimiento y cuidando el medio ambiente. Teniendo en cuenta lo anterior, se ha desarrollado el presente trabajo de grado haciendo uso de la descripción y mediante una metodología cualitativa, apoyándonos en literatura científica, literatura gris, utilizando también la observación en el trabajo de campo.

A partir de esto, se ha logrado identificar los aspectos claves para el diseño e implementación del prototipo de cama para mejorar el rendimiento, teniendo en cuenta la preservación ambiental. Se destaca los materiales utilizados para mejorar el proceso productivo, además de un cambio en él y el uso de una herramienta los para medir resultados alcanzados.

**PALABRAS CLAVE.** Champiñón blanco, sustratos, producción y cultivos, Zonas cafeteras, impacto ambiental, aprovechamiento de residuos, agricultura.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del champiñón blanco es una actividad agrícola que forma parte de la vida de muchos agricultores. Se comienza seleccionando el sustrato adecuado, controlando la humedad, temperatura, iluminación, entorno y materiales necesarios para el proceso productivo que permita una cosecha abundante, de calidad, óptima y con un alto nivel de rendimiento.

El proceso productivo del cultivo de hongos se ha convertido en un apoyo y base importante para el desarrollo agrícola, ya que no solo es una fuente de alimentos rica en nutrientes, sino que además tiene aplicaciones como por ejemplo el campo de la salud e incluso dentro de la medicina no convencional, resaltando las características de las vitaminas, minerales que posee lo ha venido convirtiendo en un producto sostenible. Por otro lado, también es importante destacar que su comercialización es una fuente de ingresos significativa para los agricultores que se dedican a su cultivo, lo que contribuye a mejorar su calidad de vida y la de sus familias. Además, su producción y venta generan empleo en diferentes sectores de la economía, lo que contribuye al desarrollo del país. En definitiva, el cultivo de este producto es una actividad importante para la economía y el bienestar de muchos países.



Adicionalmente, gracias a la facilidad del cultivo, se permite que se realicen siembras tanto a gran escala como en el hogar, lo que apoya a los pequeños agricultores. Aunque hay una competencia directamente marcada en el precio frente a las grandes empresas, también se tiene la capacidad potencializadora de contribuir de manera significativa al medio ambiente, al rendimiento y a una actividad agrícola sostenible con proyección tanto nacional como internacionalmente

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el trabajo de grado presenta un diseño e implementación de un prototipo de cajón/cama que puede ayudar a aumentar el rendimiento del proceso productivo del champiñón. Este diseño puede ser tomado como referencia para futuras investigaciones o como base para ampliar la información e incentivar a seguir mejorando el proceso.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por medio del presente trabajo se desea abordar el potencial que posee cierto tipo de hongo, para este caso específicamente el champiñón, respecto a su proceso de cultivo y comercialización. Este proceso cuenta con una particularidad, ya que su siembra no es natural, por lo cual se requiere el uso de elementos que no son biodegradables para su producción, como lo son las bolsas plásticas, las cuales generan una contaminación bastante importante, además de no aportar al aumento o mejoramiento de su producción, siendo necesaria la búsqueda de otras opciones más amigables con el medio ambiente y que favorezcan su cultivo y adecuado proceso productivo (Lema, 2020).

Por otra parte, es importante considerar otras propiedades que poseen como lo es la descomposición de elementos tales como la cáscara de café, siendo un complemento bastante interesante para otros cultivos, en la medida en que se puede ir produciendo el mismo. De igual manera, como lo resalta la FAO, la producción mundial de este alimento ha alcanzado aproximadamente 11 millones

de unidades al año, con un rendimiento del 13%, siendo una oportunidad de negocio importante para la economía local, regional y nacional (Gutiérrez & Moncada, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, se desea proponer una mejora en el proceso de producción del champiñón, a partir de la búsqueda en fuentes primarias y secundarias de alternativas que permitan que su proceso sea más amigable con el medio ambiente, aumente su rendimiento y atienda las necesidades del consumidor. Por ello, se propone como pregunta de investigación ¿De qué manera puede mejorarse el proceso de producción del champiñón, con el fin de que disminuya su impacto sobre el medio ambiente, sin comprometer el rendimiento del cultivo?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Universidades y centros de investigación a nivel global como la Universidad del Ces, luego de realizar una investigación sobre el cultivo de champiñones de manera convencional, han dejado en claro que se debe mejorar en el uso de semillas e ingredientes, además de mejorar la técnica de aislamiento; de esta manera, se podrían alcanzar resultados diferentes con respecto al uso de camas con bolsas plásticas para el proceso de producción. Además, debido a la variedad de especies a nivel nacional, se observa como una oportunidad de desarrollo del cultivo, en términos sociales y ambientales debido al impacto que puede generar en los productores, así como económico por el aumento en su rendimiento, en la medida en que disminuye el impacto de su proceso productivo (Gutiérrez & Moncada, 2020).

Este estudio, se realizará en un sector rural del municipio de Piedecuesta, con el fin poder mantener controladas las variables necesarias, para evidenciar las propiedades del proceso de producción propuesto. Por otra parte, la zona en la que se desea realizar la propuesta, cuenta con cultivos complementarios que pueden favorecer su desarrollo, como lo es el cultivo de café ya que, se ha identificado que no se aprovechan los residuos que este cultivo genera, provocando mayor contaminación; mientras que, al complementarse con el cultivo de champiñón,

puede lograrse un aprovechamiento de dichos residuos a partir de la descomposición que generan los hongos, obteniendo nuevos elementos como lo son abonos orgánicos con diversas propiedades que pueden favorecer nuevos cultivos, ya sea de estos mismos productos o de otros, con la posibilidad de utilizarse en el mismo proceso o comercializarse como nueva opción de ingresos (Pardo-Giménez, Figueirêdo, Zied & Pardo-González, 2012).

De igual manera, se destaca el aporte que este tipo de trabajos de grado puede realizar para las líneas de investigación que maneja el grupo SOLYDO, perteneciente al programa de Tecnología en Producción Industrial, de las Unidades Tecnológicas de Santander

### **1.3 OBJETIVOS**

A continuación, se enumeran los objetivos generales y específicos que se pretenden alcanzar en el desarrollo de este trabajo de fin de grado.

#### **1.3.1 Objetivo general**

Implementar un prototipo de cama o cajón, para el mejoramiento del proceso productivo del champiñón, con el fin de disminuir su impacto al medio ambiente y aumentar el rendimiento del cultivo.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Realizar una revisión de literatura especializada, con el fin de identificar las diferentes etapas para la producción de champiñones, determinando los puntos críticos en términos de impacto medioambiental y rendimiento del cultivo.

Desarrollar un prototipo de cama o cajón para el cultivo del champiñón, por medio de materiales amigables con el medio ambiente, con el fin de abordar los puntos críticos identificados previamente.

Implementar el prototipo elaborado, por medio de la puesta en marcha del cultivo del champiñón, para la evaluación de su funcionalidad y rendimiento del proceso productivo.

## 2. MARCO REFERENCIA

En el presente componente, se desarrollará el marco de referencia del trabajo de grado, el cual, estará compuesto por el Marco Teórico, el Marco Conceptual, el Marco de antecedentes y el marco ambiental.

### 2.1 Marco teórico

El capítulo actual analiza algunos antecedentes históricos y desarrollos recientes con respecto a los sistemas de producción agrícola colombianos, la competitividad de la industria agrícola y el Desarrollo Rural de los champiñones.

