



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Análisis ambiental de la fungicultura urbana en tres localidades de Bogotá**

**Iris Andrea Reyes Forero**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA  
Bogotá, Colombia  
2022



# **Análisis ambiental de la fungicultura urbana en tres localidades de Bogotá**

**Iris Andrea Reyes Forero**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Medio Ambiente y Desarrollo**

Director:

Tomás Enrique León Sicard, Agrólogo Dr.

Línea de investigación:

Estudios ambientales agrarios

Grupo de Investigación:

Instituto de Estudios Ambientales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA

Bogotá, Colombia

2022



*El problema de la cultura actual es superar la homogenización.*

*Para todas las personas que aportan un grano de arena a la producción sostenible de alimentos en Colombia.*



## **Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Iris Andrea Reyes Forero

Fecha            11/01/23

## Agradecimientos

A todas las personas que se relacionan directa o indirectamente con la agroecología, que aportan de una u otra manera a que esta actividad crezca y sea cada vez más conocida. Al profesor Tomás Enrique León, mi director de trabajo de grado, con quien tuve el privilegio de trabajar en este documento y de aprender de su filosofía de vida. A Javier Rodríguez Cava, ingeniero agrónomo, con quien tuve la oportunidad de aprender sobre el proceso productivo en las etapas iniciales del proyecto, a Diana Rodríguez, ingeniera agrónoma, por el intercambio de saberes sobre el potencial de la fungicultura y sus efectos en la conservación de bosques en Colombia. A lo Gómez, administradora de la industria de comida y fundadora de IOM Cocina Vegana, por contarme su historia relacionada con el veganismo. A Andrea Tautiva, ingeniera agrónoma de Agrosavia, por mostrarme otras perspectivas de la agricultura urbana. A Carolina Goncalves, colaboradora de Nãm, por compartir su experiencia en el cultivo de orellanas en Lisboa, Portugal. A Johana Milena Rico, fundadora de Setas Bagüe y Oscar Cechagua, fundador de Fungiorellanas, por aportar desde su experiencia en la fungicultura rural. A Guillermo Montoya y Pablo Emilio Moreno, agroecólogos, por compartir su conocimiento sin esperar nada a cambio. Y especialmente a Adriana Ferrucho, Sonia Mahecha y Yolanda Guzmán por abrirme las puertas de sus casas y de sus historias de vida para llevar este proyecto a cabo.

Agradezco también a todos los profesores del Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- especialmente a María del Rosario Rojas Robles, Carmenza Castiblanco Roza, Carlos Enrique Díaz Reyes y José Javier Toro.

A la Universidad Nacional de Colombia por brindarme la oportunidad de formarme como profesional gracias al programa de becas de pregrado y posgrado. Por abrirme las puertas hacia la otra Colombia y enseñarme el valor del compañerismo, la solidaridad y la disciplina.

Agradezco también a cada una de mis amigas y amigos y a mis compañeros de la maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, con los que tuve la oportunidad de compartir y aprender desde sus disciplinas, a quienes expreso mi profunda admiración.

A toda mi familia, mis padres, mi hermana y mi cuñado por su valioso apoyo incondicional.



## Resumen

### **Análisis ambiental de la fungicultura urbana en tres localidades de Bogotá**

El cultivo de setas también llamado fungicultura, es una actividad que pertenece al sector agrícola en Colombia y en los últimos años ha surgido la fungicultura urbana a pequeña escala en Bogotá, por el aumento en la demanda de productos orgánicos, con proteínas de origen no animal y el interés de los productores por encontrar una alternativa de sustento. La investigación realizada busca indagar en las características e impactos ambientales de esta actividad, así como su relación con la agroecología. Por medio de un estudio de caso de la cadena productiva de orellanas (*Pleurotus ostreatus*) en tres unidades productivas de tres localidades diferentes, la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida de producto (ACV) y el diseño participativo, se determinaron las ventajas y desventajas de esta actividad y posibles mejoras para impulsar el sector fungicultor en la ciudad.

El ACV conceptual ajustado permitió conocer los impactos ambientales a lo largo de todas las etapas productivas, desde la obtención de materias primas hasta la disposición final. Se encontró que la fungicultura urbana en Bogotá es una actividad reciente con presencia en casi todas las localidades, con unidades productivas que generalmente son microempresas no registradas y con una producción artesanal no constante y de pequeña escala, que cuenta con más impactos positivos que negativos al ambiente.

Los fungicultores se reconocen a ellos mismos como agroecólogos y micólogos, lo que demuestra su vasto conocimiento en el área y su función pedagógica al estimular el intercambio de saberes dentro de la ciudad y propiciar acciones locales para la gestión de residuos sólidos, y la promoción del consumo de dietas veganas.

Estos resultados sugieren que la fungicultura que parte de una base agroecológica, puede ser una actividad productiva que genere más impactos positivos que negativos, por lo que debería promoverse entre el sector de producción de alimentos tanto a nivel urbano como rural en todo el país.

**Palabras clave:** orellanas, cultivo de setas, diseño participativo, impactos ambientales, economía circular.

## Abstract

### **Environmental analysis of urban fungiculture in three localities in Bogotá**

Mushroom cultivation, also called fungiculture, is an activity that belongs to the agricultural sector in Colombia. In recent years small-scale urban fungiculture has emerged in Bogotá, due to the increase in demand for organic products, proteins of non-animal origin, and the interest of producers to find an alternative livelihood. The research conducted seeks to investigate the characteristics and environmental impacts of this activity, as well as its relationship with agroecology. Through a case study of the productive chain of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) in three productive units of three different localities, the application of the Product Life Cycle Analysis (ACV) and the participatory design. The advantages and disadvantages and possible improvements to promote the mushroom sector in the city of this activity were determined.

The adjusted conceptual LCA allowed us to know the environmental impacts throughout all the productive stages, from the obtaining of raw materials to the final disposal. It was found that urban fungiculture in Bogotá is a young activity with a presence in almost all localities, with productive units that are generally unregistered microenterprises and with an inconsistent and small-scale artisanal production, which has more positive than negative impacts ambient.

The mushroom growers recognize themselves as agroecologists and mycologists, which displays their extensive knowledge in the area and their pedagogical function by stimulating the exchange of knowledge within the city and promoting local actions for solid waste management, and the promotion of consumption of vegan diets.

These results suggest that fungiculture, which starts from an agroecological base, can be a productive activity that generates more positive than negative impacts. Therefore, it should be promoted among the food production sector, both urban and rural throughout the country.

**Keywords:** oyster mushrooms, mushrooms cultivation, participatory design, environmental impacts, circular economy.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>XI</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XVII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIX</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>21</b>
<b>1. Marco general</b> .....	<b>22</b>
1.1 La agroecología. ....	22
1.2 Marco conceptual.....	23
1.2.1 La fungicultura .....	23
1.2.2 Lo urbano .....	28
1.2.3 Agricultura urbana .....	28
1.2.4 Etnomicología.....	31
1.3 Revisión de literatura.....	32
1.3.1 Fungicultura rural en Colombia .....	32
1.3.2 Fungicultura urbana en el mundo .....	39
1.3.3 Fungicultura urbana en Bogotá.....	40
<b>2. Metodología</b> .....	<b>43</b>
2.1 Delimitación del área de estudio.....	43
2.2 Metodología para la caracterización de las unidades productivas .....	47
2.3 Metodología Análisis de Ciclo de Vida - ACV .....	47
2.4 Diseño participativo .....	49
2.5 Enfoque del análisis .....	50
<b>3. Resultados</b> .....	<b>53</b>
3.1 Caracterización de las unidades productivas.....	53
3.1.1 Experiencia en la actividad .....	54
3.1.2 Efectos de la pandemia en las unidades productivas.....	56
3.1.3 Descripción espacial.....	57
3.1.4 Etapas del proceso productivo.....	58
3.1.4.1 Descripción de las etapas.....	62
3.1.5 Manejo de residuos .....	68
3.1.6 Comercialización .....	70
3.2 Producción agroecológica en las unidades productivas .....	73
3.2.1. Resultados del Análisis de ciclo de vida ACV. ....	73
3.2.1.1. Definición del objetivo y el alcance del ACV.....	73
3.2.1.2. Análisis del inventario de ciclo de vida .....	74

3.2.1.3.	Evaluación del impacto de ciclo de vida.....	76
3.2.1.4.	Interpretación.....	79
3.2.2.	Discusión.....	80
3.3.	Ventajas y desventajas en la cadena productiva.....	83
<b>4.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>90</b>
4.1.	Conclusiones .....	90
4.2.	Recomendaciones .....	91
<b>A.</b>	<b>ANEXO: ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA .....</b>	<b>92</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>95</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1-1:</b> Partes de un hongo.....	25
<b>Figura 1-2:</b> Factores necesarios para el crecimiento de los hongos .....	26
<b>Figura 1-3:</b> Diferentes especies de setas comestibles.....	27
<b>Figura 1-4:</b> Fotografía aérea de la planta Setas de Cuivá.....	33
<b>Figura 1-5:</b> Comparación proceso productivo champiñón y orellana.....	34
Figura 1-6: Cultivo rural de shiitakes en Cundinamarca.....	35
Figura 1-7: Vista externa e interna cultivo rural de orellanas en Usme, Bogotá.....	36
Figura 1-8: Bolsas rellenas de sustrato con orellanas en etapa de fructificación (túbulos o tubulares).....	36
Figura 1-9: Cultivo de Nâm en Lisboa, Portugal.....	40
Figura 1-10: Cultivo de Smallhold en Nueva York, Estados Unidos.....	40
Figura 2-1: Mapa unidades productivas de cultivo de orellanas en Bogotá.....	44
Figura 2-2: Línea de tiempo de la investigación exploratoria.....	46
Figura 2-3: Etapas ACV.....	48
Figura 2-4: ACV con herramientas propuestas por Orrego, 2012 ajustado a este trabajo.....	49
Figura 2-5: Mapa conceptual de la fungicultura urbana en Bogotá.....	52
Figura 3-1: Esquema distribución espacial de cada unidad.....	58
Figura 3-2: Bolsa de gránulos de cebada inoculados con el micelio de <i>Pleurotus Ostreatus</i> , Spawn o semilla.....	63
<b>Figura 3-3:</b> Mezcla.....	64
<b>Figura 3-4:</b> Esterilización unidad 2.....	65
Figura 3-5: Inoculación.....	65
Figura 3-6: Cuarto fructificación unidad 1, 2 y 3.....	66
Figura 3-7: Ciclo de vida de la orellana, de primordios a orellanas adultas.....	68
Figura 3-8: Sustrato remanente utilizado como abono para las plantas del vecindario en la localidad de San Cristóbal.....	69
Figura 3-9: Productos unidad 2.....	71
Figura 3-10: Sistema de la cadena productiva con entradas y salidas.....	75
Figura 3-11: Cultivo de orellanas en canecas plásticas reutilizables.....	89



## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 2-1: Unidades productivas seleccionadas para el presente trabajo.....	44
Tabla 3-1: Cuadro unidades productivas. ....	54
Tabla 3-2: Caracterización del proceso productivo Unidad 1.....	59
Tabla 3-3: caracterización del proceso productivo Unidad 2.....	60
Tabla 3-4: Caracterización del proceso productivo Unidad 3.....	61
Tabla 3-5: Precios libra de orellanas por unidad.....	71
Tabla 3-6: Flujo de materiales. ....	75
Tabla 3-7: Matriz de impactos PESTE propuesta por Orrego (2012) con ajustes. ....	77
Tabla 3-8: Tabla de resumen de IAP.....	79



## Introducción

La fungicultura o micocultura es un arte, disciplina o actividad orientada al cultivo de hongos en un medio controlado, para producir alimentos, medicinas y otros productos (Sierra Galván, 2010). Es una actividad en crecimiento, que ha servido como estrategia de tres ejes fundamentales: seguridad alimentaria, economía circular y agricultura urbana.

El primero, debido a su facilidad de producción, usos y beneficios accesibles dentro del área alimenticia y medicinal. El segundo, ejemplo de economía circular, ya que en su cadena productiva se aprovechan subproductos industriales o residuos agroindustriales, incluso residuos domésticos secos con lignocelulosa. Y el tercero, al ser una alternativa de sustento, como resultado de la optimización del uso del espacio en zonas urbanas, debido a su facilidad de producción en áreas cerradas sin necesidad de grandes porciones de tierra, como ocurre con la agricultura o la ganadería extensivas y en muchos otros procesos ambientales negativos.

El presente trabajo abarcó las cuestiones ambientales de la fungicultura a pequeña escala en Bogotá, desde la relación ecosistema cultura, ésta última desglosada en términos políticos, simbólicos y sociales, así como su relación con la agroecología y la agricultura urbana.

Tuvo como objetivo general, realizar un análisis ambiental de la fungicultura urbana en las localidades de Suba, San Cristóbal y Rafael Uribe Uribe de Bogotá y como objetivos específicos, primero, caracterizar las unidades productivas de fungicultura urbana en dichas localidades. Segundo, identificar las características de producción agroecológica presentes en las unidades productivas bajo estudio por medio del Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Y tercero, determinar de manera participativa, ventajas y desventajas en la cadena productiva para proponer posibles estrategias de su mejoramiento con base en la perspectiva agroecológica.

# 1. Marco general

## 1.1 La agroecología.

La fungicultura, en tanto actividad que se relaciona con el sector agrario, puede entenderse en su complejidad, bajo los conceptos desarrollados desde la agroecología. Por lo tanto, el cultivo de setas comparte los siguientes principios de la agroecología planteados por Gliessman (1998): el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; el mejoramiento de la materia orgánica y de actividad biológica del suelo y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies.

Para León (2009), la agroecología es la ciencia que estudia la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas, desde el punto de vista de sus interacciones ecosistémicas y culturales, es decir, ambientales. Es una ciencia que abarca aspectos simbólicos, sociales, económicos, políticos y tecnológicos que influyen en el devenir de las sociedades agrarias (Leon Sicard, 2014). En la misma línea, otros autores definen la agroecología como una ciencia que se basa en la aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Altieri, 2010).

La agricultura urbana ha logrado posicionarse como una actividad que ha fortalecido la capacidad de las comunidades locales para experimentar, evaluar y ampliar su aptitud de innovación mediante el intercambio de conocimientos. La agroecología enfatiza en dicha capacidad y hace alusión también a la permanencia de la producción de alimentos en manos de pequeños productores a escalas que permitan la sustentabilidad, por lo que la producción no debe dejarse bajo el control de grandes compañías de agronegocios o cadenas de supermercados (Vía Campesina, 2010). Además que la agroecología es vista como elemento contingente del cambio climático (Páez Barahona, 2020).

Los proyectos llevados a cabo desde la agroecología, entre ellos la fungicultura, buscan alternativas a los modelos convencionales de la revolución verde. Se proponen pasar, de los sistemas basados en la explotación de los ecosistemas, a unos modelos distintos que promuevan la producción y el consumo local. Debido a las características propias de la economía circular en la que se basa el cultivo de setas, puede evidenciarse que es una de

las tantas alternativas en la producción urbana de alimentos, en respuesta a las crisis climática, alimentaria y ecológica globales.

Aunque la agroecología no se basa en la formulación de recetas o de procedimientos estandarizados, porque se acoge a la complejidad y diversidad de los agroecosistemas, sí basa sus acciones tecnológicas en una serie de principios de conservación de materia orgánica, ciclos de nutrientes, reciclaje, autonomía, eficiencia, no uso de plaguicidas ni de plantas transgénicas y manejo integral de la agrobiodiversidad, entre otros. Con estos principios se generan aplicaciones de uso de insumos, protección de aguas y suelos, promoción de la salud de humanos y no humanos e incluso procesos de equidad social y económica.

## **1.2 Marco conceptual**

### **1.2.1 La fungicultura**

La fungicultura o micocultura, que es la actividad de cultivar hongos para consumo humano, es tan antigua, que se estima que el primer hongo se cultivó en China en el año 600 antes de nuestra era (Gaitán Hernández, 2020).

La micología es la ciencia que estudia los hongos y fue fundada por Pier Antonio Micheli, quien en 1729 publicó *Nova Plantarum*, donde incluyó sus investigaciones sobre los hongos (Alexopoulos, 1979). Los criterios según los cuales se clasifican a los hongos, (es decir, se disponen metódicamente, según una jerarquía, en Reino, Divisiones, Clases, Ordenes, Familias, Géneros y especies) están todavía sujetos a discusión, por lo que no existe una clasificación definitiva y aceptada por todos (Alonso, 2004).

Colombia posee una gran biodiversidad en hongos; sin embargo, se tienen pocos registros de micólogos colombianos y extranjeros (González Díaz, 2016). Actualmente ASCOLMIC es la Asociación Colombiana de Micología que promueve el desarrollo de la micología en el país y sus líneas de interés son la micología médica, biotecnología, sistemática y taxonomía, conservación de hongos, etnomicología, interacción planta-hongo y educación y apropiación social del conocimiento (ASCOLMIC, 2022).

A diferencia de las plantas, que se desarrollan a través de la fotosíntesis, los hongos obtienen toda su energía del sustrato a través de un proceso bioquímico de descomposición. Los hongos están formados por un complejo fúngico llamado micelio que está constituido por múltiples hifas (hifomicetos o mohos) o por estructuras unicelulares o levaduras (blastomicetos) (Estrada Salazar & Ramírez Galeano, 2019).

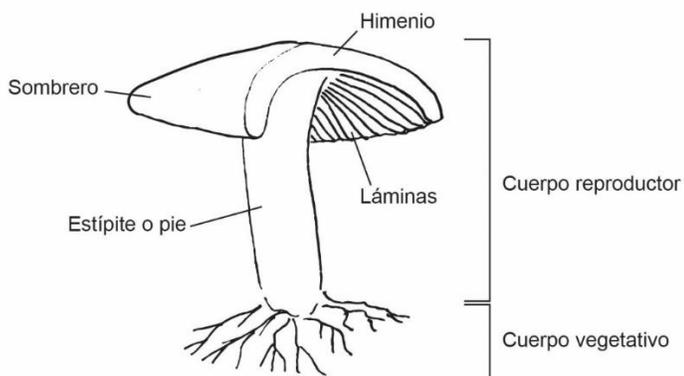
Los hongos tienen además la propiedad de transformar materiales como la celulosa, lignina y hemicelulosa, lo que los convierte en importantes agentes transformadores de desechos orgánicos agroindustriales, ya que la degradación natural de estos residuos se dificulta y genera problemas de tipo ambiental (Chang & Miles, 1989).

Muchos hongos son valiosos desde el punto de vista comercial, por ejemplo, las levaduras, que son utilizadas para producir sustancias como el etanol y el dióxido de carbono. Otros son de interés como fuentes de antibióticos, incluyendo la penicilina, además de sus potenciales usos como fuente de proteínas. Cabe señalar su importancia en la asociación que presentan con otros organismos, por ejemplo, las asociaciones existentes entre los hongos y las raíces de las plantas (micorrizas), las que juegan un rol fundamental en la nutrición y distribución de muchas especies vegetales (Silva S., et al., 2010).

Los hongos comestibles poseen comúnmente dos partes fundamentales: el cuerpo vegetativo y el cuerpo reproductor. El primero es el micelio, que se encarga de absorber las sustancias minerales del suelo para alimento del hongo y el segundo, es lo que se denomina “seta” (Mendivil Navarro, 2022).

El sombrero o píleo es la parte superior que generalmente tiene forma de paraguas, aunque pueden adoptar diversas formas. Bajo el sombrero se encuentra el himenio que es una membrana que envuelve a los elementos fértiles. El himenio puede presentarse de diferentes formas: como láminas (en el caso de las orellanas), tubos, agujijones, pliegues etc. (Ardón López, 2007). El estípite o pie actúa como sujeción del himenio y del sombrero, aunque hay setas que pueden no tener pie o estar el mismo atrofiado (Silva S., et al., 2010). Las partes mencionadas se pueden ver en la siguiente figura.

**Figura 1-1:** Partes de un hongo.



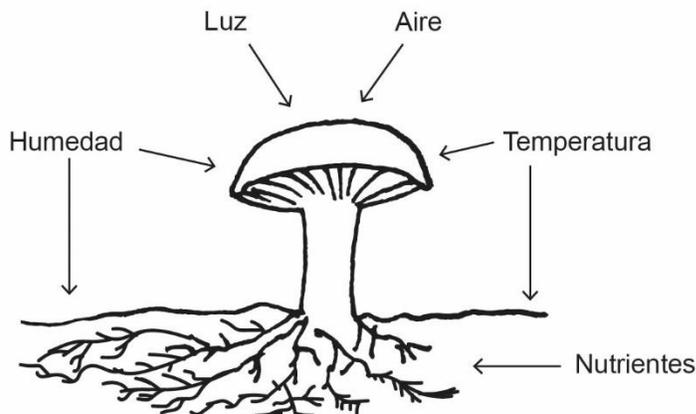
Fuente: Autora, 2022.