#### ***2.1.1 Producción de champiñones***

Los champiñones son uno de los hongos más populares, vendidos y consumidos en Occidente. Hay muchos tipos de hongos, y todos son buenos para su cuerpo. Bajo en calorías, pero alto en vitaminas B, potasio, hierro, cobre y selenio; estos hongos se encuentran a menudo en las dietas. Alrededor del año 1600, se descubrió el primer cultivo comercial de hongo en Francia, todo comenzó cuando alguien notó

que este hongo estaba creciendo en restos de plantas humedecidos y estiércol en sus jardines.

Las setas fueron un misterio hasta el siglo XVIII cuando algunos botánicos obtuvieron éxito en sus cultivos. Originalmente provenían de Europa, pero se propagaron luego a otras partes del mundo. A menudo se asocian las setas con los hongos más grandes y destructivos, pero no son infinitamente letales. Además, como es natural en los seres vivos.

En la actualidad, el cultivo de hongos comestibles ha incrementado mucho en el mundo. Se dice que China es líder mundial en la producción de hongos comestibles, seguida por la Unión Europea. En Europa se cultivan principalmente *Agaricus bisporus* (hongo), hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) y hongo Shiitake (hongo Shiitake), entre los cuales se encuentran especies más cultivadas en la región europea. Según datos de actividad recientes, los mayores productores de *Bisporus* son Holanda y Polonia, seguidos de Francia y España.” Roncero, I. (2015).

En relación con la gastronomía y la medicina, los hongos son una manifestación de la naturaleza. Aunque parecen haber sido creados por el hombre, su origen es difícil de determinar. Es por esto que las actividades relacionadas con la micología son importantes para el conocimiento científico y su conservación. Estas actividades incluyen la identificación de hongos, el estudio del terreno y el manejo del cultivo.



El proyecto se enfoca en la producción de la especie *Agaricus bisporus* o champiñón común. Es un hongo comestible, de color blanco, que se seca al ambiente sin descomponerse, de pulpa firme y sin fibras, y con un agradable aroma al cortarlo y degustarlo.

Las setas Blancas tienen una parte carnosa, el sombrero, que puede llegar a medir hasta 15 cm de diámetro. Luego sigue el Himenio, la parte inferior del gorro con varias láminas que llegan al borde Surface. Debajo de las laminillas hay millones de esporas que, cuando maduran, dan lugar al micelio fúngico o puntos blancos. Finalmente, hay patas o tallos cilíndricos, blancos y lisos unidos a los filamentos del sustrato del hongo.

El sustrato es el material orgánico donde se siembra la semilla que se utiliza para la producción. En la actualidad, se pueden manejar una cierta variedad de sustratos para el cultivo de champiñones, y la selectividad del sustrato depende de la especie que se quiere sembrar, ya que es importante saber que cada sustrato tiene diferentes nutrientes. Tradicionalmente, los sustratos utilizados para el cultivo de hongos son el estiércol de caballo y la paja de trigo. Esta escasez ha llevado a obtener compost artificial o utilizar un sistema híbrido que utiliza un porcentaje de estiércol de caballo mezclado con paja y aditivos. (Montero, 2013)

En relación con el uso de la pupa de café, se considera que es una buena opción de sustrato para el cultivo de champiñones ya que brinda una gran variedad de nutrientes. En primer lugar, se utiliza sin triturar, únicamente se realiza un composteo moviendo y tapando con nailon negro para lograr el punto de fermento deseado, el cual puede variar de 8 a 15 días dependiendo del lugar y del manejo. Posteriormente, se seca completamente la pulpa en un patio. En segundo lugar, ya listo el sustrato puede ser utilizado para el cultivo de las setas. (Nunes, 2018).

Los hongos se reproducen a través del micelio, un tallo fúngico o mecanismo vegetativo formado por grupos de filamentos. El micelio tiene esporas (llamadas conidios en los hongos) de las que emergen nuevos hongos cuando se cultivan. Una curiosidad interesante que se debe saber: los fanáticos de la recolección de hongos en el campo usan bolsas de malla para exhibir sus especímenes. (Stony, 2017)

Por lo tanto, cuando se encamina en busca de hongos, libera desechos adheridos a los hongos en el suelo. Ahora bien, el cambio en la utilización de bolsas no es muy adecuado ni amigable con el medio ambiente, es por esto que es mejor la utilización de cajones hechos en madera, ya que es más rentable y sobre todo no se contamina.

Cuando el sustrato estaba esparcido en la caja, se tomó el micelio y lo espolvoreó sobre la última capa del sustrato de pulpa de café ya compostado. Luego cubrió todo con una pequeña cantidad de turba y agua, pero no tanto como para

que el exceso de humedad no forme moho. A partir de este momento, es necesario regar con frecuencia, pero no en abundancia, como ya se mencionó, preferiblemente con una botella de spray o una regadera.

### **2.1.2 Zonas Cafeteras**

Teniendo en cuenta el concepto de zona cafetera, el cual es aquel lugar que está preparado y destinado para el cultivo del café, se sabe que alrededor del mundo existen algunas regiones que sobresalen por ser grandes productores del mismo entre ellas se encuentran: Brasil, Colombia, Etiopia, Vietnam, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Kenia, Tanzania y Uganda, los cuales producen una amplia gama de granos, algunas con características particulares en cuanto a suavidad, equilibrio, Los sabores complejos (como por ejemplo los afrutados y florales), la robustez, los tipos de café (instantáneo y/o expreso), la audacia, la originalidad, algunos con toques de grosella negra y críticos, varían dependiendo de la zona geográfica en la que se encuentre, las condiciones del entorno, cultivo, cultura y los fines con los que se usa.

Por otra parte, se tiene conocimiento de que existe una relación en cuanto a la siembra de hongos y café. Algunos tipos de café se utilizan como sustrato para cultivar algunas especies específicas de hongos debido a que esta es una fuente llena de nutrientes. Esto se argumenta por varias investigaciones en las que se

demuestra que algunos granos de café aportan al indicador de rendimiento de los champiñones, haciendo que estos sean competitivos, sostenibles y de calidad, por lo tanto, al ingresar al mundo comercial/competitivo, se puede considerar solicitar a las grandes productoras de café, cafeterías y tiendas que donen sus sobras y desechos, los cuales pueden ser reutilizados por aquellos que se dedican a la producción de hongos. Esto podría convertirse en una gran ayuda para la actividad avícola.

### ***2.1.3 Impacto ambiental***

Conociendo previamente que la actividad de siembra de champiñones se encuentra dentro de las actividades correspondientes a la agricultura, permitiendo que sea a su vez amigable con el medioambiente, puesto que el entorno en el cual se cultiva es dentro de un ambiente controlado, accediendo de esta manera a recursos naturales, dejando a un lado los productos químicos. Desde otro punto de vista se tiene un impacto negativo ambiental refiriéndose a la calidad del agua. Además, si los desechos sólidos no reciben un manejo adecuado, representan un gran problema que traerá varias consecuencias no favorables.