Nutricional y medicinalmente, las setas poseen sustancias como polisacáridos, glicoproteínas, triterpenoides, esteroides y ácidos nucleicos y un grupo particular de proteínas fúngicas inmunomoduladoras (FIPS).

Estas sustancias son conocidas hoy como sustancias funcionales, nutracéuticas y tienen un rol en la prevención de enfermedades y en algunos casos en la supresión de una enfermedad (Ikekawa, T., 2001). Además, las setas contienen proteínas que, si bien no se equiparan con la proteína animal, producen cantidades relativamente grandes de proteínas de alta calidad, con contenidos que oscilan entre 19 y 35% en base seca (Bermúdez et. al, 2003).

El cultivo de las setas comienza con la obtención de las esporas que producen comercialmente diferentes compañías y laboratorios, es decir, se desarrolla el micelio en tubos de ensayo o cajas de Petri. Los medios de cultivo que se utilizan dependen de la especie de hongo que se quiere cultivar, puesto que cada especie tiene sus propios requerimientos nutricionales.

Las condiciones de crecimiento que tienen en común todos los hongos es que necesitan luz, circulación del aire, humedad, nutrientes y cierta temperatura según la especie (figura 1-2). Y cada uno de estos factores determina alguna propiedad física, por ejemplo, en el caso de la orellana, entre más luz, va a adquirir un tono más grisáceo.

**Figura 1-2:** Factores necesarios para el crecimiento de los hongos

Fuente: Elaboración propia a partir de García, 2007. (García Rollán, 2007).

Posteriormente estas empresas elaboran el inóculo, también llamado “semilla” (spawn, en inglés) que es lo que constituye la base para el cultivo comercial de las setas (Rodríguez Ortíz & Ortega Guerrero, 2006) y es el desarrollo masivo del micelio del hongo sobre granos que pueden ser de trigo, arroz integral, salvado o cebada, que posteriormente se mezclan con el sustrato final. Luego de un proceso de pasteurización del sustrato, de inoculación de esa semilla sobre el sustrato y de incubación, las setas comienzan a fructificar. El tiempo de cosecha depende de la especie y las propiedades que exija el mercado.

El champiñón (*Agaricus Bisporus*) es la seta de mayor producción y aceptación a nivel mundial y su cultivo se originó en las cercanías de París en el siglo XVIII. En Sudamérica, Argentina fue el primer país en comenzar su cultivo en el año 1941 (Gonzales, 2006). Hoy en día México es el principal productor de champiñones en América Latina (EMR, 2021) con un total anual de más de 55 mil toneladas, lo que representa el 81 % de lo cultivado en todo el continente; le siguen Brasil y Colombia (Gutiérrez Rodríguez, 2019) cuya producción nacional en el año 2015 fue de 8125 ton / año (Mora Cabezas, 2019).

Si bien en muchos países de América se cultivan varias especies de hongos, el 90% de la producción corresponde al champiñón, aunque algunos países también producen importantes cantidades de orellanas, también llamada seta de ostra (*Pleurotus ostreatus*),

shiitakes (*Lentinula edodes*), melena de león (*Hericium erinaceus*), eryngii (*Pleurotus eryngii*) y portobello (*Agaricus bisporus*) (figura 1-3). La producción de América fue estimada para 2018 en 666.178,2 toneladas de setas, de los cuales EE. UU y Canadá, ocupan los 2 primeros lugares con 63,33 y 20,10 % respectivamente. Considerando Latinoamérica y contabilizando 13 países, tan sólo impacta con el 16.57% del total. La producción para el 2018 fue de 110.356 toneladas, liderada por México con el 57,78%, Brasil 14,22%, Chile 10,87%, Colombia 7,25% y Argentina con 4,07% (Albertó, Zied, & Sánchez, 2020).

Se espera que el tamaño del mercado mundial de las setas alcance los 95.240 millones de dólares en 2028, con una tasa de crecimiento anual del 9,5% por el aumento en la popularidad de las dietas veganas debido a la creciente preocupación por el medio ambiente y la conciencia de los consumidores con respecto al bienestar de los animales (Research and Markets, 2021). Además, el mercado en el cual participan los hongos medicinales, está en crecimiento y en auge gracias a tendencias mundiales. Según la Asociación Nacional de Naturistas (ASONATURA), este mercado mueve al año aproximadamente 600 mil millones de pesos (Sánchez Vélez & Naturales, 2013).

**Figura 1-3:** Diferentes especies de setas comestibles.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes tomadas de Freepick, 2022.

Toda esta popularidad que ha adquirido el reino Fungi en los últimos años se ha dado también por la contribución de investigaciones como la de Merlin Sheldrake, publicada en el 2020 en su libro *La red oculta de la vida*, o los aportes de Paul Stamets, considerado el gurú de los hongos en Estados Unidos y la publicación del documental llamado *Fantastic Fungi* en el 2019. De ahí, los medios se han encargado de difundir esa información masivamente y esto ha llamado la atención de pequeños fungicultores en todo el mundo y ha despertado el interés de las nuevas generaciones por probar las setas comestibles e incluirlas en su dieta.

### **1.2.2 Lo urbano**

El concepto de lo urbano tiene diversidad de definiciones según el área de conocimiento de donde se estudie. Incluso las definiciones concretas pueden variar según los organismos oficiales de estadística de cada país. Unas se basan en criterios cualitativos y otras en criterios cuantitativos, como el número de habitantes, la densidad o la existencia de una determinada cifra de trabajadores no agrícolas.

Lo urbano resulta ser un producto social, modelado y condicionado por la estructura social, por el tipo de relaciones sociales que se establecen entre sus distintos elementos, por las relaciones de producción y, en suma, por el conjunto de las instancias económicas, ideológicas y jurídico políticas que la constituyen (Capel, 1975). En el caso colombiano, existen dos tipos de desarrollos urbanos: (I) ciudades uninodales, cuya expansión y desarrollo se ha mantenido al interior del límite político administrativo del municipio y, (II) aglomeraciones urbanas, ciudades “funcionales” cuyas actividades han desbordado el límite político administrativo de la ciudad núcleo y desarrollan sus actividades en municipios aledaños (DNP, 2014).

Actualmente el territorio urbano de Bogotá corresponde sólo al 25% del total con 41.000 hectáreas, el 75% restante corresponde a territorio rural con 122.000 hectáreas, disperso en nueve de las 20 localidades de la capital: Sumapaz, Usme, Ciudad Bolívar, Usaquén, Santa Fe, San Cristóbal, Chapinero, Suba y Bosa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

### **1.2.3 Agricultura urbana**

La agricultura urbana está ubicada dentro (intraurbana) o en la periferia (peri-urbana) de un pueblo, una ciudad o una metrópoli, y cultiva o cría, procesa y distribuye una diversidad

de productos alimentarios y no alimentarios, (re)utilizando en gran medida materiales, productos y servicios que se encuentran en y alrededor de dicha zona, y a su vez provee recursos humanos y materiales, productos y servicios en gran parte a esa misma zona urbana (RUAF, 2001).

Para Páez Barahona (2020), la huerta urbana, particular y comunitaria se puede ver como un laboratorio creativo ecosistémico y cultural, en donde individuos y colectivos del territorio presente y de territorios conexos se encuentran en la siembra tanto de alimento como de especies con función ecológica. El autor entiende la agroecología urbana como un elemento de discusión emergente para políticas públicas a partir de la interacción de los agroecosistemas urbanos con los rurales a través del ciclo de producción agroalimentaria.

La agricultura urbana complementa la agricultura rural en los sistemas locales de generación de alimentos, está integrada en el sistema económico y ecológico urbano local y tiene como propósito mitigar los problemas relacionados con la pobreza, la inseguridad alimentaria y la degradación medioambiental (Mougeot, 2007).

Aunque según Carranza (2021), las acciones relacionadas con la agricultura urbana y periurbana están en auge, pero su adopción todavía no es relevante en la producción de alimentos para consumo en las ciudades, por lo que se requiere que los gobiernos generen políticas públicas para promoverlas y garantizar su viabilidad. Según Méndez (2005), en atención a la pequeña economía de escala usualmente manejada, la agricultura urbana atiende más a la necesidad de producción de alimentos para el autoconsumo y, en algunos casos de Bogotá, contribuye a la identidad campesina en las ciudades (Cantor, 2010) y a la cohesión social de determinadas comunidades.

Para Rodríguez (2017), aunque no existe una fecha exacta del inicio de la agricultura urbana (AU) en Bogotá, la persistencia de la práctica ha dado muestras de ser legado de culturas agrícolas procedentes de diversos escenarios, tanto geográficos, como de tiempos pasados, que conviven en la ciudad.

Para el año 2004, el Jardín Botánico de Bogotá lideró el proyecto 319 “Investigación y formación para el aprovechamiento de los usos potenciales de especies vegetales andinas y exóticas de clima frío a través de cultivos urbanos” con el fin de “Proveer a la ciudad de

herramientas técnicas con soporte científico, que permitan a sus habitantes el aprovechamiento sostenible de especies vegetales andinas y exóticas de clima frío, con potencial para cultivos urbanos” (JBB, 2023).

La agricultura urbana en Bogotá se realiza en la clasificación de suelo urbano determinada para la ciudad, y la agricultura periurbana se desarrolla en el suelo no urbano de la franja de adecuación de los cerros orientales según el Plan de Manejo del Decreto Distrital 485 de 2015, los suelos de expansión urbana y centros poblados establecidos en el Decreto Distrital 190 de 2004 POT de Bogotá (JBB, 2020).

Actualmente, existe el Acuerdo 605 de 2015, expedido por el Consejo de Bogotá en el que “se formulan los lineamientos para institucionalizar el programa de agricultura urbana y periurbana agroecológica de manera sostenible y de bajos costos para la ciudad” (Secretaría Jurídica Distrital, 2015).

Las setas se pueden cultivar a nivel urbano en las superficies de los pisos más bajos o en zonas sombreadas (Lovell, S., & Taylor, J., 2021) pues no requieren de la luz solar directa. Adicionalmente, el cultivo de setas puede ser un complemento en la producción de otros productos de la agricultura urbana, ya que el sustrato remanente puede ser aprovechado como abono o utilizado en el compostaje luego de cumplir su vida útil, es decir, cuando no se obtienen más cosechas de dicho sustrato, logrando así diversificación de insumos y sinergia entre ambos procesos productivos.

En la presente administración del Jardín Botánico de Bogotá (JBB) se está avanzando en la promoción del cultivo de setas, a partir de la identificación de hongos silvestres con potencialidad alimenticia y el desarrollo de talleres especializados (M. L. Perdomo Ramírez, comunicación personal, 15 de marzo del 2023). Un ejemplo de ello es el Curso de reconocimiento de la biodiversidad vegetal, hongos, palmas y sus productos, en el Centro Forestal Tropical “Pedro Antonio Pineda”, ubicado en el Bajo Calima, Valle del Cauca (Villanueva, 2022) el cual hace parte de la alianza entre el JBB y la Universidad del Tolima.

### 1.2.4 Etnomicología

La etnomicología o etnomicetología, estructuralmente es el estudio de las relaciones, usos y conocimientos, entre los humanos y las comunidades fúngicas, teniendo en cuenta las particularidades enmarcadas en las categorías antropocéntricas de uso, como productos alimenticios, alucinógenos o medicinales (Robles; Moreno; Bautista 2021).

También se ha definido a la etnomicología como una rama de la etnobiología enfocada en investigar los sistemas de conocimiento local, prácticas y uso de los recursos fúngicos, donde se pueden aplicar métodos cuantitativos y cualitativos (en su mayoría) adoptados de la etnobotánica (Zent & Eglée, 2004). En Colombia, una de las primeras expediciones científicas fue la de Otto Fuhrmann a comienzos del siglo XX, quien construyó una de las colecciones de hongos más numerosas del país (Dumont & Buriticá, 1978).

Actualmente existen registros de comunidades campesinas e indígenas que han consumido por generaciones diferentes tipos de hongos comestibles en territorios colombianos, lo cual se relaciona con la conservación de los bosques con base comunitaria, es decir, el manejo de recursos naturales a través de la participación de las comunidades (Vargas Ríos, 2010).

Los hongos comestibles silvestres han desempeñado un papel importante durante mucho tiempo en los pueblos indígenas y las comunidades locales. Por ejemplo, los hongos alucinógenos (*Psilocybe spp.*) han sido históricamente considerados un medio de comunicación con los espíritus de la naturaleza, y las esporas de algunos “gasteromicetos” se usan con fines protectores para la piel en rituales religiosos, como en la Guajira en el Caribe colombiano, donde los indígenas Wayuu utilizan *Podaxis pistillaris (L.) Fr.* como protector solar y cosmético.

En la medicina tradicional utilizada por las comunidades indígenas, los hongos se utilizan para tratar dolencias como enfermedades de la piel, infecciones de oído y dolor de estómago como es el caso del *Lentinus strigosus Fr.*, un hongo comestible utilizado por los indígenas Uitoto y Muinanes en la región de Caquetá medio, Amazonia colombiana (Gaya E., Vasco-Palacios A. M, Vargas-Estupiñán N. et al., 2021).

## 1.3 Revisión de literatura

### 1.3.1 Fungicultura rural en Colombia

En Colombia, la primera seta comestible cultivada en condiciones tecnificadas fue el champiñón en 1950, gracias al alemán Alfredo Beck. Los primeros ensayos para el cultivo de orellana (*Pleurotus ostreatus*) se realizaron en 1990, en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Antioquia, en colaboración con el micólogo mexicano Gastón Guzmán. Luego, la producción de orellanas a microescala aumentó, principalmente en Antioquia, Caldas y Cundinamarca (Cardona, 2001). Desde la década de los ochenta sobresale la promoción comercial de la orellana, la cual se ha enfocado principalmente en resaltar sus propiedades nutricionales y medicinales (Bermúdez, 2018).

Hoy en día, la producción de setas en Colombia sigue encabezada por el champiñón, de cuya producción se ocupan unas cuantas empresas grandes que se sitúan principalmente en la zona central andina del país, en departamentos como Cundinamarca y Antioquia (Mora Cabezas, 2019). De ellas se destacan como las dos más grandes “Champiñones Potin” y “Setas Colombianas S.A” (del grupo Nutresa).

Esta empresa, también llamada “Setas de Cuivá”, es la primera marca colombiana especializada en champiñones, ubicada en los llanos de Cuivá, entre los municipios antioqueños de Santa Rosa de Osos y Yarumal. Posee la planta de producción más moderna en el país y una de las más modernas de Suramérica (Setas de Colombia S.A, 2021) como se puede apreciar en la figura 1. Tienen unos costos de producción elevados y son quienes imponen el precio nacional de venta del champiñón (Paez Vargas, 2014).

**Figura 1-4:** Fotografía aérea de la planta Setas de Cuivá.



Fuente: Setas de Cuivá, 2022.

Según Mora Cabezas (2019), la producción de champiñones en Colombia se comporta como un sistema agroindustrial con desempeño análogo al de hortalizas y flores donde se evidencia también una gran dependencia de insumos importados, como la semilla norteamericana y la turba europea que implican altos costos.

En su trabajo se concluyó que, para entrar y mantenerse en el negocio, se debe tener un conocimiento especializado en cuanto a la producción y comercialización de champiñón, de lo contrario, hay un alto riesgo de perder capital. Además, el monitoreo de la temperatura, humedad relativa y CO<sub>2</sub> debe ser permanente, ya que las condiciones de cultivo de los champiñones son ideales para que crezcan todo tipo de hongos competidores por nutrientes. Esta situación exige que el compost inoculado con la semilla sea tan específico que permita únicamente la proliferación del champiñón; además se requiere de un manejo fitosanitario basado en la higiene óptima del cultivo, de manera que las condiciones de aislamiento eviten la entrada de plagas y enfermedades.

Para el cultivo de otras especies diferentes al champiñón como la orellana, las condiciones pueden resultar menos complejas, pues el proceso es más corto y se necesitan menos recursos (figura 1-5). Por eso la orellana se puede producir tanto a nivel rural como urbano, porque además requiere menos insumos para la elaboración de su sustrato y algunos de

los insumos se pueden conseguir en la misma ciudad, por ejemplo, el aserrín a partir de otras industrias como la maderera.

Sin embargo hay que tener en cuenta que la producción de orellanas requiere de la esterilización, que es un proceso mediante el cual se anulan los microorganismos y semillas existentes en cualquier sustrato, con el fin de dejarlo lo más puro posible para que el hongo colonice más fácilmente, sin la presencia de otros microorganismos competidores (Guarin Barrero, Joel Andrés; Ramírez Alvarez, 2004).

**Figura 1-5:** Comparación proceso productivo champiñón y orellana.



Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación.

La orellana (*Pleurotus Ostreatus*), ocupa el tercer lugar de comercialización en el mundo, después del shiitake y el champiñón (Benavides Calvache, 2013) y por ser un producto relativamente nuevo en el mercado nacional, su producción representa el 0,10 % en el escenario internacional (Agencia UNAL, 2020).

Se produce en Colombia a nivel rural junto al crimini, el portobello (*A. Bisporus Var Brunnescens*), la seta de cardo (*Pleurotus Eryngii*) y la melena de león (*Hericium Erinaceus*) a menor escala. No existe información oficial de su producción en Colombia, pero se estiman aumentos en su comercialización ya que son muy apetecidas en la

gastronomía internacional, en restaurantes de comida china, vegetariana y vegana y en cadenas de supermercados (Garzón Bustos; Romero Pisco, 2019).

Las empresas que se dedican a la producción de estas setas diferentes al champiñón, se componen de invernaderos con diversos tipos de infraestructura dependiendo de las condiciones climáticas, la disposición de recursos y el capital disponible. La figura 1-6 corresponde al cultivo de la empresa “Shiitake Mushroom Company”, ubicada en Subachoque Cundinamarca, con más de 10 años de experiencia y producción de dos toneladas mensuales de shiitakes (Rivera, 2018).

La figura 1-7 corresponde a un cultivo de orellanas, de una microempresa no registrada en la vereda Corinto en la localidad de Usme en Bogotá. La localidad de Usme es la que mayor población rural alberga en Bogotá, con un 34% del total de campesinos, es decir más de 17.000. En cuanto a los usos del suelo rural, el 70,1% está constituido por cobertura de páramo, 9.1% por bosque alto andino y matorrales, 1.6% de plantaciones forestales, 15.5% de pastos y el 2.9% a cultivos, como hortalizas y papa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

Figura 1-6: Cultivo rural de shiitakes en Cundinamarca.



Fuente: Rivera A., 2018.

Figura 1-7: Vista externa e interna cultivo rural de orellanas en Usme, Bogotá.



Fuente: Reyes I., 2022.

En Colombia, la totalidad de los pequeños productores nacionales cultivan los micelios a la manera francesa, es decir en bolsas en bolsas de 2 a 15 kg aproximadamente rellenas de sustrato o compost especialmente preparado, también llamadas túbulos o tubulares (figura 1-8). La preparación de semilla requiere el mantenimiento de las cepas, pruebas de inóculo y total asepsia para garantizar semilla de alta calidad (Mora Cabezas, 2019), por lo que los fungicultores deben escoger de manera óptima el proveedor o contar con un espacio con condiciones de laboratorio para producir su propia semilla.

Figura 1-8: Bolsas rellenas de sustrato con orellanas en etapa de fructificación (túbulos o tubulares).



Fuente: Rivera A, 2018.

Ya que la producción de setas es un proceso relativamente nuevo y con alto potencial de crecimiento, ha requerido del apoyo institucional para su posicionamiento. Por esto, varias instituciones educativas se han interesado en promover proyectos productivos en el país para fortalecer el sector y aprovechar las oportunidades en el mercado. Por ejemplo, la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, desarrolla el proyecto de investigación para el cultivo de hongos comestibles bajo subproductos agrícolas, y los delegados del Clúster Manager Agroindustria Café y Cacao de la Cámara de Comercio de Bucaramanga hacen seguimiento a sus avances (UPB, 2022).

Por otra parte, la Universidad el Bosque, propuso en el 2008, un proyecto de investigación de cultivo del hongo *Pleurotus* y *Lentinula Edodes* a partir de la biomasa del café en fincas cafeteras, como una opción adicional de cultivos lícitos rentables para sustituir cultivos ilícitos (Arias García et al., 2008).

La Universidad de Cundinamarca ha acompañado el proceso de “Nutrisetas”, proyecto ubicado en Sopó Cundinamarca, por medio del área de innovación y emprendimiento (García, 2020) y la Universidad de Córdoba, desarrolló un proyecto de extensión de creación de una unidad productiva de orellanas con la asociación de madres cabeza de familia “Mujeres Vencedoras” de Montería, Córdoba Colombia (Montiel; Salgado, 2020).