### **2.1.4 Aprovechamiento de residuos**

Tomando como referencia que el cultivo de champiñón blanco es una actividad rentable, sostenible y ambientalista que se ha desarrollado en distintos sectores del mundo a lo largo del tiempo, gracias al uso de sustratos orgánicos ricos en nutrientes que contribuyen al desarrollo, calidad y crecimiento de la siembra, se puede afirmar que el aprovechamiento de residuos orgánicos, como es el caso del sustrato, es una práctica beneficiosa para el medio ambiente, también el abono, aserrín, se permite que sean utilizados como base para elaborar posteriormente el compost. Por otra parte, el aprovechamiento de residuos no solo se centra netamente en la cantidad de residuos, sino que además es una fuente contribuidora que da como resultado la producción de alimentos saludables. En resumen, el aprovechamiento de residuos ayuda a disminuir los índices de desperdicios de materiales, I representa también una reducción en la producción de metano por el proceso de descomposición de residuos, lo cual contribuirá beneficiosamente a la reducción de las consecuencias que conlleva el efecto invernadero.

### **2.1.5. Agricultura**

Se sabe que la agricultura es una de las principales fuentes económicas a nivel mundial, un ejemplo de ello es Colombia, donde esta actividad aporta aproximadamente 80 millones al producto interno bruto, lo cual es un indicador económico. Además, también es un principal agente generador de empleo, debido a que sus altos niveles de producción y demanda de alimentos hacen que sea una labor compleja, implicando una alta inversión en mano de obra, capital para el cultivo de plantas, cría de animales, producción de productos agroindustriales y gestión de suelos, se dio identifioco que sería un desafío financiero importante.

Dentro de su clasificación, se sabe que existen tres tipos de actividades agrícolas: de subsistencia, comercial e industrial. La primera de ellas es aquella en la que el cultivo se realiza con el objetivo de autoabastecerse, cubriendo así las necesidades básicas presentadas. La segunda se lleva a cabo con fines de venta en el mercado, siendo una fuente generadora de ingresos y utilizando técnicas orientadas en la siembra, uso de semillas especiales y fertilizantes, en cuanto a la industria, se enfoca en la producción de alimentos a gran escala, haciendo uso de maquinaria especializada para mejorar los indicadores de producción, optimizar los materiales y, como consecuencia, reducir los costos de producción.

Por otra parte, al considerar el impacto de la actividad agropecuaria en otros ámbitos, como el social, se puede observar que puede traer grandes beneficios para

la reducción de los índices de pobreza y la facilidad para el acceso a alimentos de calidad, frescos y saludables. En cuanto a lo económico, permite aumentar los ingresos y brinda oportunidades para la empleabilidad de las zonas rurales, por último, para el ambiental se busca que se convierta en una actividad sostenible, protegiendo los recursos naturales, contribuyendo de esta manera al medio ambiente.

Se debe tener en cuenta que esta relación directa entre la agricultura y el cultivo de champiñones puede ser beneficiosa para los agricultores, ya que pueden aprovechar los residuos agrícolas para producir champiñones y mejorar sus ingresos. Además, la utilización de estos residuos puede contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y a la mejora de la calidad del suelo.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### ***2.2.1 Cultivo de setas en un ambiente controlado***

El cultivo de hongos requiere oscuridad para evitar que la luz los mate. El cajón debe ser colocado en un área adecuada y mantener una humedad ambiental constante. Además, es importante asegurar una buena ventilación. No se debe permitir que la temperatura supere los 20°C.

Sin embargo, cultivar champiñones en casa no es tan simple. “A diferencia de otros cultivos, las setas requieren de un gran cuidado y cierta observación, ya que estamos hablando de un cultivo frágil y exigente”. (Fernández, 2017)

"Las condiciones ambientales dependen en gran medida de las características del lugar donde se realiza el cultivo", se afirmó. Según sus conocimientos, el hongo crece perfectamente cuando la temperatura ambiente oscila entre los 12° y 14° C, y la humedad relativa del aire se encuentra entre el 75% y el 80%. Sin embargo, señaló que siempre que la temperatura esté comprendida entre los 8 y 18 °C y la humedad se sitúe entre el 70% y el 90%, se puede llevar a cabo un cultivo de hongos con éxito. (ecohoturm, 2017)



### **2.2.2 Cultivo de champiñones a partir de esporas**

En general, dado que solo se está tratando con los hongos que producen hongos comestibles, se ceñirá a los ascomicetos y los basidiomicetos, las dos ramas de hongos que incluyen a casi todas las especies que producen hongos comestibles.

Se utiliza la pulpa de café obtenida como subproducto en el beneficio húmedo para hacer abono orgánico. El compost o su compost se puede hacer a partir de heces y otros residuos vegetales, como tortas, heces, estiércol animal adicional, así como cenizas y pasto

A diferencia del suelo terrestre, que se usa comúnmente para cultivar plantas, el suelo que se usa para cultivar champiñones debe prepararse antes de su uso. Desafortunadamente, además de estas sustancias útiles e importantes para el crecimiento de hongos, el sustrato a veces puede contener bacterias, moho u otras sustancias que pueden interferir con el crecimiento del hongo. Estos invasores crecen constantemente más rápido que los propios champiñones del cultivador masculino. Esto puede representar una gran amenaza para su crecimiento y el cultivo ocasional, ya que estos contaminantes compiten con los hongos por el espacio y los recursos en el sustrato. Por lo tanto, debe asegurarse constantemente de que el sustrato esté protegido de infecciones para que sus hongos mágicos puedan crecer de manera óptima. Esta es la razón principal por la que el sustrato

se pasteuriza o esteriliza antes de ser inoculado con esporas de la especie de hongo mágico que elija. (Stone 2020)

### **2.3 Marco de antecedentes**

A continuación, se presenta el trabajo realizado por diferentes autores, el cual guarda estrecha relación con el trabajo encomendado en este documento, lo que le permite reiterar su importancia y aportar al campo del conocimiento, sirviendo de guía.

En primer lugar, se encuentra el trabajo "La Producción De Champiñón En Colombia Estudio De Caso Sobre El Desempeño Competitivo De Cuatro Pequeños Productores", el cual fue realizado por Aura Patricia Mora Cabezas (2019). En este, se logra identificar de manera clara en qué consiste la industrialización del cultivo de champiñones y cuales han sido los avances de algunas empresas al cultivar champiñones. Si bien el campo está asociado a la producción tradicional de alimentos, Las zonas rurales están experimentando cambios relacionados con la revolución tecnológica, los métodos de producción agrícola y el aumento de la productividad en estas áreas. Además, cada vez hay menos personas dedicadas tradicionalmente al trabajo agrícola, lo que aleja su conexión con lo rural y las miradas del resto del elenco. En este contexto, los cultivadores de hongos

colombianos ocupan lugares cercanos a grandes centros de consumo y mantienen su carácter rural, Porque es básicamente una "actividad agrícola, asentada en áreas no urbanas, con una mano Empleos de pueblos y ciudades pequeñas con otras actividades agricultura, pequeñas y medianas industrias, comercio, servicios, ganadería, turismo y minería de recursos naturales".

En segunda instancia, se encuentra el trabajo titulado 'Creación y Puesta en Marcha de una Microempresa Productora y Comercializadora de Champiñones en la Ciudad de Bogotá D.C.' Este trabajo fue realizado por David Camilo Páez Vargas. Él hace referencia a que el cultivo de hongos en Colombia es relativamente nuevo, ya que hasta hace poco tiempo no se había desarrollado técnicamente y científicamente como debería, en realidad, debido a la alta tecnología y las características de cuidado y control, él cultivo no ha logrado despegar de forma definida. Incluso en algunas partes del país, no se han comenzado a observar el surgimiento de plantas pioneras con características y dimensiones importantes, donde se desarrolla el producto industrialmente.