La Universidad Nacional de Colombia también apoya el desarrollo de proyectos productivos por medio del curso de extensión “Taller productivo de setas comestibles” de la facultad de Ciencias Agrarias en la sede Bogotá, ofertado al público en general. En la sede Palmira, también se han llevado a cabo diferentes investigaciones como por ejemplo, la búsqueda de un método de conservación de orellanas frescas probando con el uso de antioxidantes y de diferentes envases con el fin de que puedan ser comercializadas con todas sus propiedades al ser un alimento perecedero (Dussán-Sarria et al., 2019).

Cabe resaltar también el proyecto llamado “Orellanas de Oriente”, una iniciativa de 26 excombatientes de las FARC (Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia) enfocada hacia la producción y comercialización de orellanas, que nació mediante un proceso de la Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN), y el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), capacitándose en proyectos asociativos y expresiones organizacionales (Portafolio, 2022).

También vale la pena mencionar el taller de producción de setas realizado por WWF (World Wildlife Fund) Colombia en diciembre de 2021 para los integrantes de la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil de Zapatoca-RENAZ, un grupo que desde 2014 se dedica a trabajar por la conservación, la restauración y la producción sostenible en la zona, viendo en el cultivo de setas una oportunidad que puede complementar a la apicultura, el turismo de naturaleza, la comercialización de plantas aromáticas y aceites esenciales, para sostener actividades de cuidado de la naturaleza. Dicho taller se implementó en alianza con la Corporación Autónoma Regional de Santander-CAS y gracias al proyecto GEF/SINAP Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas a nivel nacional y regional (WWF, 2022).

Además, al ser Colombia un país en el cual existe un alto desarrollo de la agroindustria, se han creado diferentes centros de investigación de producción de hongos nutraceuticos, especialmente de orellanas, que pueden degradar los componentes lignocelulósicos presentes en los residuos de empresas del sector agroindustrial.

Entre los sustratos que se han utilizado para dichas investigaciones se encuentran los residuos de café, de plátano, bagazo de caña, aserrines y troncos de maderas, tusas y capachos de maíz, residuos de algodón, cascarilla de arroz, pastos, tamo de arroz, hoja de guadua, raquis de palma, ramas y hojas de yuca (Hernández-Niño, 2015). Y se ha determinado que la composición de las setas en cuanto al contenido de proteínas netas, fibra, humedad, cenizas, carbohidratos y grasas totales varía con el sustrato empleado (Nieto & Chegwin A, 2010).

Algunos de esos centros de investigación son: Cenicafe/SENA (Chinchiná, Caldas), Cenicaña (Palmira, Valle), Universidad Tecnológica del Choco, (Quibdó, Choco), Universidad de Antioquia (Medellín, Antioquia), Universidad de Córdoba (Montería, Córdoba), Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Valle), Fundación Universitaria Internacional del Unitrópico Americano (Yopal, Casanare), Universidad de Caldas (Manizales, Caldas). También hay equipos de investigación en la Universidad del Tolima, Universidad Santiago de Cali, Universidad del Valle, Universidad del Pacífico y en el Jardín Botánico de Cali (Hernández-Niño, 2015).

### 1.3.2 Fungicultura urbana en el mundo

Históricamente la fungicultura urbana se ha desarrollado de manera diferente en todos los países. La producción de setas en zonas urbanas, ha crecido de la mano de la agricultura urbana alrededor del mundo para la subsistencia, pero también como modelo de negocio.

Por ejemplo, en el caso de ciudades como San Petersburgo, desde el periodo comunista han existido huertas en zonas peri-urbanas, donde varias familias y empresarios privados usan los sótanos para cultivar setas y otros usan los techos de las casas y los balcones para cultivar hortalizas (RUAF, 2001). En países como China o Japón son muy comunes los cultivos modulares verticales de diferentes tipos de setas, especialmente los que aprovechan residuos sólidos como materia prima.

En la actualidad, en Argentina, se destaca la empresa denominada “Fungiar” que ofrece kits y soluciones para el cultivo de hongos comestibles y medicinales desde 2016. En Europa se destacan diferentes proyectos como la empresa “Nâm” (Lisboa, Portugal), que comenzó su producción en un pequeño sótano y ahora es la primera granja urbana con economía circular de setas y fertilizantes a partir de residuos de café (ver figura 1-9).

En Francia, en junio de 2018, “Le Champignon Urbain” fue autorizado para operar en 150 m<sup>2</sup> de la antigua capilla Martray, en el distrito de Talensac, en Nantes, un edificio del siglo XIX, que se encontraba abandonado y ahora producen shiitakes en residuos de café molido y malta restante de cerveza (Deshons, 2020). Por otra parte, en Nueva York, Estados Unidos, existe la compañía “Smallhold” desde el 2017, que cuenta con una red de puntos de cultivo de setas dentro de almacenes, restaurantes y sótanos (Smallhold, 2021) como se puede ver en la figura 1-10.

Figura 1-9: Cultivo de Nâm en Lisboa, Portugal.



Fuente: Nâm, 2021.

Figura 1-10: Cultivo de Smallhold en Nueva York, Estados Unidos.



Fuente: Smallhold, 2021.

### 1.3.3 Fungicultura urbana en Bogotá

Gran parte de las personas que han practicado la agricultura urbana en Bogotá, han creado proyectos de cultivo de setas. Según Rodríguez (2017) quienes practican la agricultura urbana son en su mayoría mujeres, 83% en estratos 1 y 2 que provienen de regiones rurales que llegaron a Bogotá en medio de procesos migratorios, voluntarios o forzados.

Al igual que se concluye en el trabajo de Rodríguez (2017), sobre la principal motivación de las agricultoras urbanas que se centra en la producción de alimentos saludables (87%

en estratos 1-2 y 96% en 3-4), sucede lo mismo con las personas que cultivan setas comestibles, pues expresan su preocupación por cultivar un producto orgánico, y con altas propiedades nutricionales.

La fungicultura, en comparación con otras ramas de la agricultura como la floricultura o la fruticultura, no requiere de la misma inversión, espacio, insumos o mantenimientos. Es una práctica que demanda una inversión inicial baja, porque se reutilizan desechos orgánicos, necesita poco espacio y utiliza eficientemente el agua, permitiendo su implementación en todos los estratos de Bogotá D.C (García Murillo, 2019).

A partir de 2010 en el país se empezó a incrementar el cultivo de hongos comestibles y uno de los hongos que más auge ha tenido es la Orellana, ya que su forma propagación es más sencilla con respecto al champiñón y requiere de poca Inversión en el inicio (Bermúdez, 2018).

La orellana (*Pleurotus Ostreatus*) es considerada una de las más adaptables del reino fungi por su capacidad de crecer en un rango amplio de materiales lignocelulósicos (Tisdale, 2004). Se pueden utilizar residuos de la industria del café y de la caña de azúcar principalmente y otros en menor medida como de la producción del maíz.

Al menos en el departamento de Cundinamarca se producen aproximadamente 151.923 toneladas de biomasa residual del café al año y 1.591.993 toneladas de biomasa residual de la caña de azúcar (Escalante et al., 2010), residuos de los cuales un porcentaje podría ser aprovechado para la producción de orellanas por su rico contenido en lignina y celulosa.

En Bogotá se destacó el proyecto de cultivo de setas con un enfoque social desarrollado por Nelson René Cervantes Forero, denominado “Viviendas de Sustento”, que funcionaba como un modelo sistémico de fungicultura urbana para la inclusión social de las víctimas del desplazamiento forzado mediante la superación de su vulnerabilidad (Cervantes Forero, 2015). De allí se conformó la empresa “Prosetas de Colombia”, la cual tuvo que ser liquidada en el 2012 por las dificultades que tuvo en el mercadeo de la seta (N, Cervantes, comunicación personal, 11 de abril del 2021).

El Jardín Botánico de Bogotá, aunque es una de las instituciones que promueve la

fungicultura urbana en la ciudad, no cuenta con un registro formal en cuanto al número y ubicación de las unidades productivas. Para el presente trabajo ha sido posible contactar a las personas que practican esta actividad gracias al voz a voz, ya que es un gremio pequeño que se conoce entre ellos y sabe cuáles unidades se encuentran activas y cuáles no.

Uno de los apoyos más recientes desde la institucionalidad hacia la agricultura urbana en Bogotá, es la reapertura de la plataforma “Los Luceros”, con más de 2.500 metros cuadrados, ubicado en Ciudad Bolívar para que productores y asociaciones de agricultores de Boyacá, Cundinamarca, Huila, Meta y Tolima, y del área rural de Bogotá puedan allí almacenar y organizar sus productos antes de comercializarlos (RAP-E, 2022).

Pablo Moreno, de Bogotá es uno de los beneficiados por el trabajo articulado entre la Región Administrativa y de Planificación Especial (RAP-E), las secretarías de Agricultura de sus departamentos asociados, la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico y la Agencia de Comercialización e Innovación de Cundinamarca. Sin embargo, afirma que a pesar de las ventajas de hacer parte de dicha plataforma, los esfuerzos son insuficientes para resolver todas las necesidades que se presentan en la comercialización (P, Moreno, comunicación personal, 1 de noviembre del 2022).

## 2. Metodología

De acuerdo con el planteamiento del proyecto y los objetivos propuestos, se utilizó una metodología de enfoque cualitativo. Primero se llevó a cabo una investigación exploratoria en la que se identificaron las unidades productivas de setas comestibles presentes en la ciudad de Bogotá, mediante el contacto directo con los productores. Luego se seleccionaron tres unidades productivas según la disponibilidad de cada persona encargada de la unidad para aplicar el ACV como caso de estudio e identificar las características de producción agroecológica.

Finalmente se llevó a cabo un taller participativo para conversar las ventajas y desventajas de la cadena productiva y posibles estrategias de mejoramiento con base en la perspectiva agroecológica y la experiencia de cada productor. En los siguientes párrafos se detallan estos procesos metodológicos.

### 2.1 Delimitación del área de estudio

Para el estudio se seleccionaron tres casos, cada uno correspondiente a una unidad productiva. El estudio de caso se inscribe dentro del paradigma cualitativo interpretativo, considerando que la realidad es construida por las personas involucradas en la situación que se estudia (Yin, 1994). De esta manera se pueden identificar los componentes ambientales de la producción en diferentes espacios y con diferentes personas para evitar la generalización y lograr un diagnóstico lo más cercano posible a la realidad.

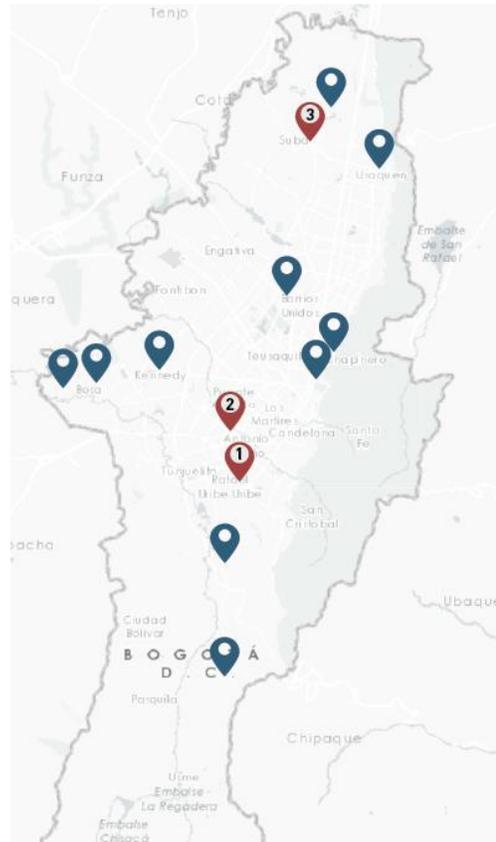
Para identificar las personas activas en el cultivo de orellanas de Bogotá, fueron encuestados 17 miembros de un grupo de Whatsapp llamado “Grupo de Micología”, creado por la ingeniera ambiental Adriana Ferrucho en julio de 2022. De las 17 personas encuestadas, 12 son mujeres y 5 hombres, de las cuales 7 personas manifestaron haber comenzado en alguna actividad relacionada con la fungicultura entre 5 a 1 año, 4 personas menos de un año, 3 de 10 a 5 años, una persona de 15 a 10 y una más de 15 años.

En cuanto a las actividades en las que se enfocan, 3 personas se dedican exclusivamente a la siembra, 2 personas a la siembra y venta de orellanas frescas, 2 personas a la siembra

e investigación, 3 personas a la siembra, comercialización de orellanas frescas y elaboración de subproductos, una persona a la comercialización de setas frescas e investigación y otra a la siembra y producción de micelio.

En la figura 2-1 se puede observar la ubicación en Bogotá de las unidades productivas identificadas en dicha encuesta (marcadas en azul) y las 3 unidades productivas seleccionadas (enumeradas y en rojo) y también las identificadas en la investigación exploratoria que se muestra a modo de línea de tiempo en la figura 2-2.

Figura 2-1: Mapa unidades productivas de cultivo de orellanas en Bogotá.



Fuente: Elaboración propia, mapa tomado de IDECA, 2022.

En la siguiente tabla se muestran las direcciones de las 3 unidades seleccionadas con un número para identificarlas a lo largo del trabajo.

Tabla 2-1: Unidades productivas seleccionadas para el presente trabajo.

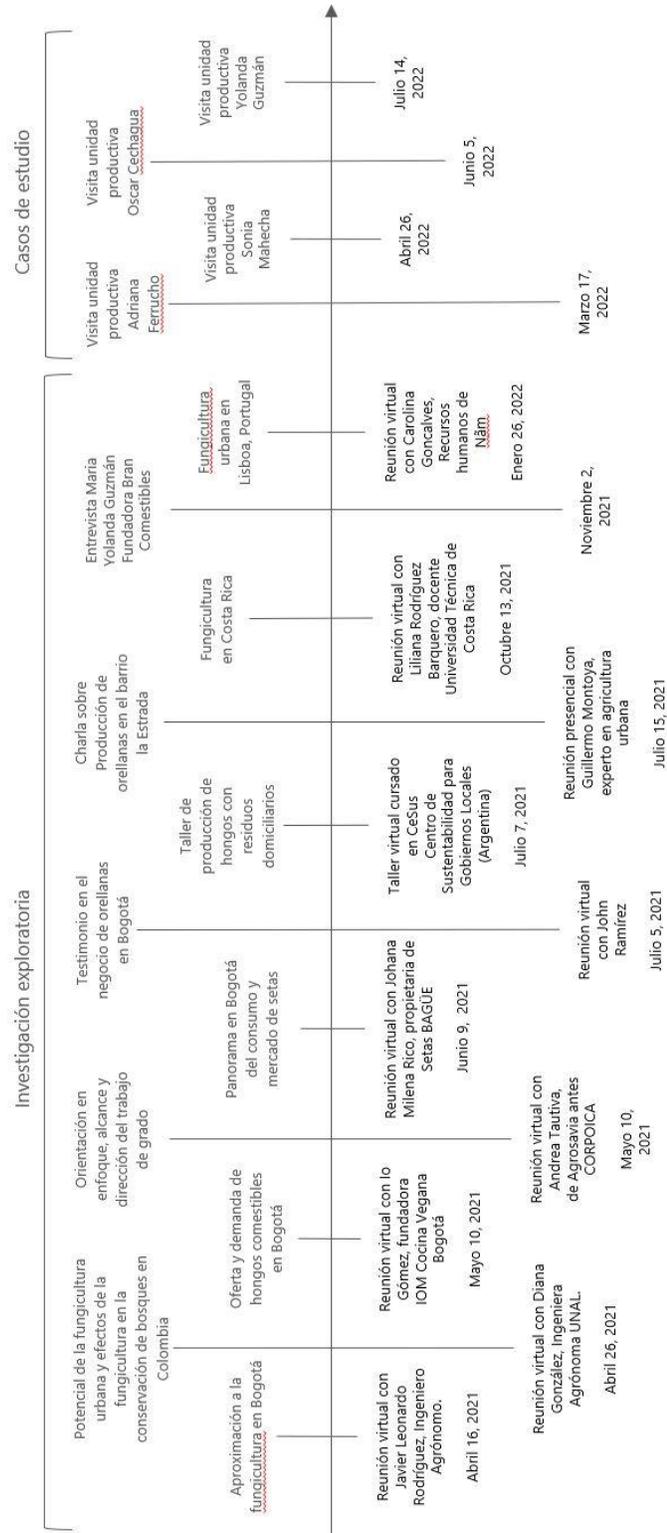
Unidad productiva	Persona encargada	Dirección	Localidad

---

1	Adriana Ferrucho	Cra 11d #50b – 27 sur	Rafael Uribe Uribe
2	Sonia Mahecha	Dg. 16 SUR #34 -33	San Cristobal
3	Maria Yolanda Guzmán	Cra. 88b #127a-13	Suba

Fuente: Autora, 2022.

Figura 2-2: Línea de tiempo de la investigación exploratoria.



Fuente: Autora, 2022.

## **2.2 Metodología para la caracterización de las unidades productivas**

Para cumplir con el primer objetivo específico del trabajo, se realizó observación participante y entrevistas semi estructuradas con el fin de hacer una inmersión en el entorno a estudiar y conocer a los actores y los elementos del sistema productivo. La entrevista y la observación participante se complementan entre sí, porque mientras la última registra los comportamientos, la primera recoge lo que las personas dicen (Izcara,2014). Las actividades específicas se describen a continuación:

- a. Concertación de por lo menos una reunión presencial con cada uno de los productores para llevar a cabo la observación participante y la entrevista semiestructurada con la persona encargada de la unidad productiva. Las preguntas de dicha entrevista se elaboraron a partir de la “Guía de caracterización de la empresa” de Orrego (2012), “Formato encuesta a champicultores” y “Formato entrevista a pequeño fungicultor” de Mora Cabezas (2019) (ver Anexo A).
- b. Registro de los resultados de la metodología empleada.
- c. Inventario de la maquinaria y herramientas utilizadas.

## **2.3 Metodología Análisis de Ciclo de Vida - ACV**

El ACV conceptual, se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos en cualquier actividad productiva. Los datos que se utilizan son cualitativos y muy generales (Eurofins, 2021). El desarrollo de un Análisis de Ciclo de Vida, de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 14040, debe cubrir las etapas metodológicas que se exponen en la figura 2-3.

Figura 2-3: Etapas ACV.



Fuente: Elaboración propia a partir de la norma UNE-EN ISO 14040.

El ACV se aplicó con las herramientas propuestas por Orrego (2012) para determinar los puntos críticos del ciclo de vida para desarrollar en las etapas 2 y 3 del ACV, es decir, se incluyeron el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el Índice de Desempeño Ambiental (EPI) relacionados a las categorías de impactos PESTE (políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ecológicos) para luego evaluar los Impactos Ambientales Potenciales (IAP) de cada fase del ciclo de vida como se muestra en la figura 2-4.

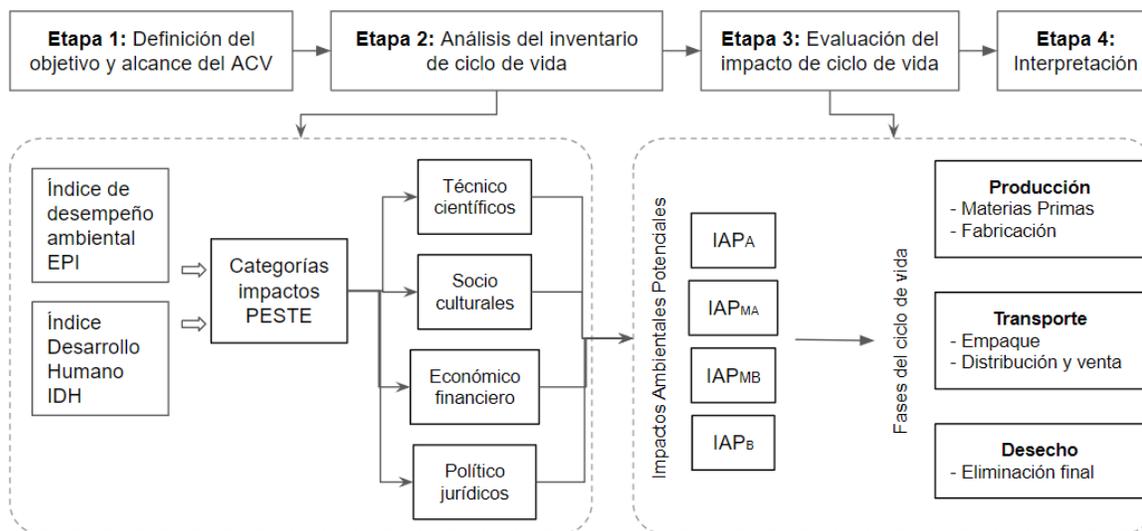
Esto se hizo con el fin de evaluar otros impactos diferentes a los impactos al medio biofísico que son en los que se enfoca el ACV convencional. El IAP hace referencia al efecto positivo o negativo probable que genera una actividad productiva sobre el medio físico, biológico y humano y en la gestión ambiental se utiliza para valorar las acciones humanas sobre el ambiente (Toro, 2009). Dichos impactos se clasifican en  $IAP_A$  (Impacto ambiental potencial alto),  $IAP_{MA}$  (Impacto ambiental potencial medio alto),  $IAP_{MB}$  (Impacto ambiental potencial medio bajo),  $IAP_B$  (Impacto ambiental potencial bajo).

Según la norma ISO 14040 (ICONTEC, 2007) las 5 etapas que deben ser estudiadas en el ACV son: Obtención y consumo de materiales y componentes; producción en fábrica; distribución y venta; uso o utilización y eliminación final. Para efectos de este trabajo, y al

tratarse de un producto comestible perecedero, no se tuvo en cuenta la quinta etapa, consumo por parte del usuario, sino las siguientes tres:

1. Etapa 1 Producción: materia prima y fabricación.
2. Etapa 2 Transporte: empaque, distribución y venta.
3. Etapa 3 Desecho: eliminación final.

Figura 2-4: ACV con herramientas propuestas por Orrego, 2012 ajustado a este trabajo.



Fuente: Elaboración propia a partir de Orrego, 2012.

## 2.4 Diseño participativo

Se usa el método de diseño participativo para trabajar con personas de la comunidad y actores locales de la cadena de valor, para determinar ventajas y desventajas en la cadena productiva y proponer posibles estrategias de mejoramiento. El hecho de que la población local invierta recursos en la creación de nuevas estrategias puede conducir a innovaciones mejor adaptadas al contexto y más factibles a la hora de ser adoptadas (IDEO, 2015).

Específicamente se realizaron las siguientes actividades: a. Diseño de un taller con las personas involucradas en las unidades productivas para discutir participativamente los resultados obtenidos en el uso de la metodología de ACV. b. Convocar a los participantes

con anticipación y preparar la actividad. c. Concertar con las personas asistentes ventajas y desventajas de la cadena productiva, así como las estrategias de su funcionamiento.

El taller se llevó a cabo de manera virtual en dos sesiones: la primera, el día martes 1 de noviembre del 2022 con Sonia Mahecha, Pablo Moreno y Guillermo Montoya; y la segunda el día 11 de noviembre del 2022 con Adriana Ferrucho. La primera parte del taller consistió en exponer los objetivos (general y específicos) del trabajo de grado, así como una parte de la justificación y el alcance. Luego se realizaron las siguientes 5 preguntas abiertas a cada uno de los participantes:

- ¿Ventajas de la producción en la ciudad?
- ¿Desventajas de la producción en la ciudad?
- ¿Qué tan cómodo es tener el cultivo en el mismo lugar donde residen?
- ¿Cómo mejorar?
- ¿Qué pedir a las instituciones?

Dichas preguntas fueron el detonante hacia otras más específicas generando así una discusión participativa entre los participantes y de esta manera se logró conocer en qué aspectos coincidían y en cuales no. Los resultados de este punto de la metodología se exponen en el capítulo de resultados, en el apartado de discusión y de ventajas y desventajas de la cadena productiva.

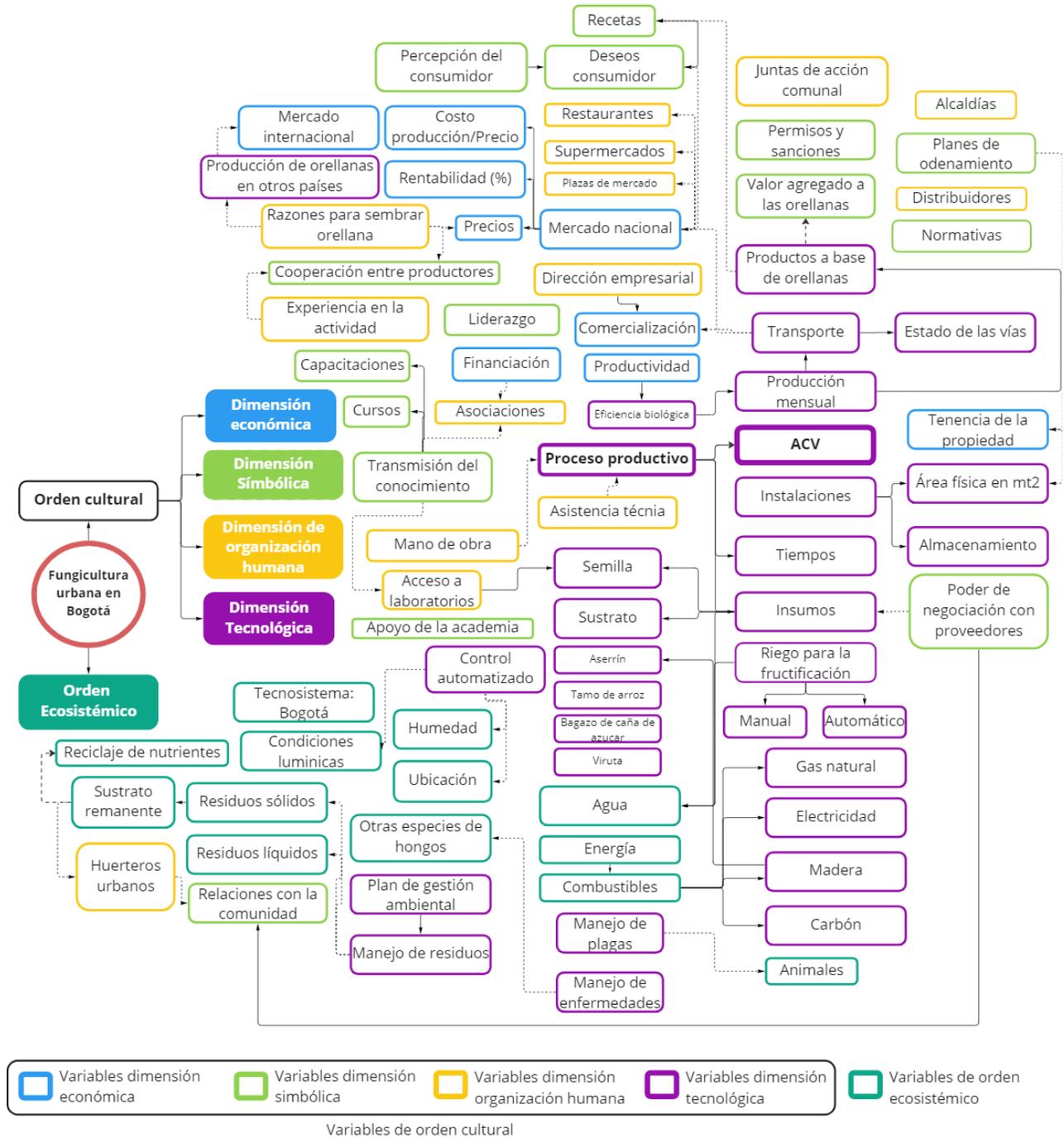
## 2.5 Enfoque del análisis

El marco general de análisis del presente trabajo se puede observar en el mapa conceptual (figura 2-5), que muestra las dimensiones ambientales alrededor de esta actividad, en el orden ecosistémico y el orden cultural, éste último desglosado en las dimensiones económica, simbólica, tecnológica y de organización humana. Se enuncian más de 80 variables que se relacionan directa o indirectamente entre sí, pero cabe resaltar que el presente estudio estuvo centrado principalmente en las variables “Proceso productivo” y “ACV” (análisis de ciclo de vida) sin desconocer las demás variables.

Entre las variables que corresponden a la dimensión económica se encuentran como las más críticas la productividad, la comercialización, y la financiación, como determinantes de otras variables en la dimensión tecnológica respecto al proceso productivo, como la producción mensual y la disponibilidad y facilidad de adquisición de los insumos requeridos.

En cuanto a las variables relacionadas a la organización humana, la experiencia en la actividad de los productores, las asociaciones y las relaciones con las instituciones son aspectos que determinan variables de cooperación, liderazgo, y la percepción del consumidor, determinada por el valor agregado que se le da al producto terminado.

Figura 2-5: Mapa conceptual de la fungicultura urbana en Bogotá.



Fuente: Autora, 2022.

## 3. Resultados

Este capítulo se estructura según los resultados de cada objetivo específico planteado para el trabajo. En primer lugar, la caracterización de las unidades productivas resaltando sus puntos en común y sus diferencias. En segundo lugar, se discuten los elementos de la producción agroecológica en las unidades productivas luego de los resultados del ACV. Y por último se exponen las ventajas y desventajas discutidas con la comunidad.

### 3.1 Caracterización de las unidades productivas

Para este apartado se muestra primero un cuadro (tabla 3-1) con datos generales de cada unidad productiva como el año de creación, área en metros cuadrados y productos que ofrecen. Vale la pena señalar que, de las tres unidades, sólo la número 3 está registrada ante cámara de comercio como “Comestibles Bran”, y además cuenta con el registro INVIMA para 10 de sus productos que se mencionan en la misma tabla. Las orellanas frescas empacadas no requieren de registro INVIMA, pues no tienen proceso de transformación.

La siguiente caracterización no se realizó con el fin de comparar y concluir cuál es mejor o peor, sino de poder identificar los puntos críticos de la producción para que sirva como material de consulta para futuros productores. Cada unidad productiva representa un fenómeno diferente de los productores, pues mientras que una lleva más de diez años en la actividad, las otras llevan menos de dos años produciendo. En todo caso, todas son ejemplos de perseverancia y permiten realizar un marco general de la actividad en Bogotá.

Para la fecha en que se concluye el presente trabajo, noviembre de 2022, la unidad 1 no se encuentra en funcionamiento, la 2 realiza sólo actividades de procesamiento mas no de cultivo y 3 realiza actividades como cursos y talleres a personas interesadas en el cultivo. En el año 2021, cuando las tres unidades estaban en funcionamiento, producían aproximadamente 25 kg de orellanas frescas a la semana.

Tabla 3-1: Cuadro unidades productivas.

Unidad productiva	1	2	3
Propietaria	Adriana Ferrucho	Sonia Mahecha	Yolanda Guzmán
Rango de edad	40-50	60-70	50-60
Nivel educativo	Ingeniera ambiental, diplomado en agricultura urbana	Trabajadora social	Pendiente
Año de creación	2020	2021	2018
Área en mt2	84	65	72
Estrato	3	3	2
Productos	Orellanas frescas	Orellanas frescas, deshidratadas, antipasto, encurtidos, ají de orellanas, empanadas de orellanas, hamburguesa de orellanas.	Orellanas frescas, deshidratadas, orellana en polvo (proteína vegana), antipasto, escabeche, pesto, orellanas en almíbar, ceviche de orellana, encurtidos y ajíes, hamburguesa vegana, empanadas veganas, hayacas veganas.

Fuente: Autora, 2022.

### 3.1.1 Experiencia en la actividad

Las tres propietarias llegaron a la fungicultura desde contextos diferentes: Yolanda, madre cabeza de familia y víctima del conflicto armado, comenzó hace 15 años en Fusagasugá y hace 4 años instaló su unidad productiva en Bogotá, gracias a un crédito condonable del Fondo Emprender. En el caso de Adriana, su interés surgió en el 2005, durante el diplomado que realizó sobre agricultura urbana, auspiciado con recursos del Fondo de

---

Desarrollo Local y ejecutado por la Universidad Distrital, donde aprendió cómo realizar huertas urbanas y el cultivo de plantas aromáticas y orellanas. De ahí tuvo algunos intentos de asociación, pero finalmente logró tener su propio cultivo con la ayuda de Pablo Moreno, agroecólogo empírico de Bogotá. Actualmente Adriana vive en Australia, desde donde comparte sus experiencias en el cultivo de setas de ese país, por medio del grupo de Whatsapp con los fungicultores de Bogotá.

Por otra parte, Sonia, trabajadora social, quien siempre tuvo el interés por la agricultura urbana, la alimentación saludable y el trabajo con comunidades, comenzó su cultivo en el 2021, también con el apoyo de Pablo Moreno. Para ella, la fungicultura es un campo de conocimiento muy amplio, y lo considera como una profesión. El hecho de conocer sobre los hongos y su función dentro del planeta, le parece muy enriquecedor.

Así como se concluye en el estudio realizado por Mora Cabezas (2019) sobre la producción de champiñón a nivel nacional, sucede lo mismo con los antecedentes de las entrevistadas para este estudio, en materia de emprendimientos, pues las respuestas revelan un fuerte vínculo con la actividad agrícola porque denotan experiencia previa en emprendimientos agrícolas.

A pesar de las diferencias, las tres comparten la pasión por lo que hacen y la fascinación frente al reino fungi. Además, las tres han tenido que abrir el mercado y para ello siempre resaltan las propiedades medicinales y nutricionales de las orellanas, rescatan los impactos positivos a la salud, están convencidas de que es un excelente proyecto y siempre están abiertas a explicar y enseñar a los demás de qué se tratan sus productos.

Esto lo han logrado a través de diferentes estrategias. En el caso de Sonia, comparte recetas impresas con la venta de sus productos y cubre su stand con diferente información sobre las orellanas en el mercado campesino de Fontibón. Adriana y Yolanda, desarrollaron un logo y otro material gráfico para difundir en redes sociales la información de sus productos.

Cabe destacar que las tres han enfrentado el rechazo de sus productos por parte de personas que desconocen la orellana y se reusan a probarla, pues temen que sean hongos alucinógenos, tóxicos o venenosos. Existe hoy en día este tabú, impuesto por ciertos

prejuicios de carácter cultural, pues los hongos hacen parte del imaginario colectivo relacionado con el turismo psicotrópico en la región andina que tuvo su auge en la década de los años sesenta (Ruíz Ramírez, 2018).

### **3.1.2 Efectos de la pandemia en las unidades productivas**

Ninguna de las 3 unidades fue ajena a los cambios producidos a nivel mundial por la enfermedad por coronavirus (COVID-19), declarada pandemia en el año 2020. En el caso de Adriana, eso fue lo que determinó que comenzara su negocio en Bogotá con el apoyo de su familia, pues arribó a Colombia sólo con el motivo de pasar unas cortas vacaciones, pero por el cierre de fronteras tuvo que quedarse. Comenzó siendo un cultivo artesanal para el autoconsumo, pero luego se dio cuenta que podía comercializar y ocupar su tiempo libre en una actividad productiva.

Otro aspecto para resaltar es que, debido a la contingencia sanitaria del COVID-19, los fungicultores lograron unirse virtualmente por medio de un grupo de whatsapp, pues se vieron en la necesidad de compartir fotos de sus recetas para promocionar el producto, presentarse a convocatorias y referenciar clientes por ese medio.

El aumento del uso de internet fue un factor determinante para el acceso a contenido tutorial virtual. Sin embargo, manifiestan que se encuentra información muy diferente de un mismo tema, por ejemplo, se encuentran diversas formas de elaborar el sustrato o de llevar a cabo la distribución de los cuartos. Por lo que, si se intenta crear un cultivo de orellanas en casa desde ceros, es necesario saber que es un proceso de prueba y error, que requiere persistencia y saber qué cosas se pueden aplicar de lo que se ve en internet y qué no, según las necesidades espaciales y del presupuesto de cada unidad.

Otro de los factores determinantes durante la pandemia, fue el aumento de la demanda de productos veganos, lo que benefició a las tres unidades al ofrecer alternativas a la proteína animal. Una muestra del crecimiento de ese mercado es que el año pasado Sebastián Andrés Cotes, fundador y gerente de Sannus Foods (distribuidor de alimentos de origen vegetal en Colombia) dijo a la revista AGRONEGOCIOS que su empresa vegana tuvo un crecimiento del 800% entre mayo de 2019 y el mismo mes del siguiente año (Vegconomist , 2021). Durante la pandemia la unidad 3 aumentó la venta de comidas preparadas como almuerzos veganos, lo cual generó más reconocimiento en ese mercado por el “voz a voz”.

### **3.1.3 Descripción espacial**

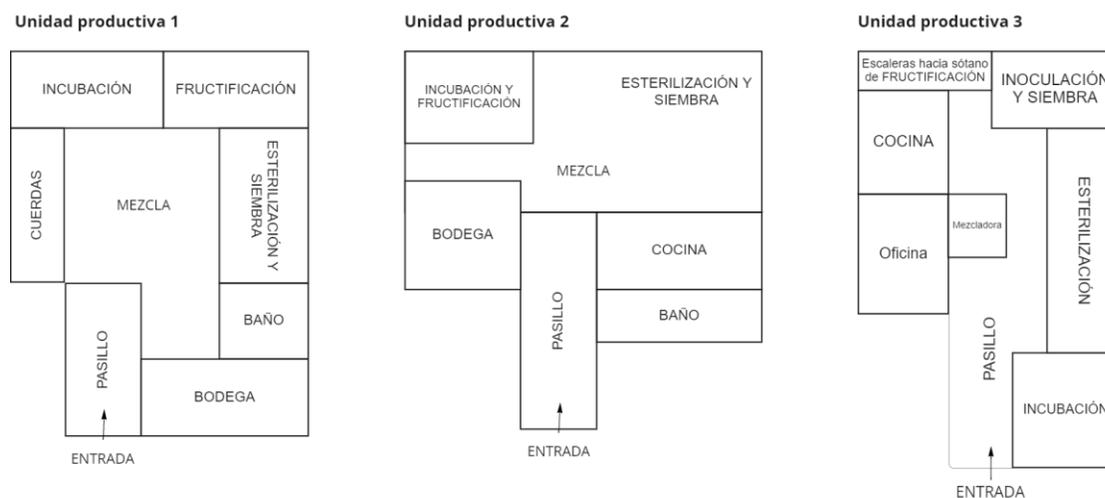
Las 3 unidades están ubicadas dentro de las mismas casas donde residen sus propietarias, es decir, que todas las unidades se encuentran inmersas dentro del espacio del hogar y la unidad productiva resulta ser un espacio adecuado para la producción de orellanas dentro de la casa (figura 3-1).

Del espacio total de las casas aproximadamente el 50% se destina a la producción. Sin embargo, no hay una delimitación formal que separe el uso de los espacios para actividades de la vivienda, independientes de las actividades de la producción de orellanas. Por ejemplo, la cocina que utilizan las unidades 2 y 3 para la preparación de subproductos, es la misma cocina que utilizan para las labores domésticas diarias.

En el esquema se muestran sólo los espacios de las unidades sin tener en cuenta los otros cuartos de las casas. Las tres manifestaron que sería ideal poder tener una cocina industrial para tener mejores condiciones de higiene y asepsia en los productos preparados.

En la unidad 3 se cuenta con todas las máquinas y herramientas para tener una producción mucho mayor a la actual, sin embargo, la falta de espacio en los cuartos de incubación y fructificación ha sido una gran limitante para ampliar la producción y llegar a tener más empleados.

Figura 3-1: Esquema distribución espacial de cada unidad.



Fuente: Autora, 2022.

Las unidades 1 y 3 tienen espacios separados para la incubación y la fructificación, mientras que la unidad 2 cuenta con un solo espacio para estas dos etapas, pues opta por controlar las condiciones de oscuridad necesarias para la incubación por medio de bolsas plásticas negras que cubren las repisas donde se ubican los túbulos.

Para la fructificación las bolsas se pasan de las repisas a las cuerdas, o simplemente se dejan en las repisas, pero no se cubren con la bolsa negra. Esta técnica reduce la manipulación de las bolsas, lo que disminuye las probabilidades de contaminación, así como el tiempo requerido para el traspaso de las bolsas de un cuarto a otro.

En cuanto a la ubicación en la ciudad, todas tienen cercanía a los puntos donde consiguen los insumos para el sustrato como bodegas de madera o aserríos. Para la producción de setas es indispensable conocer la disponibilidad y abundancia de los insumos en donde se piensa cultivar, pues es importante tomar en cuenta, los precios de adquisición y las facilidades de transporte.

### 3.1.4 Etapas del proceso productivo

En las siguientes tablas (3-2; 3-3; 3-4) se exponen los procesos productivos de cada unidad, divididos por etapas (producción, mantenimiento, transporte), subprocesos, actividades u operaciones, herramientas y máquinas, y encargados, los cuales son descritos en el capítulo siguiente.

Tabla 3-2: Caracterización del proceso productivo Unidad 1.