### 3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La metodología que se va a utilizar en el trabajo de grado titulado Implementación de un prototipo de caja, para el mejoramiento del proceso productivo del champiñón, con el fin de aumentar el rendimiento en el cultivo de manera sostenible es descriptiva, ya que desde el trabajo de campo que va a realizar le va a permitir observar los pasos mencionados en los objetivos. Para esto, se utilizará los recursos para avanzar en la monografía de análisis, los cuales son fuentes científicas, de literatura gris y de especialización, con el fin de lograr resultados y destacar los más relevantes.

Por otra parte, se hará uso del enfoque cualitativo el cual está orientado en la investigación centrada en un sujeto y/o objeto que para su caso es del champiñón, para de esta manera poder comprender el comportamiento, las variables, el entorno del cultivo de champiñones y de esa manera poderlo explicar con la ayuda de la descripción se refiere a la metodología cualitativa como una manera de encarar al mundo empírico, señalando que el sentido de este tipo de investigación da como resultado datos descriptivos ,entre ellos una conducta observable. Teylord Bondang (2017). Lo mencionado recientemente tiene como objetivo que él pueda mediante la observación y el análisis, encontrar resultados mediante la técnica de campo haciendo la exploración del terreno para de esa manera recolectar los datos cualitativos, pudiendo empezar a diseñar el prototipo que se va a construir a partir de los datos.

## 4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

En esta sección se indicará con detalles el paso a paso realizado para poder desarrollar los objetivos planteados y de esta manera realizar un contraste con los resultados alcanzados.

### 4.1 Revisión de literatura científica

Para la correcta búsqueda de información sobre literatura, se inició con búsqueda conceptual con el apoyo de Google Académico. Para ello, se hizo uso de palabras claves como lo son: Zonas cafeteras, impacto ambiental, aprovechamiento de residuos, agricultura, las cuales permitieron encontrar información valiosa y concisa acerca de su objeto de estudio, sin dejar a un lado lo desarrollado en el marco conceptual/ legal/ de referencias.

A su vez, se utiliza un enfoque cualitativo en el estudio, empleando la descripción para determinar los datos cualitativos del campo de estudio y observación directa para identificar los principales factores a mejorar en el proceso de cultivo de champiñón. Además, se apoya en una investigación teórica profunda para fortalecer su conocimiento sobre el tema y poder hacer un feedback del proceso a medida que obtiene y procesa la información para dar una descripción precisa. (Rojas, 2013)

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente al usar Google Académico en un primer acercamiento, se ha obtenido un resultado de búsqueda de 2530 en total. Con el fin de orientar su proceso de análisis, se ha definido los siguientes filtros para limitar, centrar y rescatar información que sea adecuada para su trabajo. En primer lugar, se ha filtrado el periodo de búsqueda entre 2017 a 2013, esto llevó a encontrar un resultado de 952 documentos, luego se tuvo en cuenta elementos esenciales como el título de los documentos, las palabras clave, el resumen y las conclusiones para definirlo como un segundo filtro.

Después de realizar la lectura de manera puntual teniendo en cuenta las pautas mencionadas anteriormente como segundo filtro, se ha obtenido un total de 40 documentos para la lectura total de ellos, los cuales se asemejan al objeto de estudio que tiene planteado y que además le ayudará al desarrollo de su objetivo específico "Realizar una revisión de literatura especializada", lo cual permitirá identificar las etapas del proceso de producción como se ha venido realizando de manera tradicional, la determinación de los puntos críticos en común a partir de los diferentes escritos de autores que se han inmerso sobre este temática, revisar como ha venido avanzado o empeorando el impacto ambiental, y como afecta directamente al rendimiento del cultivo..

## 4.2 Revisión de literatura gris

En esta segunda sección del trabajo de grado, se realizó una revisión de literatura gris teniendo en cuenta el uso de las palabras claves para que en el proceso de búsqueda halla una similitud con el de la literatura científica, para que el análisis vaya por un mismo rumbo, cabe resaltar que este tipo de literatura aunque no tenga un proceso de evaluación exhaustivo en el campo científico, este si aportar un gran valor de conocimiento para organizaciones, empresas, instituciones a nivel global aportando a diferentes desarrollos en los campos del conocimiento.

Para la búsqueda de resultados, él ha procedido a utilizar también Google Académico utilizando las palabras claves con el cultivo de hongos, haciendo uso del filtro de búsqueda de literatura gris, utilizando la misma línea de tiempo (2017-2023), añadiendo el idioma inglés para ampliar la búsqueda. Se ha encontrado que la cantidad de documentos encontrados es bastante amplia, por lo que ha decidido limitar la búsqueda y evitar seleccionar información que no aporte valor en su análisis, se ha hecho un repaso de sus objetivos específicos 2 y 3.

Después de realizar el repaso y teniendo en cuenta que la información buscada, la cual ayudará en el desarrollo del prototipo de cama para el cultivo de champiñón, a su vez corrigiendo los factores críticos identificados, para posteriormente poner en marcha y reflejar de manera física el diseño de la cama, se realiza un filtro por conveniencia que para su defecto se conoce como búsqueda por bola de nieve/

muestreo en cadena. Se utiliza esta técnica de muestreo para ayudar a identificar sujetos potenciales/ puntos potenciales en campos en donde son difícil encontrarlo o definirlos.

Finalmente, se ha reducido el número de documentos a 25 para también hacer una lectura completa y crítica de toda la información allí mencionada para encontrar los elementos que ayuden a alcanzar los resultados esperados. Después de hacer este análisis, ha procedido a hacer una comparativa de los hallazgos encontrados, las similitudes, diferencias a partir de las fuentes consultadas, las cuales va a mencionar en el siguiente literal.

#### **4.3 Contraste de resultados para determinación de puntos críticos, elaboración del diseño e implementación del prototipo**

Después de realizar una revisión exhaustiva de los documentos seleccionados tanto de la literatura especializada como de la literatura gris, se procede a la determinación de puntos en común. Ampliando la información a partir del reflejo de los resultados obtenidos con la investigación, enlazando los temas, puntos de vista y perspectivas desde cada literatura. Aunque a simple vista se podría decir que cada frente toma un camino diferente, viéndolo de una manera más detallada tienen bastante similitud ya que en algunos puntos en específico como lo son los puntos críticos se apoyan mutuamente, por lo cual se ha realizado la tarea de identificar



estos puntos en común para darles un gran importancia, poderlos desarrollar, para ser explicados generando conocimiento, permitiendo difundir esa información, además de incentivar e invitar a que futuros investigadores quieran profundizar en esa área del conocimiento, se puede encontrar de manera más explícita en la sección de resultados.

## 5. RESULTADOS

Enseguida se detallarán los resultados obtenidos gracias al análisis del objeto de estudio, a su vez gracias al desarrollo de cada uno de los objetivos específicos propuestos con el fin de resolver la pregunta problema planteada.