Etapa	Subprocesos	Descripción	Actividades/ operaciones	Herramientas/ máquinas	Encargados
Producción	Pesaje	Pesar el aserrín para medir la cantidad exacta a utilizar	Ubicar la pesa en el cuarto de mezcla y pesar cada uno de los insumos a mezclar	Pesa digital	Adriana y Pablo
	Mezcla en seco	Mezclado de aserrín, carbonato de calcio y salvado de trigo	Disposición de los insumos dentro de la mezcladora, accionar mezcladora manual	Mezcladora	Adriana
	Mezcla con agua	Adición de agua a la mezcladora	Se vierte el agua dentro de la mezcladora paulatinamente sin dejar de mezclar	Mezcladora	Adriana
	Embolsado	Repartición de la mezcla en las bolsas, es decir, se arman los bloques	Se coloca la bolsa sobre la pesa y se rellena con la mezcla hasta alcanzar el peso requerido de 2 kg por bolsa	Pesa	Adriana
	Esterilización	Cocinado de los bloques	Ubicación de los bloques dentro del contenedor, se calienta el agua a punto de ebullición y se "cocinan" los bloques a vapor	Estufa industrial y contenedor	Adriana
	Siembra	Inoculación del micelio en los bloques	Se introduce el micelio a los bloques y se rocía agua 3 veces al día	Aspersores	Adriana
	Periodo de incubación	25 a 45 días, depende de la semilla	Se abren huecos a la bolsa para que respire la semilla	Cuchillo	Adriana
	Fructificación	Se da una cada 15 días , cada vez sale menos cantidad y con menor tamaño	-	-	-
	Cosecha y empacado	Las setas listas se empacan en bolsas de polipropileno	Las orellanas se desprenden del sustrato, se colocan en una canastilla y luego son llevadas al cuarto de empacado (Bodega)	Trabajo manual	Adriana
Mantenimiento	Limpieza de los cuartos	Traslado del cuarto de incubación al de fructificación	Hipoclorito de sodio, alcohol agua, trapos, escoba, recogedor, trapero	Trabajo manual	Adriana
	Mantenimiento a las cuerdas	Limpieza	Se limpia cada una de las cuerdas con un paño y alcohol	Trapos, balde	Adriana

	Desarmado de los bloques	Vaciado de las bolsas	Disposición de las bolsas en bolsa negra, reutilización del sustrato remanente como abono	Bolsa negra	Adriana
Transporte	Transporte de insumos	Compra y transporte de aserrín por bultos en camión y del carbonato de calcio y salvado de trigo en carro			Pablo
	Entrega de pedidos en bicicleta				Adriana

Tabla 3-3: caracterización del proceso productivo Unidad 2.

Etapa	Subprocesos	Descripción	Actividades/operaciones	Herramientas/maquinaria	Encargados
Producción	Preparación	Pesaje	Se pesan todos los insumos a mezclar	Pesa de piso	Sonia
	Mezcla	Mezclado del aserrín, melaza, salvado y cal	Se disponen en el suelo sobre una lona plástica y se mezclan a mano	Trabajo manual	Sonia y ayudante
	Embolsado	Repartición de la mezcla en las bolsas	Se coloca la bolsa sobre la pesa y se rellena con la mezcla hasta alcanzar el peso requerido de 2 kg por bolsa	Pesa	Sonia y ayudante
	Esterilización	Cocinado de los bloques	Se colocan los troncos secos en la base del horno y se prenden con ayuda de fósforos. Se introduce el agua y los bloques	Horno	Sonia
	Limpieza – organización	Limpieza de repisas y cuerdas	Con un trapo limpio se quita el polvo o partículas de sustrato de las repisas y las cuerdas	Trapo, agua, jabón	Sonia
	Sacada bloques	Traslado de los bloques al cuarto de siembra			Sonia y ayudante
	Siembra semilla	Inoculación del micelio en los bloques	Se introduce el micelio a los bloques y se rocía agua 3 veces al día. Las velas encendidas cumplen el papel de limpiar el aire	Pala, pesa, velas	Sonia
	Ubicación bloques	Traslado de bloques al cuarto de incubación y fructificación	Acomodación de los bloques en las repisas más altas con la ayuda de escalera,		Sonia
	Cosecha	Las orellanas se desprenden del sustrato	Cortar la base del tallo con un cuchillo desinfectado y se recolectan en una canastilla de plástico	Cuchillo, canasta	Sonia
	Empaque	Las setas listas se empacan en		Bolsas	Sonia

		bolsas de polipropileno			
	Refrigeración		Se acomodan las bolsas en la nevera	Nevera	Sonia
	Desarmado de los bloques	Vaciado de las bolsas	Disposición de las bolsas en bolsa negra, reutilización del sustrato remanente como abono		Sonia
Transporte	Transporte de insumos	Compra y transporte de aserrín por bultos			Ayudante
	Entrega de pedidos, venta en plazas de mercado		Venta en plaza de Fontibón		Sonia

Tabla 3-4: Caracterización del proceso productivo Unidad 3.

Etapa	Subprocesos	Descripción	Actividades/operaciones	Herramientas/máquinas	Encargados
Producción	Pesaje	Pesar todos los insumos para saber la cantidad exacta a utilizar			Yolanda
	Mezcla en seco	Mezclado de aserrín, carbonato de calcio y salvado de trigo	Disposición de los insumos dentro de la mezcladora	Mezcladora	Yolanda
	Embolsado	Repartición de la mezcla en las bolsas, es decir, se arman los bloques	Se coloca una silla al pie de la mezcladora y se procede a llenar las bolsas	Bolsas	Yolanda y ayudante
	Esterilización		Ubicación de los bloques dentro del horno industrial, control de temperatura	Horno industrial	Yolanda
	Siembra	Inoculación del micelio en los bloques	Paso de las bolsas al cuarto de siembra e inoculación de la semilla, sellado de las bolsas		Yolanda
	Incubación	Paso de las bolsas al cuarto de incubación, permanecen allí por un mes aproximadamente hasta que la semilla coloniza el sustrato	Regulación de la temperatura, de 27° en adelante	Repisas Calefactor	Yolanda
	Fructificación	Paso de las bolsas al cuarto de fructificación	Apertura de huecos en las bolsas. Regulación de temperatura, mucho oxígeno, humedad, y oscuridad	Cuchillo, ventilador, aspersor manual	Yolanda

	Cosecha y empacado	Las setas listas se empacan en bandejas de icopor cubiertas con vinilpel	Las orellanas se desprenden del sustrato, se colocan en una canastilla y luego son llevadas al cuarto de empacado	Trabajo manual	Yolanda
Mantenimiento	Mantenimiento a las cuerdas	Limpieza	Se limpia cada una de las cuerdas con un paño y alcohol	Trapos, balde	Yolanda
	Desarmado de los bloques	Vaciado de las bolsas	Disposición de las bolsas en las botellas PET, venta del sustrato remanente como abono		Yolanda
	Transporte de insumos	Compra y transporte de aserrín por bultos en camión			Ayudante
Transporte	Entrega de pedidos			Moto	Ayudantes

### 3.1.4.1 Descripción de las etapas

El proceso de producción de orellanas se obtiene a partir de la semilla que se adquiere en forma de gránulos de cebada inoculados con el micelio de *Pleurotus Ostreatus* (Figura 3-2). El proveedor de semillas de las tres unidades para el 2021 era la empresa “Champifung”. Sin embargo, dicha empresa cerró operaciones por lo que en la fecha en que se realizó el estudio, las tres unidades estaban en la búsqueda de un nuevo proveedor de semilla.

Aquí se evidencia la importancia de tener acceso a laboratorios de confianza, por ejemplo, de universidades que realizan proceso de producción de micelio, o de otros productores más grandes para tener disponibilidad de semilla permanentemente.

Figura 3-2: Bolsa de gránulos de cebada inoculados con el micelio de *Pleurotus Ostreatus*, Spawn o semilla.



Fuente: Autora, 2022.

La obtención de orellanas se da a partir de 10 etapas: pesaje, mezcla en seco del aserrín y la cal, mezcla con agua, embolsado, esterilización, inoculación, incubación, fructificación, cosecha y empackado.

Para el proceso productivo, las tres unidades comienzan por procurar la higiene y seguridad industrial, usando el tapabocas, cofia, bata y desinfección de manos con alcohol y jabón para evitar la contaminación en el sembrado. Luego pasan a realizar el pesaje y mezcla de los insumos. Las unidades 1 y 2 realizaban la mezcla a mano sobre el suelo previamente desinfectado o sobre una lona de plástico, mientras que la 3, cuenta con una máquina mezcladora (figura 3-3). Sin embargo, la unidad 1 tuvo la oportunidad de adquirir una mezcladora con un incentivo económico que recibió por parte de la alcaldía de la localidad Rafel Uribe Uribe, que le permitió reducir tiempos y esfuerzo físico.

### **Pesaje y mezcla**

El tamaño de las bolsas es determinante, pues a mayor cantidad de sustrato por bolsa mayor cantidad de producción y mejor calidad de la orellana; sin embargo, por cuestiones de espacio, las 3 unidades utilizaban bolsas con capacidad de 2 a 5 kg, mientras que, a nivel rural, las bolsas suelen tener una capacidad de 5 a 10 kg. El contenido de las bolsas también es fundamental para tener una producción de calidad, todas las unidades han pasado por el proceso de probar con diferentes fórmulas para el sustrato, en el momento del estudio, las tres manifestaron utilizar sólo aserrín.

Las fórmulas se refieren a qué tanto porcentaje se usa de cada insumo en el llenado de las bolsas. Por ejemplo, si se combina el aserrín con viruta, hace que el sustrato tenga más tiempo de vida productiva, porque la viruta es más gruesa que el aserrín, y la orellana tomará más tiempo en consumirla. La madera de la que se obtiene el aserrín debe ser libre de químicos y de cualquier cubrimiento como aceites, esmaltes o acrílicos, ya que la orellana puede absorber ciertos componentes y resultar perjudicial para la salud.

**Figura 3-3:** Mezcla.



Fuente: Adriana Ferrucho, 2021. Iris Reyes, 2022.

### **Esterilización**

Para la etapa de esterilización, que consiste en someter el sustrato a una temperatura entre 70 – 80°C de 2 a 4 horas, las unidades 1 y 2 realizan el mismo proceso que consta de introducir las bolsas en un contenedor metálico para esterilizar las bolsas con vapor, la 1 lo realiza con una estufa a gas y la 2 utiliza madera como combustible, que, en ocasiones, está húmeda, es difícil de prender y produce mucho humo, lo cual afecta la calidad del aire dentro y fuera de la casa, generando incomodidades en el vecindario (figura 3-4).

Para la esterilización, la unidad 3 cuenta con un horno industrial que funciona con gas natural. A pesar de las facilidades que ofrece tener un horno con capacidad para 90 tubulares de 2,5 kg, resulta muy costoso su funcionamiento y mantenimiento.

**Figura 3-4:** Esterilización unidad 2.



Fuente: Iris Reyes, 2022.

### **Inoculación**

Una vez las bolsas están frías, se realiza el proceso de inoculación, es decir que se introduce el micelio en razón de un 2% tomándolo en una cuchara previamente desinfectada (figura 3-5), luego se cierran las bolsas y se marcan con la fecha o alguna referencia para tener trazabilidad de los tiempos.

Figura 3-5: Inoculación.



Fuente: (Benavides Calvache, 2013).

En la figura 3-6, se muestra que las tres unidades manejan el cultivo en bolsa de 2 kilogramos de polipropileno, y emplean el modo de repisas y colgado en cuerdas para la acomodación de las bolsas dependiendo de las condiciones de luz, humedad y temperatura que se requieren para cada etapa del proceso.

Las repisas pueden tener un costo más bajo para su instalación, pero en la etapa de riego el agua se aposa sobre las repisas, y el encharcamiento produce plagas. Además, caben menos bolsas que si se opta por colgarlas.

Figura 3-6: Cuarto fructificación unidad 1, 2 y 3.



Fuente: Autora, 2022.

Estas etapas iniciales del cultivo como el pesaje, la mezcla, la esterilización y el llenado de las bolsas, requieren de un esfuerzo físico considerable por lo que se requiere de más de una persona para esas labores.

### **Incubación**

Luego prosigue la etapa de incubación, que es cuando el micelio está colonizando el sustrato. La unidad 3 controla la temperatura en el cuarto de incubación por medio de un calefactor eléctrico para mantenerlo en aproximadamente 27°C. Luego de 3 a 4 semanas, cuando aparecen los primordios (también llamados orellanas bebés), las bolsas se trasladan al cuarto de fructificación donde se controla la temperatura por medio de un ventilador de piso, pues la temperatura debe ser de 10 a 15° con mucha humedad. Se realiza un riego con agua por la mañana y otro por la tarde con atomizador de manera manual. Para esta etapa idealmente se debería tener un termohigrómetro y sistema de riego para controlar dichos factores.

Las bolsas se mantienen en el área de incubación hasta que el micelio coloniza la totalidad del sustrato, mientras se revisan constantemente las bolsas para identificar cualquier posible contaminación con bacterias, otros hongos o plagas. Las 3 propietarias manifiestan que sus cultivos son atacados por hongos del género *Tricoderma* y aseguran que, si la cepa de la semilla es débil y no hay buenos componentes en el sustrato, la orellana no se

---

da, y se pierde el cultivo. Otra plaga que afecta el cultivo es el llamado “mosquito de la fruta”, principalmente cuando las bolsas de sustrato se guardan por mucho tiempo luego de pasadas 3 cosechas. Cabe resaltar que ninguna utiliza insecticidas ni plaguicidas, pues lo combaten con métodos caseros como rociar mezclas de agua o vinagre con ajo o ají. Esto puede afectar su comodidad si se da de manera recurrente.

### **Fructificación y cosecha**

Los primordios requieren en promedio una semana para llegar a orellanas adultas, que están listas para cosecharse cuando los bordes del sombrero se tornan oscuros y antes de que se enrollen hacia arriba y sus bordes se abran, esto para conservar el buen aspecto para el mercado. Luego llega el día de la cosecha, en la que se cortan las orellanas desde la base del tallo con un cuchillo o tijeras previamente desinfectadas. Todas utilizan este mismo método.

Luego de la recolección el sustrato reposa entre una a dos semanas para que se produzca la siguiente cosecha. En promedio se producen entre 2 a 4 cosechas en las tres unidades, siendo las 2 primeras oleadas (o cosechas) las más productivas, ya que es donde se producen la mayor cantidad de orellanas, alrededor del 90% (Rodríguez Ortiz & Ortega Guerrero, 2006).

Los hongos de cada oleada deben ser cosechados en su totalidad, sin importar si algunos de los carpóforos del grupo son de tamaño reducido, ya que al sacar uno o más el resto de los carpóforos rápidamente se secan o se descomponen dependiendo de la humedad ambiental (Ardón López, 2007).

En la figura 3-7 se puede apreciar el ciclo de vida del cultivo desde que aparecen los primordios hasta que son orellanas adultas. Cabe resaltar que crecen aproximadamente un milímetro por hora, lo que hace que en tan sólo 5 días desde la aparición de los primordios se pueda realizar la cosecha, lo que es muy favorable en términos productivos, pues al tener un cultivo iniciado en diferentes fechas, se puede tener una cosecha frecuente.

Figura 3-7: Ciclo de vida de la orellana, de primordios a orellanas adultas.



Fuente: Autora, 2022.

### 3.1.5 Manejo de residuos

Los residuos del cultivo son catalogados como no peligrosos y se clasifican en biodegradables, además pueden ser utilizados para el lombricultivo o para enmiendas de suelo o fertilizantes, ya que las relaciones carbono/nitrógeno y lignina/nitrógeno que controlan los procesos de mineralización - inmovilización, logran una mayor velocidad de descomposición y un aporte nutricional al suelo, lo cual representa un valor agregado a la explotación comercial de esta seta (Bermúdez, 2018).

También pueden ser utilizados como concentrados para alimentación animal (Jeannette Nieto & Chegwin A, 2010). Cada año la agricultura genera gran cantidad de residuos lignocelulósicos de baja calidad nutricional y dicha calidad se podría mejorar mediante la utilización de hongos basidiomicetos (Gómez Urrego et al., 2013), como la orellana.

En las 3 unidades estudiadas el sustrato remanente es utilizado como fertilizante. La unidad 3 lo vende como abono, mientras que las unidades 1 y 2 lo disponen en las zonas verdes aledañas a su casa (figura 3-8), esto con previo acuerdo con los vecinos, pues ellas deben explicarles de qué se compone el sustrato y las bondades para el suelo. De lo

contrario las personas se reusan a que se coloque el sustrato sobre el suelo cerca a los árboles. Han logrado demostrar que el sustrato es beneficioso.

Figura 3-8: Sustrato remanente utilizado como abono para las plantas del vecindario en la localidad de San Cristóbal.



Fuente: Autora, 2022.

Si se lograra tener una producción a mayor escala, lo ideal sería crear conexiones entre los fungicultores y los agricultores urbanos para que se aprovechara en su totalidad ese sustrato remanente. Usualmente cuando se dan pérdidas por contaminación del cultivo, ya sea por invasión de otro hongo o por la aparición de plagas, el sustrato es llevado a zonas rurales como abono. Sin embargo, esto requiere un esfuerzo adicional en términos monetarios y de tiempo. El transporte es un limitante, pues puede costar más que el mismo sustrato. Las alcaldías o las instituciones podrían promover este proceso para que los horticultores sepan que se puede tener un abono orgánico de muy buena calidad proveniente de la fungicultura urbana.

Por otra parte, la unidad 3 dispone las bolsas vacías (resultantes de los túbulos que finalizan su vida productiva) en las botellas PET que son recolectadas para hacer madera plástica y otros productos, mientras que las unidades 1 y 2 las disponen en bolsa negra como residuo sólido no aprovechable.

En cuanto a los residuos líquidos, estos no son problemáticos, pues no se genera ningún contaminante orgánico tóxico. Se debe evitar el encharcamiento de las bolsas para evitar los lixiviados. Demasiada agua es perjudicial para el micelio y puede atraer plagas.

En las tres unidades estudiadas se procura que no haya desperdicios que lleguen a los botaderos o a las fuentes de agua. Esto se logra si se hace un buen manejo en todo el proceso. Por ejemplo, una buena ventilación evita que la orellana fresca se pudra y resulte como un residuo sólido. También se podría realizar un proceso de deshidratación de la orellana para que no se dañe y dure mucho más tiempo en almacenamiento. Sin embargo, se requiere un estudio de rentabilidad, pues para obtener un kilo de orellanas deshidratadas se requieren deshidratar 10 kilos en fresco.

Hasta el momento ninguna de las unidades ha implementado este proceso, pues se requiere de un horno deshidratador industrial. En cuanto al almacenamiento, sería ideal tener un cuarto frío para aumentar el tiempo de frescura del producto, sin embargo, esto aumentaría los costos de energía.

En cuanto al manejo de los estípites, que son retirados de la orellana al momento de la cosecha, generalmente son triturados para que queden en trozos más pequeños para ser usados como proteína vegana que se puede consumir en polvo o en hamburguesas veganas. Este proceso lo realizan las tres unidades.

### **3.1.6 Comercialización**

En cuanto a la comercialización, la cantidad mínima que se vende de orellana fresca en el mercado es como mínimo media libra. En las unidades 1 y 2, las orellanas frescas son empacadas en bolsas de polipropileno mientras que en la unidad 3 se empacan en bandeja de icopor cubiertas con vinipel, la ventaja de utilizar estas bandejas es que protegen más el sombrero de la orellana evitando las roturas en los bordes, lo cual se le debe explicar al cliente, pues el hecho de manejar empaque de icopor, hace que algunas personas ya no quieran comprar el producto, por el ya conocido impacto ambiental de los residuos del icopor que no son aprovechados.

Así como el empaque puede ser un determinante para la compra, también lo es el precio, pues se tienen clientes muy estables, pero pueden dejar de comprar al encontrar el mismo

producto por menor precio. El medio de transporte también influye en el precio del producto, la unidad 1 solía realizar la distribución en bicicleta, y las otras dos en moto.

Tabla 3-5: Precios libra de orellanas por unidad.

Precio 1 libra de orellanas	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3
A distribuidor	N.A	\$10.000	(Por kilos)
Al consumidor	\$10.000	\$12.000	\$12.000
En feria	N.A	\$16.000	\$12.000

Todas se han preocupado por tener una imagen para sus productos, junto con el nombre, logo e información de contacto como mínimo. La unidad 2 comercializa la mayoría de sus productos en el mercado campesino de Fontibón y día a día perfecciona las técnicas de las comidas preparadas como las empanadas veganas.

En cuanto a las orellanas frescas, las almacena en una bolsa de polipropileno con pequeñas perforaciones y cerrada con un caucho. Las orellanas también son comercializadas en subproductos como antipastos, ajíes o conservas. Suelen comprar frascos de vidrio usados y esterilizarlos, porque se adquieren a un precio más bajo que los envases vírgenes (ver figura 3-9).

Figura 3-9: Productos unidad 2.



Fuente: Autora, 2022.

La unidad 3 comercializa sus productos principalmente en La Plaza de los Artesanos, ubicada en los predios del Parque Metropolitano Simón Bolívar. Dependiendo de la cepa de la orellana, esta puede ser más o menos resistente a las bajas temperaturas y eso también condiciona el tiempo de frescura del producto. El lapso de tiempo de entrega puede ser de 3 a 12 días bajo refrigeración.

Los productos preparados se venden principalmente en ferias o mercados campesinos y la mayor demanda de orellanas frescas proviene de restaurantes veganos o vegetarianos. Sin embargo, esta no es la primera opción para los pequeños productores, pues manifiestan que los restaurantes exigen un producto con características muy específicas y el pago no se efectúa de contado sino unos 15 o 30 días después de haber recibido el producto en sus instalaciones en una fecha y horarios específicos, pues no reciben el producto en cualquier momento y tampoco facilitan el transporte.

Esto sucede ya que los restaurantes requieren proveedores que sean constantes y con disponibilidad de producto de calidad durante todo el año, por lo que se generan dificultades a la hora de querer comprar a productores pequeños que no tienen cosechas regulares. Por eso prefieren comprar en plazas.

Sin embargo, existen alternativas para pequeños productores de setas como organizaciones que apoyan logísticamente la venta de productos agroecológicos. Actualmente el JBB cuenta con dos iniciativas. La primera llamada “Bogotá es mi huerta”, que desarrolla en convenio con la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, OEI (Rivera, 2021) donde se lleva a cabo un mercado campesino agroecológico el primer fin de semana de cada mes. La segunda iniciativa se llama “Jardín de noche”, un espacio gratuito para la ciudadanía con una completa y variada oferta de actividades culturales, lúdicas y pedagógicas en las instalaciones del Jardín Botánico de Bogotá (JBB, 2023) donde también se ofrece la posibilidad para comercializar productos agroecológicos.

Por otra parte, existe la fundación “Sembrando Confianza” programa de La Fundación Proyectar Sin Fronteras (PSF) que promueve prácticas agroecológicas y educación ambiental en territorios vulnerables de zonas urbanas, periurbanas y rurales (Sembrando Confianza, 2022). Adicionalmente, se encuentra el mercado virtual “Comamos Sano”, una iniciativa del Comité de Integración Regional Salsa BC, una red de organizaciones sociales, populares campesinas y urbanas que construyen soberanía y autonomías

alimentarias, consolidando procesos de articulación e incidencia (Comité SALSA , 2022) que fortalecen la relación campo ciudad.

Esto evidencia la importancia del poder de negociación con clientes y distribuidores, y de saber aprovechar la popularidad de las dietas veganas o vegetarianas hoy en día, pues según las últimas previsiones del sector, el consumo de productos basados en proteína vegetal como alternativa a los alimentos de origen animal se incrementará en más de un 14% hasta 2035, pasando de 13 millones de toneladas métricas en 2020 a aproximadamente 100 (Fernandez, 2022).

A pesar de que cada vez son más las personas que se pasan al veganismo, la principal barrera que encuentran los consumidores es el desconocimiento culinario frente a cómo reemplazar las carnes tradicionales. Además, en Colombia a veces puede resultar más costoso comer productos veganos que con carne, simplemente porque no hay acceso a ellos pues las localidades rurales y ciudades medianas no tienen el mismo acceso a productos como las principales ciudades como Bogotá o Medellín (Vegconomist , 2021).

## **3.2 Producción agroecológica en las unidades productivas**

Para determinar los aspectos de producción agroecológica en las unidades productivas estudiadas se realizó el ACV con los ajustes expuestos en el capítulo de metodología ya que permitía una caracterización minuciosa de todas las etapas de la cadena productiva. A continuación, se presentan los resultados para cada etapa del ACV: Etapa 1: Definición del objetivo y el alcance del ACV, etapa 2: Análisis del inventario de ciclo de vida, etapa 3: Evaluación del impacto de ciclo de vida, etapa 4: interpretación.

### **3.2.1. Resultados del Análisis de ciclo de vida ACV.**

#### **3.2.1.1. Definición del objetivo y el alcance del ACV.**

Quien realiza el estudio de Análisis de Ciclo de Vida de Producto (ACV) es la autora del presente trabajo de grado, para caracterizar y determinar los impactos ambientales de la

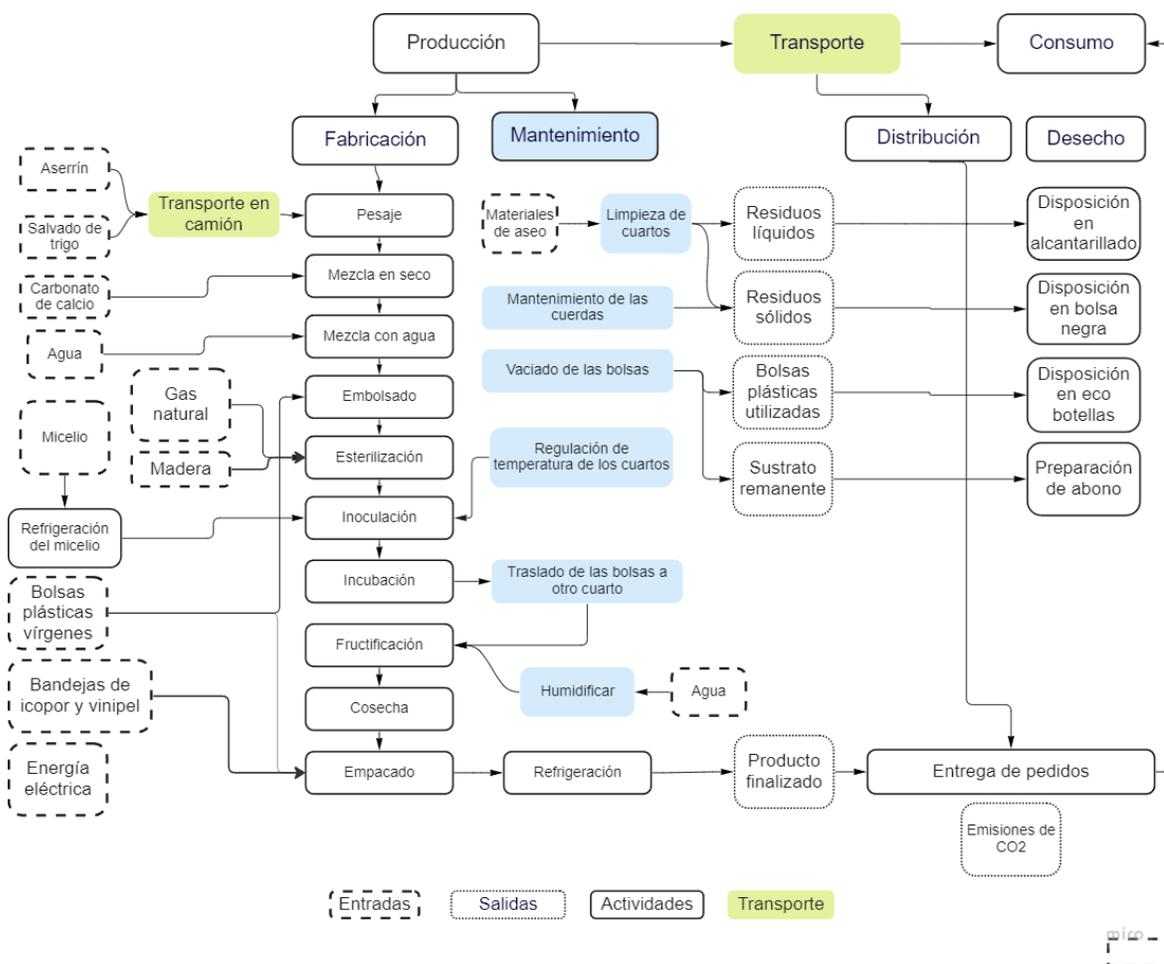
producción desde la obtención de materias primas hasta el consumo final de tres unidades productivas de fungicultura urbana en Bogotá y los resultados podrían servir como guía a otras unidades productivas para la caracterización y análisis ambiental.

El destinatario del estudio es toda aquella persona interesada en el cultivo de setas comestibles, ya sea a nivel urbano o rural. El sistema del producto a estudiar son las unidades productivas delimitadas físicamente por sus instalaciones, no se realiza un análisis más allá del mero espacio físico, es decir, no se analizaron las relaciones comerciales, el flujo de mercancía, la relación con los comerciantes, compradores y vendedores. La unidad funcional es la producción de orellanas que se obtiene de 2 kg de semilla y la fuente de información principal fueron las propietarias de cada unidad y la bibliografía citada.

### **3.2.1.2. Análisis del inventario de ciclo de vida**

Las etapas mencionadas en las tablas del apartado de caracterización de las unidades productivas, son expuestas en un sistema con entradas y salidas (figura 3-10) según cada fase de la cadena productiva: producción, transporte y eliminación final. Cabe resaltar que no se requiere de transporte entre las etapas porque todas las actividades se desarrollan en el mismo lugar.

Figura 3-10: Sistema de la cadena productiva con entradas y salidas.



Fuente: Autora, 2022.

Por otra parte, el flujo de materiales para cada proceso productivo de cada unidad, se expone en la tabla 3-6, con las etapas, los insumos, y las unidades de medida para cada uno.

Tabla 3-6: Flujo de materiales.

Etapas	Insumo	Unidad productiva			Unidades de medida
		1	2	3	
Producción	Semilla	2	2	ND*	Kilo
Producción/ Mantenimiento	Agua	60	60	ND	Litro
Producción	Aserrín	21.2	22.68	ND	kilo

Producción	Bagazo de caña de azúcar	-	-	ND	kilo
Producción	Salvado	3.5	2	ND	Kilo
Producción	Melaza	1	1	ND	Kilo
Producción	Cal	0.5	1.5	0.0	Kilo
Producción/ Transporte	Bolsas polipropileno capacidad 2 kg	40	40	ND	Bolsa

\*ND: No disponible.

### 3.2.1.3. Evaluación del impacto de ciclo de vida

Luego de aplicar el ACV con los ajustes expuestos en la metodología, se determinaron los efectos de cada etapa dentro de las categorías de impactos evaluados por medio de la matriz de impactos PESTE propuesta por Orrego (2012) con algunos ajustes, entre ellos, no se consideró el concepto de “empresa” sino se adopta el concepto de “unidad productiva”, ya que sólo la número 3 está registrada ante la Cámara de Comercio.

Los demás ajustes se relacionan a las variables que condicionan la categorización de cada impacto, ya que como lo propone Orrego, la relevancia y caracterización de cada variable la determina el evaluador.

De la matriz se puede observar que los impactos ambientales potenciales (IAP) se encuentran principalmente en la etapa de producción, seguida de la de transporte, distribución y venta y por último la etapa de desechos. Estos resultados podrían cambiar si se incluyeran los impactos del medio biofísico, pues como se explicó en la metodología, se evaluaron otros impactos diferentes a los que se enfoca el ACV convencional.

Sin embargo, para dar respuesta a estos factores, que también son de suma importancia, se encontró que el uso de energía en la etapa productiva y el transporte, son los factores con más impacto, mientras que el uso de la tierra, calidad del agua, calidad del aire y materias primas son los más bajos (Dorr et al., 2021).

Tabla 3-7: Matriz de impactos PESTE propuesta por Orrego (2012) con ajustes.

Categoría	Indicador	Factores	Información requerida	IAP					Unidad			Fase del ciclo de vida				
				IAPA	IAPMA	IAPMB	IAPB	No hay impacto o el impacto es positivo sí, o se hacen diseños exclusivos	1	2	3	Producción	Transporte - Distribución y venta	Desecho		
Político-jurídico	Protección a los derechos de autor	Autor del diseño de los productos	1. Se pagan derechos de autor	no	algunos	algunos	muy pocos	no hay impacto o el impacto es positivo sí, o se hacen diseños exclusivos	N/A	N/A	N/A					
		Conocimiento y aplicación de políticas comerciales	2. La unidad pertenece a alguna asociación 3. Tiene registro en cámara de comercio 4. Tiene RUT	no	-	-	-	sí	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>					
	Políticas del sector productivo	Conocimiento y aplicación de políticas ambientales	5. Conoce los programas de producción mas limpia	no	algunos	algunos	algunos	sí	Positivo	Positivo	Positivo					
			6. Se conocen y aplican las políticas ambientales propias del sector productivo. (Se evalúa de acuerdo a cuales se conocen y/o se aplican)	no	algunas	algunas	algunas	sí	IAP <sup>MB</sup>	IAP <sup>MB</sup>	IAP <sup>B</sup>					
			7. Se han generado nuevos empleos. (cuantos y se evalúa de acuerdo al tamaño de la unidad).	no	sí, varios	sí, varios	sí, pocos	sí, muchos	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>					
	Desarrollo económico	Duración de la unidad	8. Se ha ampliado la planta de la unidad.	no	sí	sí	sí, poco	sí, mucho	IAP <sup>B</sup>	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>B</sup>					
			9. Se han adquirido nuevos equipos.	no	sí, muy pocos	sí, pocos	sí, varios	sí, muchos	IAP <sup>MB</sup>	IAP <sup>MB</sup>	IAP <sup>B</sup>					
			10. Ha aumentado el porcentaje de ingresos mensuales	no	sí, muy poco	-	sí, poco	sí, mucho	IAP <sup>B</sup>	IAP <sup>B</sup>	IAP <sup>B</sup>					
	Económico-financiero	Asociaciones	11. Ha generado reconocimiento de marca con participación en eventos comerciales. Como ha sido el desarrollo de nuevos productos.	no	sí, muy poco	sí, poco	sí	sí, mucho	N/A	IAP <sup>B</sup>	IAP <sup>B</sup>					
			12. Los turnos laborales son de 8 horas	no	otro	otro	otro	sí	N/A	N/A	N/A					
			13. En caso de ser necesario ampliar el horario se pagan horas extra	no	otro	otro	otro	sí	Positivo	Positivo	Positivo					
	Salario justo	Salario - Tipos de contrato	14. Que tipo de contratos se tienen en la empresa						N/A	N/A	N/A					
			15. El salario es justo determinado por la ley.	no	otro	otro	otro	sí	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>	IAP <sup>A</sup>					



Como se ve en la siguiente tabla de resumen de IAP, la unidad dos tiene el mayor número de IAP<sub>A</sub> (impactos potenciales altos) seguida de la uno y la tres. Y la unidad tres tiene el mayor número de IAP<sub>B</sub> (impactos potenciales bajos). Las tres unidades tienen casi el mismo número de impactos positivos, y en general, los impactos positivos, bajos y medio bajos, son más de la mitad del total de los factores que aplican para cada unidad, por lo que se puede concluir que hay menos impactos altos y medio altos, que son los más críticos.

Tabla 3-8: Tabla de resumen de IAP.

	Unidad		
	1	2	3
Factores totales	31	31	31
Factores que aplican	25	26	26
Factores que no aplican	6	5	5
Factores no relevantes	1	1	1
Factores sin impacto	1	1	1
Factores impacto positivo	9	8	9
IAP <sub>A</sub>	6	8	4
IAP <sub>MA</sub>	0	1	0
IAP <sub>MB</sub>	5	4	0
IAP <sub>B</sub>	3	3	10

Fuente: Elaboración propia a partir de Orrego, 2012.

### 3.2.1.4. Interpretación

Con los resultados obtenidos de la etapa 3 del ACV (evaluación del impacto de ciclo de vida), se concluye que los impactos ambientales potenciales altos IAP<sub>A</sub> se encuentran principalmente en la etapa de producción. Sin embargo, cabe resaltar que a pesar de que las unidades productivas 1 y 2 se encuentran en una primera fase de desarrollo por el poco tiempo de creación, han implementado buenas prácticas de compañeros como Pablo Moreno y Guillermo Montoya que llevan más de 5 años de experiencia en el sector.

Los IAP<sub>A</sub> revisados a lo largo de este ACV, se encuentran relacionados en su mayoría con las categorías “político-jurídico” y “económico-financiero”, lo que demuestra la necesidad de formalizar las unidades productivas y la inyección de capital, pues ninguna de las unidades está asociada, ni ha generado empleos formales y duraderos, y las propietarias

no cuentan con un salario fijo para ellas mismas. Entre más pequeñas sean las unidades productivas, se obtendrán menos utilidades.

En cuanto a los impactos positivos, estos se encuentran principalmente en la categoría “socio-cultural”, relacionados al nivel de escolaridad, nivel de conocimientos propios del oficio, garantías de salud y equidad, éste último ya que existe equidad de género en la actividad, así como la inclusión de personas de diferentes edades, desde los más jóvenes hasta adultos mayores.

Las tres unidades coinciden con IAP<sub>B</sub> en los factores de nivel socioeconómico y aumento del porcentaje de ingresos mensuales, esto cuando estaban en funcionamiento las tres. También están relacionados a factores positivos del mercado como el reconocimiento de sus productos.

En cuanto a los factores que no aplican para la evaluación, está la protección de derechos de autor, ya que no aplica para los productos de la orellana. Tampoco aplican los factores asociados a los empleados ya que ninguna de las tres unidades cuenta con trabajadores bajo contrato a término indefinido.

Finalmente, el factor que no se considera relevante es el estado civil, pues no hubo evidencia suficiente que demuestre que es un factor condicionante a que se generen más o menos impactos.

### **3.2.2. Discusión**

A continuación, se discuten las características de producción agroecológica presentes en las unidades productivas bajo estudio a partir de los resultados obtenidos con la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Como se mencionó en el marco teórico, la fungicultura, en tanto actividad que se relaciona con el sector agrario, puede entenderse en su complejidad, bajo los conceptos desarrollados desde la agroecología y para proceder a ello, se precisa determinar si las unidades productivas estudiadas son agroecosistemas, entendidos estos como el objeto de estudio de la agroecología (Leon Sicard, 2014).

Según León (2009), un agroecosistema es “el conjunto de interacciones que suceden entre el suelo, las plantas cultivadas, los organismos de distintos niveles tróficos y las plantas

---

adventicias en determinados espacios geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de los flujos energéticos y de información, de los ciclos materiales y de sus relaciones sociales, económicas y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos”. El mismo autor, precisa que los agroecosistemas pueden ser desde una pequeña huerta habitacional hasta un latifundio extenso de miles de hectáreas, manejados con criterios disímiles entre los polos opuestos de la agricultura ecológica y la agricultura hiperespecializada (Leon Sicard, 2014).

Por otra parte, Páez (2020) indica que, la ecología urbana, permite orientar un ordenamiento territorial agroecológico en la ciudad, soportada en el entendimiento de los agroecosistemas urbanos como elementos conexos e interdependientes a los agroecosistemas rurales, según las relaciones culturales y ecosistémicas del circuito de producción agroalimentaria del sistema urbano-rural.

Al ser la fungicultura un cultivo sin suelo, se hace complejo identificar si es o no un agroecosistema urbano. No obstante, la fungicultura depende de la existencia de un sustrato adecuado para el crecimiento de las setas que debe responder al manejo de ciertas variables físico químicas, relativamente más simples que el medio edáfico.

Salvo esta complejidad, la estructura y los procesos ecosistémicos y culturales de esta actividad productiva pueden fácilmente asimilarse a la de los agroecosistemas menores (Páez Barahona, 2020; León Sicard, 2014). Además, sí se equiparan al nivel de huertas urbanas, por pertenecer al sistema agroalimentario en la ciudad y aportar a las soluciones frente a la crisis ecológica actual.

Según Arias García et. Al. (2008), la fungicultura cumple con los lineamientos de producción limpia ya que las materias primas que toma son devueltas al medio ambiente de una forma más pura que como las recibe, y es un cultivo que se presenta de una manera orgánica por lo cual no requiere de ninguna clase de químicos que vayan a ser transferidos al medio ambiente, al agua o incluso al ser humano como elementos tóxicos, tal como se identificó en los procesos productivos de las unidades estudiadas.

Al usar un residuo agroindustrial, como se mencionó en el capítulo de caracterización, la utilización de los cereales enriquecidos con viruta o aserrín incrementa la calidad

nutricional de los hongos además de dar utilidad a estos residuos agrícolas, solucionando en parte el problema ambiental que su mala disposición produce (Jeannette Nieto & Chegwin A, 2010)

La fungicultura comparte principios de la agroecología como la diversidad, solidaridad, no uso de tóxicos y la independencia de multinacionales cuando se cuenta con semilla propia. A diferencia de los pequeños agroindustriales del champiñón que son empresas agropecuarias capitalistas (Mora Cabezas, 2019), las unidades productivas de orellanas a nivel urbano generalmente son microempresas no registradas y con una producción no constante y a pequeña escala.

Además, es viable tanto a nivel económico como medioambiental, puesto que el reciclaje del sustrato remanente del cultivo de hongos comestibles como ingrediente de los sustratos de cultivo sin suelo, recupera y aprovecha la materia orgánica y los nutrientes contenidos en dichos residuos (Medina Refute, 2012), como se pudo observar en la etapa de manejo de residuos de las tres unidades.