### 5.1 Revisión de literatura especializada y científica.

Estudios recientes han demostrado que el cultivo de hongos es una práctica potencialmente rentable y medible en términos de rendimiento. Además, tiene impactos positivos en el medio ambiente y su sostenibilidad, así como en el desarrollo económico y el bienestar físico. Varios estudios indican que los champiñones tienen importantes beneficios para la salud debido a sus propiedades antiinflamatorias, permitiendo que se puedan utilizar con fines terapéuticos, para el

tratamiento de enfermedades cardiacas y/o relacionadas con alergia, por lo cual el cultivo de esta especie de hongo es una oportunidad prometedora hablado en términos de producción, eficiencia y demás indicadores, por lo cual se necesita que se siga investigando acerca de esta tema para comprender completamente el potencial y poderlo estandarizar.(Castillos, 2006).

Por otra parte, a partir de las publicaciones fuera del ambiente científico, es decir las empresas, instituciones y demás organizaciones, se encuentra con el punto de vista más práctico, teniendo a consideración que el tipo de sustrato que se utiliza con mayor frecuencia para el proceso de producción son mezcla de materiales como: paja, aserrín, trigo, arroz café, lo cual depende de la ubicación geográfica y no menos importante de la persona a cargo del cultivo con el fin de crear un ambiente que permita al cultivo absorber los nutrientes necesarios para su crecimiento, en cuanto a la cantidad, método de preparación, recursos a utilizar dependen del tipo de hongo que se va a cultivar.. (McPherson, 2020)

También hay que tener en cuenta otro aspecto fundamental en el cultivo de hongos: el entorno y el espacio físico. Debido al tipo de hongos, es importante que el nivel de humedad varíe, así como la temperatura y la ubicación para recibir la luz del sol. Algunas especies prefieren o se adaptan mejor a ambientes más fríos y húmedos, mientras que otras a ambientes secos y cálidos. Además, se debe definir el método y la técnica a emplear, varía dependiendo de si se va a hacer desde una

zona comercial de gran escala o en su defecto en una zona del hogar (campo, finca, casa), lo cual es un factor clave para la optimización de recursos, para el rendimiento del cultivo, el proceso de fabricación. Teniendo en cuenta lo mencionado hasta ahora, el cultivo de champiñones es una actividad agrícola llamativa para seguir profundizando no solamente en el campo productivo, sino también para aspectos medicinales. (Montes, 2006)

Por otra parte, el proceso del cultivo de champiñón, en específico de "Agaricus bisporus", está compuesto por etapas que serán mencionadas a continuación: En primer lugar, el sustrato obtenido de la mezcla de los ingredientes seleccionados se pasteuriza para eliminar bacterias y microorganismos que puedan afectar la siembra. En segundo lugar, se vierte el sustrato con la semilla, la cual proviene de la parte vegetativa del hongo, produciendo el micelio que durante algunas semanas se extenderá y se cultivará los champiñones, estos crecerán por todo el sustrato. Después de esto, trasladará el sustrato a una sala que ha sido adecuada previamente para el cultivo. En la sala, se revestirá el sustrato para regular la humedad y temperatura del entorno donde se encuentran los champiñones. Pasadas unas semanas, los champiñones empezarán a crecer a partir de la capa, siempre y cuando se mantengan los factores de humedad e iluminación adecuados, Han sido controlados para su crecimiento y desarrollo de manera óptima, cuando

ya han madurado se cosechan a mano, son alistados para por último ser distribuidos y llevados al destino final. (Contreras, 2017)

Además de su trabajo investigativo de análisis, también es crucial para el diseño del prototipo del cultivo de champiñón que se conozca y abarque los retos, ventajas y desventajas acerca del objeto de estudio. Para ello, él comienza por analizar las ventajas, entre las cuales se encuentra que el champiñón blanco tiene una gran demanda en el mercado debido a sus múltiples usos en diferentes campos de acción. Por lo tanto, esta práctica agrícola se puede considerar muy rentable, teniendo en cuenta que su cultivo es bastante sencillo, requiriendo únicamente de tener cuidado con las recomendaciones del entorno, ambientales, materiales para la cosecha, además que es un producto de fácil almacenaje y que el deterioro no se presenta de manera frecuente, él puede considerar cultivar esta planta en su huerto. (Hurtado, 2017)

En cuanto a las desventajas y/o retos a los cuales él puede enfrentarse, empiezan por aspectos financieros como lo es el capital de inversión inicial, una infraestructura deficiente para el cultivo, falta del control del entorno, afectación por el cambio de clima, la temperatura, humedad, iluminación, son factores variables que pueden favorecer o afectar de manera definitiva la siembra, él debe contar con la disponibilidad, dedicación, atención, mantenimiento, revisión, prevención y previsión necesarias, Además, es importante que el cultivador esté preparado para enfrentar las enfermedades y plagas que puedan afectar al cultivo. Si no se toman

medidas preventivas, se corre el riesgo de perder todo el cultivo. Por otro lado, el mercado de hongos es muy competitivo y las grandes empresas tienen una ventaja significativa en cuanto al precio. Por lo tanto, es importante que el cultivador tenga en cuenta estos factores antes de decidirse a cultivar champiñones blancos. (Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008))

En cuanto a casos exitosos del cultivo de champiñón se refiere, se puede tomar como ejemplo al departamento de Santander en Colombia. Él se encuentra ubicado en la región oriental del país y ha logrado aprovechar los avances tecnológicos en la industria agropecuaria para implementar estrategias que le permitan enfrentar las condiciones climáticas sin afectar sus cultivos. Además, a nivel nacional se reconoce que el cultivo de hongos ha tomado gran importancia en los últimos años convirtiéndose en una industria significativa para el país, teniendo a su vez una proyección internacional. (Suarez, 2016)

### **5.1.1 Puntos críticos del proceso del champiñón (impacto ambiental, rendimiento del cultivo).**

Teniendo en cuenta que el punto crítico se conoce como un momento de quiebre si no hay una respuesta adecuada ante una situación, para su objeto de estudio ha logrado identificar 6 grandes aspectos que impactan directamente en el cultivo del champiñón blanco, los cuales son: esterilización, medio de cultivo, temperatura y

humedad, ventilación, iluminación, cosecha, los cuales son un punto decisivo para que bien la cosecha sea sana y abundante, o por el contrario infértil y poco efectiva.

“Valencia, N., Araque, M., & Perdomo, F”. (2006)

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se debe detallar las consideraciones para lograr una producción exitosa. Para la esterilización, los equipos y materiales deben estar completamente limpios. En cuanto al medio del cultivo, se deben usar materiales beneficiosos para el crecimiento. La temperatura debe oscilar entre los 55 y 65 grados en la escala de Fahrenheit, el nivel de humedad debe ser aproximadamente del 90%. A su vez, la ventilación debe tener una comunicación adecuada del oxígeno evitando la acumulación de dióxido de carbono, se debe hacer uso de luz indirecta, por otra parte, la cosecha debe empezarse cuando el hongo esté maduro, pero antes de que tome alguna orientación ya sea hacia arriba o hacia abajo. (Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2022.)

Los estudios demuestran que, si no se tienen en cuenta los puntos críticos mencionados del cultivo del champiñón blanco, puede terminar en consecuencias como un bajo rendimiento del cultivo, cultivo con calidad insuficiente, pérdida total del mismo. Ignorar alguno o todos estos factores llevaría a la obtención de hongos estresados, enfermos, atrofiados, reflejando bajos niveles de productividad, producto poco atractivo, reducción de la utilidad y pérdida del punto de equilibrio, lo cual lleva a tener en cuenta que requiere de bastante cuidado y atención.