El sustrato remanente también puede ser un ingrediente para el cultivo en suelo, pues según Guarín (2004) se puede utilizar como enmienda de suelo o fertilizante, ya que aumenta la velocidad de descomposición y aporte nutricional al medio edáfico por las relaciones carbono nitrógeno y lignina nitrógeno que controlan los procesos de mineralización-inmovilización, ayudando además a controlar nemátodos por las propiedades nematológicas que posee el hongo.

Mientras en Europa los sustratos más utilizados son la lana de roca, la fibra de coco, los derivados de arcillas o mezclas con turbas, en Colombia el sustrato más utilizado es la cascarilla de arroz parcialmente quemada o tostada (Quintero C., et al., 2011).

Los fabricantes de setas en el mundo han empezado a centrarse en la adopción de procesos de producción sostenibles. Por ejemplo, el Grupo Bonduelle, un productor de setas con sede en Francia, se centra en la agroecología, pues utiliza abonos naturales y fuentes de energía renovables para producirlas.

Recientemente, la empresa también ha empezado a utilizar cajas de cartón sustituyendo los envases de plástico de sus productos enlatados (Research and Markets, 2021). Este tipo de iniciativas se deberían replicar, para que el proceso productivo de orellanas a nivel urbano sea cada vez más sustentable, pues no es suficiente con que cumpla los

lineamientos de economía circular en cuanto al reciclaje de materiales, si no se reduce el consumo de energía requerido para ello.

Se puede afirmar que la fungicultura hace parte del auge reciente de la agroecología, por la aparición de movimientos sociales que reivindican derechos fundamentales a partir del discurso político que emana de la Agroecología y al surgimiento de prácticas y procedimientos que surgen desde las distintas agriculturas alternativas, opuestas al modelo dominante de Revolución Verde (RV) (León, 2009).

Pablo Moreno, quien se dedicó al cultivo y enseñanza de saberes relacionados con las setas comestibles en Bogotá hace más de 15 años, se autodefine como un agricultor urbano y micólogo, y manifiesta que un fungicultor, debe ser más un agroecólogo y estar dentro del marco de la agroecología porque de alguna manera, se busca la independencia en la adquisición de los insumos, de las semillas, de la misma tierra. Y al igual que Adriana, Sonia y Yolanda, ven a la fungicultura como un tema de autonomía alimentaria y bienestar económico y de salud.

### **3.3. Ventajas y desventajas en la cadena productiva**

A continuación, se exponen las ventajas y desventajas de esta cadena productiva, a partir de lo que se discutió a lo largo del estudio en diferentes momentos y espacios, de manera virtual y presencial, con las personas involucradas a las tres unidades productivas, así como en el taller que se explicó en el capítulo de metodología del presente trabajo.

#### **3.3.1. Ventajas**

Las ventajas asociadas al cultivo de setas como la orellana están dirigidas a generar sostenibilidad ambiental, pues es un cultivo que recoge varias bondades de la producción limpia de alimentos como las que se mencionaron en el capítulo anterior.

Una de las principales ventajas de instalar una unidad productiva en Bogotá, es la accesibilidad a los insumos para el sustrato a un bajo costo o incluso algunas veces, a ningún costo, pues al ser residuos de otras industrias, muchas veces no se debe pagar por ellos, como el aserrín u otros residuos lignocelulósicos, lo que incide en el descenso de los

costos de producción. Vale la pena resaltar que entre ellos comparten la información de los sitios donde se encuentra ese aserrín seguro y económico.

Además de la materia prima proveniente de los aserríos, los fungicultores también han experimentado con los residuos de cadenas de Fruver y plazas de mercado, como las vainillas del frijol y el mero y las tusas de la mazorca. El inconveniente con obtener la materia prima de esta manera, es que no se logra tener un abastecimiento permanente, pues se depende de la disponibilidad de cada producto y de la recolección de ciertas cantidades variantes en diferentes puntos de la ciudad.

Las ventajas asociadas al sustrato también se relacionan con tener un poco más de independencia de las condiciones climáticas. Pues, los cultivos tradicionales de plantas o de cría de animales, están expuestos a fenómenos extremos que conllevan a inundaciones y sequías. El aumento de alternativas de proteínas de origen no animal favorece la mitigación y adaptación al cambio climático, esto debido a la reducción de la deforestación, uso intensivo del suelo, y emisiones de carbono asociadas a la producción y consumo de carne, por ejemplo.

Por otra parte, se encuentran las ventajas relacionadas con los canales de comercialización, ya que, al ser un cultivo a nivel urbano, prácticamente no tienen que incurrir en costos de embalaje ni en transporte intermunicipal o aéreo, lo que los hace poder ofertar un producto económico, fresco y de buena calidad dentro de la ciudad.

Además, el hecho de estar en Bogotá, facilita encontrar los medios para avanzar en el tema cultural del consumo. Las primeras personas que comenzaron con el cultivo hace más de diez años como Pablo y Guillermo, quienes convocan y motivan a las personas a iniciarse en la actividad, han creado una trayectoria que los nuevos productores han sabido aprovechar y ahora los canales de comercialización se han ampliado y son permanentes, como la posibilidad de participar en el mercado campesino agroecológico de la Plaza de los Artesanos o del parque central de Fontibón.

Desde su círculo más cercano de amigos y familiares hasta ferias, plazas y mercados campesinos, los fungicultores han realizado un enorme esfuerzo en dar a conocer la orellana como un alimento excepcional, y así, han logrado cambiar paradigmas de lo que para el común de las personas significa la palabra “hongo”, pues en repetidas ocasiones se asocia con algo indeseado y desagradable. Estos cambios en la percepción del

producto, poco a poco se han convertido en cambios culturales que impulsan y abren el mercado de las setas comestibles, pues al ser un alimento con altas propiedades nutricionales y al estar asociado a una dieta vegana, ha ganado muchos consumidores.

Lo anterior se relaciona con una de las principales ventajas o bondades de las orellanas, y es que hacen parte de un esquema de alimentación saludable y eso hace que los consumidores veganos, vegetarianos y personas que están dispuestas a mejorar sus hábitos alimenticios, busquen y recomienden los productos de los fungicultores locales. Más aún, porque pueden acceder a un producto propio de la dieta vegana, a un precio asequible, pues la alimentación vegana siempre ha estado asociada a un consumo para personas con una capacidad de adquisición muy alta.

Los mismos productores también se benefician, pues las orellanas que no se comercializan resultan para el autoconsumo y todos declaran ser testimonios vivos del aporte nutricional de la orellana.

Otra de las ventajas para los productores es que se ha creado cohesión social, cooperación y colectividad. Aunque no estén en contacto permanente, han logrado compartir información y conocimiento en pro de la investigación de la efectividad de los sustratos, del mejoramiento de las condiciones productivas y de la exploración de productos derivados de las orellanas, lo que demuestra que el cultivo no es sólo un quehacer mecánico sino un campo de trabajo muy amplio en el que cada fungicultor aporta su grano de arena desde su experiencia.

Esto demuestra el impacto social de la fungicultura, que aporta al bienestar de los productores tanto a nivel físico como emocional, pues es un detonante para generar relaciones interpersonales en el sector de la agricultura urbana al ofrecer oportunidades de diálogo sobre sus proyectos, la innovación de sus productos, conocer personas nuevas, crear redes de apoyo y tener algo a qué dedicarle el tiempo libre, lo que beneficia la salud mental de los fungicultores.

Adicionalmente, los fungicultores manifiestan no necesitar mano de obra calificada, lo cual también es una ventaja, pues permite trabajar con personas que provienen de diferentes contextos y cuentan con diversas capacidades físicas y mentales, lo que la hace una actividad incluyente. Por consiguiente, una de las principales ventajas de la producción de

orellanas es que cualquier persona podría explorar su cultivo, pues es un proceso que requiere de detalle y cuidado, pero, en definitiva, es posible hacerlo sin necesidad de grandes inversiones y en casa (WWF, 2022).

### **3.3.2. Desventajas**

Contar con una unidad productiva dentro del perímetro urbano tiene ventajas, pero también desventajas de la ubicación espacial, pues, estar en la ciudad puede implicar un costo de arrendamiento y pago de servicios públicos más altos que a nivel rural, y si no se hace un cultivo intensivo, no es posible alcanzar la sostenibilidad en la dimensión económica.

Las unidades productivas, además de estar inmersas en un contexto urbano, hacen parte fundamental del contexto de las viviendas donde están instaladas, lo que las hace dependientes en su totalidad de las condiciones ambientales y de las dinámicas familiares dentro de las casas. De igual manera los fungicultores hablan de la importancia de controlar la calidad del aire, para que los cuerpos fructíferos no queden expuestos a corrientes de viento que puedan contener material particulado proveniente de la calle.

Otra de las desventajas respecto a las condiciones espaciales, es que se limita la utilización de otros sustratos como por el ejemplo, el tamo de arroz, pues se requiere de un espacio más amplio para su almacenamiento y procesamiento, ya que es rentable sólo cuando se consigue a gran escala para una producción de al menos 400 a 500 kg de orellanas semanales, lo cual sobrepasa las capacidades productivas de los cultivos a pequeña escala a nivel urbano que deben cubrir los costos de transporte desde otros departamentos como Huila o Valle del Cauca hasta la ciudad de Bogotá.

Por otra parte, cabe mencionar la falta de promoción del cultivo de setas por parte de las instituciones del distrito. Sólo se han recibido algunos apoyos económicos insuficientes de manera esporádica por parte de las alcaldías locales. Por lo que la actividad se ha logrado sostener principalmente por la iniciativa personal de los fungicultores que se apasionan con el tema y generan el interés en otras personas.

La persistencia, es una cualidad muy importante para iniciar el cultivo, pues se debe saber que la primera cosecha muchas veces no se obtiene en el primer intento recién instalada la unidad productiva. Por lo que se debe ser consciente, así como se requiere en cualquier

emprendimiento, que se debe estar preparado para realizar un proceso iterativo de prueba y error y aprender de los fracasos, hasta alcanzar las condiciones óptimas para el cultivo.

Existen riesgos como la aparición de plagas, pues los agricultores urbanos que tienen un bagaje con el cultivo de plantas no están acostumbrados a tener minuciosas condiciones de asepsia requeridas, diferentes a las condiciones de limpieza requeridas para un cultivo de plantas. Lo mencionado anteriormente, conlleva a que algunas personas se desmotiven en el proceso, ya que si se contamina una parte de su cultivo pueden tener pérdidas totales y no es posible vender en grandes volúmenes.

Con respecto a las desventajas asociadas a la comercialización, se encuentra que la vida útil de las orellanas en el empaque tradicional de bandeja de icopor con PVC alcanza máximo 9 días (Agencia UNAL, 2020), por lo que es un producto altamente perecedero y sufre de un rápido oscurecimiento durante la postcosecha, lo que impulsa a los fungicultores a encontrar otras maneras de conservación.

Finalmente, aunque no causen impactos inmediatos a la salud, la constante exposición a un cultivo de hongos sin la adecuada protección puede generar a largo plazo problemas respiratorios debido a las esporas que se encuentran en el aire y que se infiltran en los pulmones, causando con los años este tipo de afecciones (Briceño & Gallego, 2014), por lo que se hace fundamental el uso de los implementos de seguridad industrial.

### **3.4. Estrategias para el mejoramiento con base en la perspectiva agroecológica**

De la discusión de las ventajas y desventajas con los fungicultores mencionadas en el capítulo anterior y de la investigación bibliográfica, se derivan las siguientes estrategias para el mejoramiento de la actividad, desde la perspectiva agroecológica.

Una estrategia enfocada principalmente al fortalecimiento del cultivo de setas comestibles es la promoción de la investigación dentro de laboratorios para la obtención del micelio, pues es de donde parte toda la cadena productiva de la orellana y es de vital importancia contar con una semilla estandarizada que se pueda multiplicar. Esto tomando como punto

de partida el compromiso que tienen los fungicultores de seguir trabajando desde la investigación y la academia.

En cuanto a la mejora de los canales de comercialización, proponen asociarse y así mismo obtener espacios de ayuda mutua, de trabajo en equipo, y de manera compaginada, comprar y vender sus productos a un precio justo, incluso, llegando a captar mejores mercados como los mercados extranjeros, pues al tener pequeñas cantidades de producción, no es posible comercializar de manera permanente, con unos precios estables. Por lo tanto, al asociarse, pueden cubrir entre todos las demandas que tenga alguno de los productores y no alcance a cubrirla con su oferta normal.

Una de las acciones dirigidas al factor tecnológico, es apostarle a la tecnificación. Si bien es cierto que se puede cultivar en una casa, o en una bodega, con una inversión inicial muy baja, se precisa mayor inversión a mediano y largo plazo para automatizar ciertos procesos del cultivo como la regulación de la humedad y la temperatura al interior de los cuartos de cultivo para obtener una producción escalonada con mayores volúmenes, y de este modo aumentar las ventas y las utilidades.

Otra de las estrategias de mejora asociadas a la tecnología usada y a reducir la demanda de energía en el cultivo, se enfoca hacia la etapa de esterilización para hacerla más eficiente. Actualmente ya existen soluciones como la propuesta por Jaramillo (2015), donde se muestra la mejora de la eficiencia del tanque de pasteurización para disminuir el consumo de gas propano en el caso de cultivo de setas “El Frayle”, ubicado en El Rosal, Cundinamarca. O como el proyecto de Uriza (2015), sobre la optimización del área de esterilizados de la planta producción o para la reducción de emisiones y pérdida de insumos y materias primas, en el caso de “Setas de San Antonio de Colombia”, ubicado en San Antonio (Tequendama) Cundinamarca.

Así como se consideran estrategias para la reducción del consumo de energía, también los fungicultores reconocen la importancia de reducir el consumo de bolsas plásticas desechables para el armado de los túbulos. Una de las maneras de hacer esto es reemplazar las bolsas por canecas de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) para contener el sustrato (figura 3-11), ya que es reutilizable y como lo afirma Rodríguez (2021), se disminuye el proceso de incubación hasta en 7 días y de fructificación hasta en 10.

Figura 3-11: Cultivo de orellanas en canecas plásticas reutilizables.



Fuente: Agencia UNAL. Cortesía de Javier Rodríguez, 2021.

En cuanto a los insumos requeridos para la elaboración del sustrato de cultivo, los fungicultores proponen geolocalizar los residuos lignocelulósicos en la ciudad, para saber dónde encontrarlos, en qué cantidades y con qué frecuencia, para acceder a ellos casi de manera gratuita siempre y cuando estos insumos sean óptimos para la formulación del sustrato y no se requiera cambiar frecuentemente de formulación, pues esto genera pérdidas y reprocesos.

Los productores consideran que las estrategias orientadas a mejorar la fungicultura, deben estar acordes con los impactos sociales positivos que genera hoy en día, pues la consideran una actividad multipropósito. Esto porque además de ser un producto con bondades para la salud, la autonomía y seguridad alimentaria, generar ingresos y para tratar residuos, ha logrado vincular a diferentes actores, como madres cabeza de familia, comunidades con discapacidades auditivas y personas desempleadas (principalmente adultos mayores) que son discriminadas a la hora de conseguir empleo. Estas personas han visto en la fungicultura un medio para socializar, y contar con una red de apoyo que, para muchos, es como una segunda familia.

Esta estrategia de promoción debe ir acompañada del discurso en pro de la mitigación del cambio climático, puesto que como lo afirman los mismos fungicultores, los hongos son grandes aliados de la conservación y las prácticas sustentables. Por estas razones, el campo de la fungicultura está abierto, y cualquier trabajo que se pueda aportar desde las instituciones, contribuye a impulsar este producto para que cada día su mercado crezca.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

### 3.1. Conclusiones

1. La fungicultura urbana en Bogotá es una actividad reciente con presencia en diferentes localidades, con unidades productivas que generalmente son microempresas no registradas y con una producción artesanal no constante y de pequeña escala, que cuenta con más impactos positivos que negativos en lo que respecta a las dimensiones sociales y culturales.

2. Se lograron identificar las características de producción agroecológica presentes en las unidades productivas bajo estudio por medio del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) reduciendo algunas falencias de este método gracias a la metodología propuesta por Orrego, 2012. Aunque no se contó con los IAP al medio biofísico, esta metodología requiere un trabajo minucioso en el registro de la información y por lo tanto se logró la caracterización exitosa de cada parte de la producción, teniendo en cuenta factores no sólo ecológicos sino económicos, simbólicos y tecnológicos.

3. Al momento de determinar las ventajas y desventajas de manera participativa, fue posible establecer posibles estrategias del mejoramiento de la fungicultura urbana en Bogotá prestando atención a las etapas de transporte y uso de energía para que la producción sea mucho más limpia y se pueda precisar que la fungicultura hace parte de una economía circular, pero más importante aún, que parte de una base agroecológica.

4. La producción de orellanas se puede impulsar a nivel urbano para conseguir la tecnificación en el proceso productivo y así aumentar la productividad. Pues es una solución frente a la crisis ecológica actual y genera beneficios en términos de autonomía alimentaria, cohesión social, bienestar económico y de salud física y mental. Sin embargo, también se encuentran desventajas críticas expuestas en el capítulo anterior, cuyos efectos requieren ser disminuidos para que la fungicultura sea una práctica sustentable que contribuya a la conservación del medio ambiente.

## 3.2. Recomendaciones

Gracias a este trabajo se ha demostrado que la fungicultura es más que una forma de producción de alimentos: es una forma de educar sobre la responsabilidad ambiental. Las personas que se relacionan con ella, cumplen una función pedagógica al estimular el intercambio de saberes dentro de la ciudad y propiciar acciones locales para la gestión de residuos sólidos, y la promoción del consumo de dietas veganas.

Sin embargo, a pesar de sus impactos positivos, como lo afirma Mora Cabezas (2019), la producción y consumo de setas son de escasa importancia en términos de impacto económico y social en el ámbito nacional respecto a otros productos agrícolas, y esa situación se refleja en la escasa información sobre la situación del sector en el nivel nacional, ya que la existente se limita a algunos trabajos de tesis orientados a la producción, unos pocos informes institucionales y reseñas en artículos periodísticos.

Dada la importancia de visibilizar esta actividad y de establecer su impacto en las dinámicas del desarrollo de Bogotá, se recomienda la articulación de las instituciones para la creación de programas de apoyo, investigaciones y difusión en medios de comunicación, pues a pesar de que en las grandes ciudades se generan impactos ambientales muy negativos, también deben ser vistas como el foco de las soluciones más viables y urgentes frente al cambio climático.

Para ello se debe continuar con la realización de eventos como el 1<sup>er</sup> Congreso colombiano de micología, que es organizado por la Asociación Colombiana de Micología - ASCOLMIC, el cual busca dar a conocer el estado actual de las investigaciones en micología que se realizan en nuestro país. Para el año 2022 se organizó un evento bajo el lema: La micología enmarcada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNAL, 2022).

En cuanto a futuras investigaciones en el área de la producción de alimentos a nivel urbano y rural, se recomienda utilizar la metodología de ACV convencional complementado con otros métodos, incluyendo evaluaciones cualitativas y cuantitativas. Pues los estudios ambientales requieren un enfoque sistémico, para lograr productos con impactos bajos o positivos al medio biofísico, y que los negocios en donde se producen sean sostenibles en el tiempo por las variables sociales, económicas y culturales.

También se recomienda trabajar directamente con los fungicultores y emplear metodologías como la observación participante o investigación acción participativa, pues, a diferencia de estudiar una unidad productiva de agricultura urbana convencional, para estudiar las unidades de fungicultura se requiere hacer un seguimiento constante a los procesos, pues al no tener una producción fija mensual, se dificulta el registro de las etapas de la cadena productiva.

Finalmente, dada la relevancia que tiene la fabricación de productos preparados a base de orellanas por su condición de alimento altamente perecedero, se invita a profesionales en todas las áreas relacionadas al desarrollo de productos, a realizar proyectos desde el ecodiseño, diseño de marca, diseño de experiencias y servicios, a trabajar de la mano de las personas que cultivan orellanas en la ciudad de Bogotá a promover el consumo local.