Adicionalmente, el cultivo de hongos tiene impactos en el medio ambiente. Por una parte, los champiñones pueden ayudar a romper y descomponer el material orgánico, como por ejemplo los animales muertos y la materia vegetal. Estos, a su vez, ayudan a crear riqueza en el suelo en cuanto a nutrientes que pueden ser usados para la agricultura y la reforestación. Sin embargo, si la técnica utilizada no es sostenible o si se necesita el uso de productos químicos sintéticos, esto puede tener un impacto negativo para el medio ambiente. Dentro de las preocupaciones ambientales, él encuentra la erosión del suelo, la deforestación, la contaminación del agua, impactos en la vida silvestre. Teniendo en cuenta todo lo mencionado, se debe tener prácticas de cultivo que favorezcan el medio ambiente, además de que se presente una reducción en el desperdicio y el uso de energía, utilizando métodos naturales para la eliminación de plagas. (Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2021))

Sin embargo, para medir el rendimiento de una cosecha de champiñón blanco, él generalmente utiliza medidas de peso y volumen. Se utiliza la fórmula o método en el que se pesa la cantidad total de hongos o se mide el volumen de los hongos obtenidos. También puede hacer uso de herramientas tecnológicas disponibles para medir el rendimiento, que están estandarizadas y automatizadas para permitir una clasificación precisa entre hongos productivos/ no productivos. Tomando en cuenta la información mencionada, se procederá a definir la mejora en el proceso que se ha llevado a cabo, describiendo detalladamente el paso a paso que ha seguido, los

materiales que ha utilizado, el prototipo que ha diseñado y el formato que ha establecido para medir el rendimiento.






## **5.2 Desarrollo del prototipo de cajón para el cultivo del champiñón**

Después de haber realizado una inmersión de lectura acerca del cultivo del champiñón blanco, teniendo en cuenta los puntos críticos, las condiciones del entorno, los materiales y demás factores anteriormente mencionados, se ha elaborado un cultivo de champiñón a pequeña escala en un terreno ubicado en la vereda Menzuly del municipio de Piedecuesta, para lo cual ha utilizado los siguientes materiales: Guadua, la cual se ha utilizado como el soporte del cajón en donde se ha realizado el cultivo también utiliza alambres y puntillas como materiales adicionales para la seguridad de la caja. En cuanto a la siembra, utiliza cascote de café, capote de café, capote de madera y 20 litros de agua para controlar la temperatura y la humedad. Además, ha utilizado un aparato conocido como termómetro digitalivo.



A continuación, se ilustrará el paso a paso del trabajo de campo realizado, para posteriormente explicar los hallazgos encontrados:

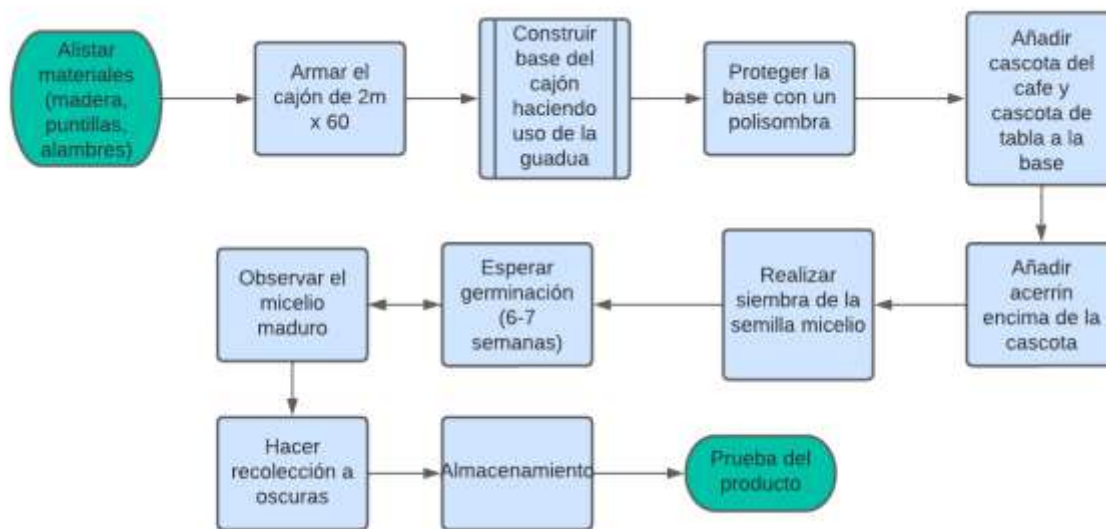
<p><b>Tabla 1. Prototipo, Proceso de cultivo del champiñón</b></p>		
		
<p><i>Paso 1: Con la madera, las puntillas y el alambre, se ha armado un cajón con medidas de 2 metros de largo x 60 cm de ancho. Posteriormente, ha construido el soporte de la base del cajón utilizando guadua</i></p>	<p>Paso 2: Enseguida, se ha sobre puesto sobre la base un poli sombra (tipo de saco), el cual le ayuda a controlar la iluminación, además de regular la humedad y temperatura, seguido a esto añade la cascota de café y la cascota de tabla, los cuales</p>	<p>Paso 3: Se adiciona aserrín para que cumpla la función de herbicida natural, contribuyendo a su vez al proceso de abono, luego hace la siembra del micelio el cual es la parte vegetativa y dependiendo de las condiciones empezó a crecer</p>

	<p>son los nutrientes que permiten que pueda germinar</p>	<p>y hasta formar el micelio maduro</p>
		
<p>Resultado del cultivo</p>		
 		<p>Herramienta de control</p> <p>En las imágenes de la izquierda se muestra la toma de control de temperatura y humedad, tanto del momento en el que ya la siembra ha dado cosecha, haciendo comparación respecto a la que se tenía durante la cosecha.</p>

Teniendo en cuenta el trabajo de campo realizado e ilustrado en la tabla anteriormente señalada, el cual se presenta en este trabajo de grado como el prototipo para la elaboración de champiñones a pequeña escala dentro de un ámbito del hogar, se recuerda el concepto de prototipo como un modelo o molde de algo recientemente creado o fabricado que se utilizará como guía o modelo para realizar otros tantos, en aquellos casos de producción en serie , después de elaborar el prototipo, se podrá crear cultivos con las mismas características y definir un proceso de producción. De esta manera, cuando comience el proceso de comercialización, tendrá un elemento diferenciador en comparación con la variedad de productos similares que ya se encuentran en el mercado. Esto le ha permitido entender varios factores relacionados con la siembra del champiñón, los cuales se explicarán con mayor amplitud en el siguiente literal.

### 5.3. Implementación del prototipo y medición del rendimiento

Gracias al desarrollo de este trabajo de grado para la elaboración del prototipo de caja se propone el siguiente diagrama de procesos:



**Figura 1. Diagrama Procesos**

Permitió entender los factores que mencionará a continuación, para la generación de este prototipo que permite proyectar para seguir desarrollando nuevos a partir de este, el cultivo de champiñones el cual permitirá tener resultados de: producción de alimentos, generación de empleo, desarrollo económico, utilización de residuos agrícolas, mejoramiento de suelo que son los factores que le

permitirá aumentar el rendimiento de este proceso, dentro de las principales razones que aportan de manera positiva para mejorar el indicador anteriormente mencionado son las siguientes: al ser un alimento rico en nutrientes, ella tiene permisividad para adecuar el entorno y cuidarlo de factores externos, lo que hace que se convierta en una fuente confiable de alimentos que brinda un producto a los consumidores y lo pone al alcance de su mano durante las distintas épocas del año. Por otra parte, le permite crear asociaciones con las fincas aledañas que se encuentran localizadas dentro de la vereda de Menzuly, para compartir esta idea de negocio y hacer alianzas, así puede expandirlo aumentando así la producción. Además, al no usar ningún fertilizante o insecticida, este cajón es contribuyente con el medio ambiente.

Tomando en cuenta la ubicación geográfica de su vereda, se estará realizando en este caso un cultivo de champiñón que dentro de la clasificación es considerado a pequeña escala, permitiendo a las familias interesadas recurrir al cultivo de champiñones como un beneficio para que sea una fuente adicional de ingreso, ya que el terreno es adecuado para realizar siembras pequeñas, no requiriendo de esta manera una gran inversión, ni mano de obra, poco uso de energía, haciendo de esta manera propone que la producción sea controlada por las mismas cultivadoras, acudiendo a estrategias que permitan que los cultivos sean sostenibles. Además, sugiere que se utilicen materiales reciclados como las cáscaras de papa y avena, lo que contribuirá al medio ambiente. También destaca la importancia de evitar la

utilización o el procedimiento del cultivo a gran escala, debido a que las técnicas, tecnologías, automatización y sustratos son diferentes, pero esto no quiere decir que el producto obtenido no sea competitivo ni de calidad.

Por otra parte, el rendimiento obtenido a partir del prototipo de caja realizado va de acuerdo con el método/ técnica de cultivo que se ha utilizado, que en este caso ha sido de manera natural sin recurrir a elementos/ materiales artificiales. Adicionalmente, luego de revisar la primera cosecha, se ha notado que los champiñones obtenidos en comparación con los que se encuentran en el mercado han sido de un tamaño un poco menor, En cuanto a la forma, el color y la textura, se ha obtenido un resultado de gran similitud. Además, para lograr lo mencionado recientemente, se ha asegurado que el micelio utilizado no se afectara por la humedad, iluminación y temperatura, que son factores críticos. Con el desarrollo de este trabajo, se ha logrado tener un control muy cuidadoso para evitar que la siembra se perdiera o en consecuencia fuese improductiva.

Para la medición del rendimiento, se han propuesto tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. En cuanto a los primeros, se evalúa la apariencia atractiva, la textura, el aroma, el sabor, la sanidad y el olor. En cuanto a los cuantitativos, se miden en términos de cantidad total de la cosecha, la tasa de crecimiento, el tiempo de cosecha y el rendimiento económico y/o utilidad. Antes de mencionar los datos obtenidos dentro de los factores mencionados, se han obtenido algunas Se han establecido directrices para evaluar el rendimiento de la cosecha a partir del

prototipo de cajón que se ha realizado. Se debe tener en cuenta que el champiñón debe verse fresco, no tener marcas, tener un tamaño adecuado, una forma consistente, una textura firme, un sabor algo dulce, un aroma suave y un control de calidad para descartar enfermedades y/o plagas. Además, se deben considerar los kilogramos obtenidos, la comparación de las dos primeras cosechas, el tiempo que duró el cultivo y la definición de gastos y costos.

En términos cualitativos, el champiñón que ha obtenido presenta un aspecto fresco de color blanco algo amarillento por el proceso de producción y cuidado. Al tocarlo, se siente firme y tiene un tamaño promedio. Se ha utilizado para la preparación de una crema de champiñones para asegurar el olor y sabor que produce, teniendo como resultado un buen sabor y un olor llamativo. No presenta ningún tipo de manchas y su sanidad ha sido revisada mediante la inspección del terreno. En términos cuantitativos, se tiene en cuenta que el cajón fue armado por él con guaduas extraídas de la zona rural de la vereda, lo cual no le representa un gasto en términos monetarios. También utilizó tablas extraídas de árboles con una contextura gruesa y consistente. Las puntillas que utilizó fueron de 3 pulgadas por caja de 500 gramos y las compró por un valor de 6,200 pesos. Adquirió semillas de micelio por 150,000 pesos por 500 gramos y compró 10 litros de agua por un valor de 12,000 pesos, el abono de aserrín tiene un costo de 9 mil pesos por dos kilogramos y el costo total de materiales para la producción es de 178,200 pesos. El tiempo de cosecha es de siete semanas y media y la cantidad obtenida es de 81

hongos con un peso total de 24 kilos. El precio de venta es de 22,000 pesos por kilo, lo que resulta en ingresos totales de 528,000 pesos por producción. Para medir el porcentaje de rendimiento, se utiliza la fórmula (rendimiento real/rendimiento teórico) x 100. El rendimiento obtenido es del 80%, calculado como  $(24/30) \times 100 = 80\%$ . Por lo tanto, se observa que el prototipo diseñado de cajón para el proceso de producción de la cosecha de champiñón puede ser utilizado y replicado para la realización de más cultivos.



## 6. CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo del trabajo de grado teniendo como objeto de estudio el champiñón blanco, se ha descubierto que el impacto ambiental que proviene del proceso de producción tiene consecuencias bajas respecto a otras actividades agrícolas. A su vez, sabe que el nivel de iluminación debe ser bajo y que el entorno debe ser en un interior, lo cual le ahorrará el uso de químicos y/o insecticidas. Además, se ha verificado que cuanto a los materiales de tierra y agua se debe utilizar de manera muy adecuada para no afectar el cultivo.

Por otra parte, en cuanto a términos de rendimiento y ganancias se observa que este tipo de hongo resulta bastante rentable para los distintos tipos de agricultores, permitiendo estandarizar el proceso de producción. Teniendo en cuenta que el ciclo de vida del champiñón es corto, se pueden determinar las cantidades que se podrían producir ya sea de manera mensual, trimestral, semestral o anual, lo que posibilita hacer una proyección de los ingresos.

Al verificar el proceso de producción que se ha venido utilizando de manera tradicional, se permitió identificar las etapas para saber en cuáles debía intervenir, teniendo en cuenta los puntos críticos para poder aumentar la producción y los niveles de rendimiento. Atendiendo a lo mencionado anteriormente, se llegó a una

conclusión en general, la cual es que el cultivo del champiñón blanco necesita y/o requiere de bastante atención a los detalles en las distintas etapas del proceso productivo para disminuir los desperdicios y de esta manera el rendimiento sea óptimo.

El proceso de elaboración del prototipo de cajón para la producción del cultivo de champiñón le ha permitido demostrar que es una actividad bastante rentable, con un rendimiento destacable, además de aportar beneficios en distintos ámbitos en cuanto a lo social, lo cultural, lo ambiental y lo económico, se invita a que esta actividad sea una oportunidad de obtener una fuente de ingresos adicional, haciendo una inversión mínima con utilidades aceptables, sin necesidad de recurrir a tecnología especializada, químicos o insecticidas, contribuyendo así al medio ambiente. Además, se convierte en una actividad agrícola que se puede realizar desde el hogar.

## 7. RECOMENDACIONES

Para una investigación centrada en el objeto de estudio, es importante que se considere los puntos críticos mencionados con el fin de obtener información que le permita avanzar en términos de rendimiento. Además, debe considerar el proceso productivo tradicional para hacer comparativas con la propuesta de mejora presentada, con el fin de ver tanto las ventajas como las desventajas que trae la misma y los posibles retos. De esta manera, se podrá tener un punto común y centrado en la investigación.

Por otra parte, se debe tener una perspectiva completa del cultivo del champiñón para que no se pase por alto ninguno de los factores que son primordiales para su cultivación, además de tener en cuenta el impacto ambiental, la representación de esta actividad agrícola tanto a nivel nacional como internacional, por ello, se invita a futuros investigadores masculinos a tomar como punto de referencia los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo de grado para generar una profundización de la temática y una ampliación del tema, de manera que puedan presentar nuevas propuestas que permitan seguir aumentando el rendimiento.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares Montero, K. J. (2016). Formulación de un compost a partir de .. - Repositorio del SIBDI-UCR. Recuperado de: <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2499/1/36082.pdf>  
ASDECOHUE, Huehuetenango, Guatemala.
- Bondag, T. (1987). La teoría y su función en los tres modelos de . Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6121274.pdf>
- Contreras, M. (2017). MANUAL DE CULTIVO DE HONGO SETA (Pleurotus ostreatus) DE . Recuperado de [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo\\_de\\_hongo\\_seta.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo_de_hongo_seta.pdf)
- Ecohortum. (2017). Cómo cultivar champiñones | EcoHortum. Recuperado de <https://ecohortum.com/como-cultivar-champinones/>
- Fernandez. (2017). Agricultura. El cultivo del champiñón. 1ª parte. Infoagro. Recuperado de <https://www.infoagro.com/forestales/champinyon.htm>
- Folleto: Hongo Comestible de alto valor nutritivo Pleurotus ostreatus. Conservación
- Garzón Perilla, L. M., & Lema, A. (s. f.). *Plan de negocio para la creación de una planta de producción de* . Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28138>
- Gutierrez, G., & Moncada, M. (s. f.). Políticas públicas y agriculturas familiares en América Latina y el caribe. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37193-politicas-publicas-agriculturas-familiares-america-latina-caribe-balance>
- Gutierrez, G., & Moncada, S. (s. f.). Contribución de la Agricultura Familiar Campesina Indígena <https://doi.org/10.4060/i4021es>  
[https://www.iisec.ucb.edu.bo/assets\\_iisec/publicacion/Cuaderno\\_de\\_Investigacion\\_91\\_-\\_WEB.pdf](https://www.iisec.ucb.edu.bo/assets_iisec/publicacion/Cuaderno_de_Investigacion_91_-_WEB.pdf)

Hurtado, C. A. (2017). Universidad agraria del ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARTINEZ%20ROBALINO%20RAUL%20ALFREDO.pdf>

internacional México, A. C. 2008

Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008). Agua y clima: Elementos para la adaptación al cambio climático. Recuperado de <https://www.atmosfera.unam.mx/wp-content/uploads/2017/12/agua-y-clima.pdf>

Macpherson, G. (2020). Factores de manejo. Recuperado de <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s09.htm>

Montes. (s. f.). Nociones ambientales básicas para profesores rurales y .. ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL. Recuperado 30 de marzo de 2023, de <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s00.htm>

Montes. (s. f.). Nociones ambientales básicas para profesores rurales y .. ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL. Recuperado de <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s00.htm>

Moras Cabeza, A. P. (2019). La producción de champiñón en Colombia : estudio de caso sobre . Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/45266?show=full>

Nunes C., 2008. Seminario: Manejo de plagas y enfermedades de hongos comestibles.

Nunes, C. (2008). Seminario: Manejo De Plagas Y Enfermedades De Hongos Comestibles. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/263070103\\_Control\\_Biologico\\_de\\_Enfermedades\\_de\\_Plantas\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe](https://www.researchgate.net/publication/263070103_Control_Biologico_de_Enfermedades_de_Plantas_en_America_Latina_y_el_Caribe)

Nunes, C. (2018). Guía Técnica: Producción de hongos comestibles de la especie . Recuperado 30 de: [https://issuu.com/iao-cafeycaffe/docs/guia\\_hongos-corregidofw~zZGfsduna8QUCR~hirFAXPQhw~RA7ipUbUveS~7YzSzdXNnDLz6JRRK36aA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://issuu.com/iao-cafeycaffe/docs/guia_hongos-corregidofw~zZGfsduna8QUCR~hirFAXPQhw~RA7ipUbUveS~7YzSzdXNnDLz6JRRK36aA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Pardo, Gimenez, Figueirêdo, Zied, & Gonzalez. (s. f.).

[https://www.researchgate.net/publication/298467158\\_Substrate\\_casing\\_and\\_compost\\_supplementation\\_in\\_button\\_mushroom\\_cultivation](https://www.researchgate.net/publication/298467158_Substrate_casing_and_compost_supplementation_in_button_mushroom_cultivation)

pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589. FAO, Roma.

Perez Vargas, D. C. (2015). 1 trabajo de grado creación y puesta en marcha de

. Recuperado de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16460/PaezVargasDavidCamilo2015.pdf?sequence=1>

Recuperado de :  
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/850/1/Hongos%20comestibles%20medicinales%20Esterilizaci%C3%B3n%20Siembra.pdf>

Roja Lopez, D. E. (2013). La lectura de textos multimodales en el contexto de

proyectos de . Recuperado 30 de marzo de 2023, de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=85631>

Roncero, I. (s. f.). Producción mundial de setas Pleurotus spp. con énfasis en

países .. La biología, El Cultivo Y Las Propiedades Nutricionales Y Medicinales

De Las Setas Pleurotus Spp. Recuperado de 2023, de

[https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-](https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000042166)

[detail.pl?biblionumber=000042166](https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000042166)

Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2021). La biología y el cultivo de Pleurotus spp. En La biología y el cultivo de Pleurotu

Solares Castillos, E. (2006). La producción de los hongos comestibles.

Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1932.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf)

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2022. Producción de alimentos en acuaponía a

Stone , G. (2020). Tipos de sustratos para el cultivo de setas mágicas. Smart Y

Healths Productos. Recuperado de [https://www.24high.es/blog/76/TIPOS-DE-](https://www.24high.es/blog/76/TIPOS-DE-SUSTRATOS-PARA-EL-CULTIVO-DE-SETAS-MaGICAS)

[SUSTRATOS-PARA-EL-CULTIVO-DE-SETAS-MaGICAS](https://www.24high.es/blog/76/TIPOS-DE-SUSTRATOS-PARA-EL-CULTIVO-DE-SETAS-MaGICAS)

Stony, R. (2017). Hongos e Infecciones y Micosis | PDF | Hongo | Especialidades .. Experto En Medicina Tropical. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/510724144/Hongos-e-Infecciones-y-Micosis>

Suarez, R. (2016). Untitled. PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO TERRITORIAL DEL. Recuperado, de <https://e3asesorias.com/wp-content/uploads/documentos/DIAGNOSTICO.pdf>

Valencia, N., Araque, M., & Perdomo, F. (2006). Agua y clima: Esterilizacion y siembre de hongos comestibles y medicinales. Recuperado de <https://www.atmosfera.unam.mx/wp-content/uploads/2017/12/agua-y-clima.pdf>