## **A. ANEXO: ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA**

1. Nombre de la empresa
2. Fundador(a)
3. Rango de edad
4. Experiencia en la actividad
5. Tenencia de la tierra ¿Es la empresa propietaria del predio donde desarrolla el cultivo?
6. Ubicación
7. Sector o gremio: Agrícola
8. Actividad económica
9. Año de fundación
10. Área física en metros cuadrados
11. Producción mensual

12. Razones siembra de esa variedad ¿Por qué orellanas?
13. ¿Energía para la esterilización y qué otros procesos? Diesel, madera, carbón, solar o eléctrica.
14. Control de las condiciones ambientales de los cuartos ¿Dispone de control automatizado para regular humedad y temperatura al interior de los cuartos de cultivo? Si o no.
15. Sistema de riego ¿Qué sistema de riego emplea? Manual o automático.
16. Contaminación ¿Cuál es el principal microorganismo que afecta su cultivo?
17. Plagas ¿Cuál es la principal plaga que afecta su cultivo?
18. ¿Almacena? ¿cómo?
19. ¿En su empresa se realizan procesos que agreguen valor a las setas que producen?
20. Segmentos distribuidores ¿De su producción, qué fracción es vendida a distribuidores?
21. Segmento restaurantes y servicios de alimentación ¿De su producción, qué fracción es vendida a restaurantes y servicios de alimentación?
22. Segmento plazas de mercado ¿De su producción, qué fracción es vendida a distribuidores?
23. Segmento supermercados ¿De su producción, qué fracción es vendida a supermercado?
24. Segmentos procesadores ¿De su producción, qué fracción es vendida a procesadores?
25. Segmento otras ciudades ¿De su producción, qué fracción es vendida a otras ciudades?
26. Transferencia de tecnología ¿cómo aprendió a cultivar orellanas? Tradición familiar, trabajó en otro cultivo de champiñones, visitó algún cultivo, aprendió de otro fungicultor o alguien lo capacitó.
27. Conocimiento otros cultivos de orden internacional ¿Conoce usted cultivos de setas en otros países? Si o no ¿dónde?
28. Transmisión del conocimiento ¿Comparte con otros productores su experiencia?
29. Productos
30. Proceso productivo

31. Precio del producto
32. Recursos
33. Insumos
34. Tiempos
35. Plan de gestión ambiental. Manejo de residuos, residuos sólidos, residuos líquidos.
36. ¿Cuál es el rango de su costo de producción por kg, en promedio?
37. Financiación ¿Hace uso de crédito?
38. Consumidor
39. Poder de negociación con proveedores de Aserrín, micelio, bolsas, poner todos los insumos ¿Hay poder de negociación (entendido como suficiente cantidad de proveedores, disponibilidad de permanente, y posibilidad de negociar precio) para la adquisición de tamo?
40. Poder de negociación con clientes/distribuidores / plazas de mercado/restaurantes/servicio de alimentación / supermercados / otras ciudades / otros países.
41. Rivalidad entre los competidores.
42. Acceso a instrumentos de política ¿En su caso, qué importancia tiene el acceso a instrumentos de política como factor limitante para la producción de setas en Bogotá?
43. Vías ¿En su caso, qué importancia tienen las vías como factor limitante para la producción de setas en Bogotá?
44. Acceso a laboratorios confiables ¿En su caso, qué importancia tiene el acceso a laboratorios confiables como factor limitante para la producción de setas en Bogotá?
45. Disponibilidad de mano de obra calificada
46. Disponibilidad de información ¿En su caso, qué importancia tiene la disponibilidad de información como factor limitante para la producción de setas en Bogotá?
47. Asistencia técnica ¿En su caso, qué importancia tiene la asistencia técnica como factor limitante para la producción de setas en Bogotá?
48. ¿Ha habido intentos de asociación?
49. ¿Ha participado en alguna asociación?
50. ¿Ha detectado algún liderazgo entre los productores de Bogotá?

## Bibliografía

Agencia UNAL. (21 de julio de 2020). Ciencia y Tecnología. Obtenido de Orellana tratada con antioxidantes se conserva por más días: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/orellana-tratada-con-antioxidantes-se-conserva-por-mas-dias>

Albertó, E., Zied, D., & Sánchez, J. (2020). La producción de hongos en Latinoamérica. Impacto en el continente. Obtenido de Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET: [https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=21023&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=9314530](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=21023&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=9314530)

Alexopoulos, C. (1979). Introducción a la Micología. Buenos Aires: Eudeba Editorial Universitaria.

Altieri, M., & Toledo, V. M. (2010). ser humano: el acceso directo de los individuos a la justicia a nivel internacional, y La revolución agroecológica intangibilidad de la de América Latina jurisdicción obligatoria alimentaria y empoderar al campesino. *El Otro Derecho*, 42. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>

Alonso, J. (2004). Clasificación Y Descripción De Los Hongos. Guía de Campo de Los Hongos de España y de Europa, 21–40. [www.dipualba.es/micologica/setas/doc/Clave\\_dicot](http://www.dipualba.es/micologica/setas/doc/Clave_dicot)

Ardón López, C. E. (2007). La producción de los hongos comestibles. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Arias García, G., Gutierrez Clavijo, C., & Ospina Quintero, C. A. (2008). Proposal for the Cultivation of Pleurotus and Lentinula Edodes Fungi From Coffee Biomass in the Coffee Farms of Manizales To Strengthen. *IV(6)*, 35–67.

Baumann, Heinrikke & Tillman, Anne-Marie (2004). *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Lund, Sweden: Studentlitteratur AB. 10. Baumann, Henrikke (2000). Introduction and organization of LCA activities in industry. Description and analysis of two projects in Swedish companies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (6) 363-368.

Benavides Calvache, O. L. (2013). Aprovechamiento de residuos lignocelulosicos para el cultivo de orellnas (*Pleurotus ostreatus*). 111.

Bermúdez, E. (2018). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL CULTIVO DE HONGO (Pleurotus sp) EN LA FINCA DE SANTA ELENA DEL MUNICIPIO DE SURATÁ SANTANDER Y COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA. Universidad de Santander UDES.

Bermúdez RC, Morris HJ, Donoso C, Martínez CE, Ramos EI. Influencia de la luz en la calidad proteica de *Pleurotus ostreatus*, var. florida. Rev Cub Invest Biomed. 2003;22(4):226-31

Briceño, P. H., & Gallego, J. (2014). Formulación Del Plan De Manejo Ambiental Para La Producción De Setas Comestibles En La Empresa Ecorellanas Ubicada En La Vereda Funza, Municipio De Tinjaca Boyacá. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Cabezas, A. P. (Mayo de 2019). La Producción del Champiñón en Colombia Estudio de Caso sobre el Desempeño Competitivo de Cuatro Pequeños Productores. Bogotá, Colombia.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2021). ccb.org.co. Obtenido de El desempleo sigue siendo alto en todas las ciudades y especialmente en Bogotá: <https://www.ccb.org.co/observatorio/Analisis-Economico/Analisis-Economico/Mercado-laboral/El-desempleo-sigue-siendo-alto-en-todas-las-ciudades-y-especialmente-en-Bogota>

Cantor, K.-M. (2010). Agricultura urbana: elementos valorativos sobre su sostenibilidad. Cuad. Desarro. Rural vol.7 no.65 .

Capel, H. (1975). La Definición de lo Urbano. Estudios Geográficos, 265-301.

CARDONA, L. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. En: Crónica forestal y del medio ambiente, 2001,16, p. 99-115

Carranza Gutierrez, Carlos Edwin; Vinasco Guzmán, Martha Cecilia; Mosquera Mena, Ramón Antonio; Montenegro Gómez, Sandra Patricia; Serrato Velosa, Yeffersson Arley; Prada Millán, Yolvi; Sepúlveda Casadiego, Y. A. (2021). Alternativas de producción agroecológica urbana periurbana y su contribución en la seguridad alimentaria de Colombia.

Castiblanco, C. (2020, Agosto 21). Huertas urbanas: iniciativas ciudadanas sostenibles en medio de la pandemia. Retrieved from <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/huertas-urbanas-para-empoderar-sociedades-en-tiempos-de-covid-19>

Cervantes Forero, N. R. (2015). Las Viviendas de Sustento. Bogotá

Celis, T. (2015, Marzo 10). El cultivo del champiñón visto en seis pasos. Retrieved from <https://www.larepublica.co/archivo/el-cultivo-del-champinon-visto-en-seis-pasos-2229781>

Chacón Vargas, J. R. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis del ciclo de vida (ACV) . Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería N° 72, 37-70.

Chang, S.-T., & Miles, P. G. (1989). *Edible Mushrooms and their Cultivation*. Boca Raton Florida

Concejo de Bogotá. (30 de abril de 2021). El aumento de la pobreza en Colombia es una tragedia social. Obtenido de <https://concejodebogota.gov.co/el-aumento-de-la-pobreza-en-colombia-es-una-tragedia-social/cbogota/2021-04-30/092932.php>

DENIS, R. B. (1995). *Mushrooms, poisons and panaceas. A handbook for naturalists, mycologists and physicians*. Freeman and Company (N. Y.): Ed. W.H.

Deshons, A. (Abril de 2020). Lets Food Ideas . Obtenido de El hongo urbano: cultivo de hongos comestibles en la ciudad: <https://letsfoodideas.com/es/initiative/cultivons-des-champignons-comestibles-en-ville/>

DNP. (2014). *Misión Sistema de Ciudades*. Bogotá: .Puntoaparte Bookvertising.

Dorr, E., Koegler, M., Gabrielle, B., & Aubry, C. (2021). Life cycle assessment of a circular, urban mushroom farm. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125668. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125668>

Dumont, K. P., & Buriticá, P. (1978). *LOS HONGOS DE COLOMBIA* — I Author ( s ): Kent P . Dumont, Pablo Buriticá and Enrique Forero Published by: Instituto de Ciencias Naturales , Universidad Nacional de Colombia Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/43405904>. 12(57), 159–164.

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. *Informacion Tecnologica*, 30(6), 55–62. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600055>

Escalante Hernández, Humberto; Orduz Prada, Janneth; Zapata Lesmes, Henry Josué; Cardona Ruiz, Maria Cecilia; Duarte Ortega, M. (2010). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.

Estrada Salazar, G., & Ramírez Galeano, M. (2019). *Micología general*. In *Microbiología y parasitología médicas*.

Eurofins. (21 de abril de 2021). Eurofins. Obtenido de <https://envira.es/es/analisis-de-ciclo-deida/#:~:text=ACV%20conceptual%3A%20se%20trata%20de,todo%20el%20ciclo%20de%20vida>.

FMCG & RETAIL . (13 de 08 de 2018). Nielsen . Obtenido de 4 de cada 10 Colombianos están cambiando a la versión saludable de su producto preferido : <https://www.nielsen.com/co/es/insights/article/2018/4-de-cada10-colombianos-estan-cambiando-a-la-version-saludable-de-su-producto-p>

Gaitán Hernández, R. (2020). Inecol Instituto de Ecología CONACYT. Obtenido de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/484-cultiva-hongoscomestibles>

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>

Garzón Bustos, A. D., & Romero Pisco, Y. (05 de diciembre de 2019). Estudio de Factibilidad para la Producción y Comercialización del Cultivo de Orellanas en el Municipio de Garagoa Boyacá. Cundinamarca, Colombia.

Gaya E., Vasco-Palacios A. M, Vargas-Estupiñán N., L., R., Carretero J., Sanjuan T., Moncada B., Allkin B., BolañosRojas A.C., Castellanos-Castro C., Coca L.F., C. A., Cossu T., Davis L., dSouza J., Dufat A., F.-M., A.E., García F, Gómez-Montoya N., G.-C. F. ., Hammond D., Herrera A., Jaramillo-Ciro M.M., LassoBenavides C. Mira M. P., Morley J., M.-V. V., Niño-Fernández Y., Ortiz-Moreno M.L., P.-C. E. R., Ramírez-Castrillón M., Rojas T., Ruff J., Simijaca D., S., H.J.M., Soto-Medina E., Torres G., T.-A. P. A., & Ulian T., White K., D. M. (2021). ColFungi: Colombian resources for Fungi Made Accessible. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. [https://www.kew.org/sites/default/files/2021-06/Colombian resources for Fungi made accessible.pdf](https://www.kew.org/sites/default/files/2021-06/Colombian%20resources%20for%20Fungi%20made%20accessible.pdf)

Gómez Urrego, J. M., Yepes Jaramillo, S. A., & Barahona Rosales, R. (2013). Nutritional characterization of the crop residue of mushroom *Agaricus bisporus* as a potential feed for cattle ▫ Caracterización nutricional del residuo del cultivo de la seta *Agaricus bisporus* como alimento potencial para bovinos. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8(1), 37–59.

Gliessman, S.R. (1998), *Agroecology: ecological process in sustainable agriculture*, Ann Arbor, MI, Ann Arbor Press

González Díaz, M. I. (2016). ALIMENTOS FUNCIONALES OBTENIDOS A PARTIR DE HONGOS NUTRACEÚTICOS. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Gonzales, M. y C. N. (2006). La ciencia en el arte de cultivo de Champiñones (p. 6). <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=0617b1d7-80fb-3af9-31de-016ccea618b1&documentId=6b97a2b0-a383-3a66-af8e-b32632938e3b>

Guarin Barrero, Joel Andrés; Ramírez Alvarez, A. A. (2004). Estudio de factibilidad técnico-financiera del hongo *pleurotus ostreatus*.

Hernández-Niño, J. R. (2015). Biotecnología fúngica para el desarrollo sostenible de Casanare. <http://investigacion.unitropico.edu.co/wp-content/uploads/2016/09/Revista.pdf>

Henao M, Luis Guillermo; Ruíz, A. (2006). Investigación y gestión local de robledales alrededor del uso tradicional de macromicetos en la cordillera Oriental colombiana. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana.

Jeannette Nieto, I., & Chegwin A, C. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XII(1), 169–178.

ICONTEC (2007). Norma técnica colombiana NTC-ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia. Tomado de: <http://ciberinnova.edu.co/archivos/plantilla-ovas1-slide/documents-UCN-Canvas/impacto-ambiental/Unidad%201/5%20NTC-ISO%2014040-2007%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>

IDEO. (2015). DCP Diseño Centrado en las Personas Kit de Herramientas 2ª EDICIÓN. Canadá: IDEO.ORG.

Ikekawa, T., Beneficial effects of edible and medicinal mushrooms on health care, *Int. J. Med. Mushrooms*, 3, 291–298, 2001.

International Organization for Standardization. (29 de Agosto de 2007). NTC ISO 14044. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos del ciclo de vida.

Izcara Palacios, S. P. (2014). Manual de Investigación cualitativa. Ciudad de México: Editorial Fontamara.

JBB. Jardín Botánico de Bogotá (2020). PROTOCOLO DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA AGROECOLOGICA EN ESPACIO PÚBLICO EN EL MARCO DE LA RESOLUCIÓN N.ª 361 DE 30 DE DICIEMBRE DE 2020. Tomado de: [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/anexo31\\_1.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/anexo31_1.pdf)

JBB. Jardín botánico de Bogotá (2023). Historia en las diferentes administraciones. Tomado de: <https://bogotamihuerta.jbb.gov.co/historia/>

Jeannette Nieto, I., & Chegwin A, C. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XII(1), 169–178.

Leon Sicard, T. E. (2014). Perspectiva ambiental de la agroecología.

León, T. E. (2009). Agroecología: Desafíos De Una Ciencia Ambiental En Construcción. *Agroecología*, 4, 7–17. <http://revistas.um.es/agroecologia/article/viewFile/117121/110791>

Londoño Grajales, J. P. (2017). Gestión de Recursos Micológicos: Insumos para la Investigación, Conservación y la Educación Ambiental en el Jardín Botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.

Lovell, S., & Taylor, J. (2021). Urban agroforestry as a strategy for aligning agroecology with resilience planning initiatives. *Resourcing an Agroecological Urbanism*, 23.

Marsmann, Manfred (1997). Editorial. ISO 14040-The First Project. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (3), 122-123.

Martinez-Carrera, D., Larque-Saavedra, A., Aliphath, M., Aguilar, A., Bonilla, M., & Martinez, W. (2000). La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional Sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. AcademiaMexicanadeCiencias-CONACYT, 1–12. <http://hongoscomestiblesymedicinales.com/P/P/18.pdf>

Méndez, M., Ramírez, L., & Alzate, A. (2005). La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades : reflexiones en torno a la evidencia empírica. Cuadernos de Desarrollo Rural, 55, 51–70.

Montiel Torres, Carmen Lorena; Salgado Pachecho, L. F. (2020). FAMILIA “MUJERES VENCEDORAS” DE MONTERÍA (CÓRDOBA).

Montoya B., S., & Hernández H., F. J. (2006). Importancia de la cadena productiva del hongo Importancia de la cadena productiva del hongo Shiitake Shiitake ( Lentinula edodes Lentinula edodes) para fomentar su cultivo. Vector, 63-68.

Mora Cabezas, A. P. (2019). LA PRODUCCIÓN DE CHAMPIÑÓN EN COLOMBIA ESTUDIO DE CASO SOBRE EL DESEMPEÑO COMPETITIVO DE CUATRO PEQUEÑOS PRODUCTORES.

Mougeot, Luc J.A (2007). “Agricultura urbana: definición, presencia, potencialidades y riesgos”, disponible en [http://ipes.org/au/pdfs/citycrece/theme\\_1.pdf](http://ipes.org/au/pdfs/citycrece/theme_1.pdf), recuperado: octubre 13 de 2007. (2006). “Cultivando mejores ciudades. Agricultura Urbana para el desarrollo sostenible”, [en línea], Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), disponible en [http://www.crdi.ca/es/ev-95297-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.crdi.ca/es/ev-95297-201-1-DO_TOPIC.html)

Nãm [@nam.mushroomfarm]. (2021, 22 de enero). [Fotografía de Instagram]. Obtenido de <https://www.instagram.com/nam.mushroomfarm/>

Orrego, A. (2012). El Análisis De Ciclo De Vida ( Acv ) En Propuesta Metodológica Para La. 106.

Páez Barahona, A. F. (2020). Agroecología urbana frente al cambio climático. Aporte al ordenamiento territorial agroecológico en las ciudades. Revista Ciudades, Estados y Política, 7(3), 35–50. <https://doi.org/10.15446/cep.v7n3.82189>

Paez Vargas, D. C. (2014). CREACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MICROEMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE CHAMPIÑONES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

PAVA, D. R. R., & SICARD, T. L. (2021). Agricultura urbana en Bogotá: adaptación cultural a los ecosistemas. June 2018, 181–210. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1ddctfb.9>

Quintero C., M.F., González M., C.A. y Guzmán P., J. M. (2011). Sustrato para cultivos hortícolas y flores de corte. Cd, 1982.

Quon, S. (1999). Planning for Urban Agriculture: A Review of Tools and Strategies for Urban Planners Cities Feeding People Series Report 28 SUMMARY Planning for Urban Agriculture: A Review of Tools and Strategies for Urban Planners.

Ramírez, L. (19 de Septiembre de 2021). Red de agricultoras y agricultores: la riqueza de las huertas urbanas en Bogotá. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/cuales-son-las-redes-de-agricultores-y-agricultoras-de-bogota-foto>

Rivera A. [@alejomushroom]. (2018, 17 de diciembre). [Fotografía de Instagram]. Obtenido de <https://www.instagram.com/p/Brg6JTdH6rV/>

Rivera, Yenifer (2021). Bogotá es mi huerta: primera plataforma de co-creación de agricultores urbanos. Tomado de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/desarrollo-economico/bogota-mi-huerta-la-aplicacion-para-agricultores-urbanos-que-es>

Robles García, Daniel; Moreno Fuentes, Angel; Bautista González, J. A. (2021). Revisión al concepto de etnomicología desde su enfoque y desarrollo en México. *Árido Ciencia*, 6(1), 5–27.

Rodríguez, D. (2017). Agricultura urbana en Bogotá: aporte para el cambio cultural. Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez Ortíz, S. E., & Ortega Guerrero, F. del C. (2006). EL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES UNA ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DEL BUCHÓN DE AGUA (*Eichhornia crassipes*) EN LA LAGUNA DE SONSO.

Roncero Ramos, I. (2015). Propiedades Nutricionales y Saludables de los Hongos . La Rioja: Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja.

RUAF. (2001). Revista Agricultura Urbana. La Revista Agricultura Urbana, 1–29. [http://www.ruaf.org/sites/default/files/01compleet\\_0.pdf#page=11](http://www.ruaf.org/sites/default/files/01compleet_0.pdf#page=11)

Ruíz Ramírez, A. M. (2018). De las Jongas a los Hongos.

Sánchez Vélez, C. A., & Naturales, A. del M. A. y de los R. (2013). Evaluación de la productividad del hongo comestible *pleurotus ostreatus* sobre un residuo agroindustrial del departamento del Valle del Cauca y residuos de poda de la Universidad Autónoma de Occidente. Universidad Autónoma de Occidente. <http://red.uao.edu.co//handle/10614/5218>

Secretaría Jurídica Distrital (2015). Acuerdo 605 de 2015. Tomado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62903&dt=S>

Setas de Cuiva (2022). Nuestra empresa. Obtenido de <https://championessetasdecuiva.com/empresa/>

Sierra Galván, S. (2010). Los Hongos Comestibles y su cultivo. Historia, Desarrollo Actual Y Perspectivas En México Y El Mundo. [http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sierra Galvan.pdf](http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sierra%20Galvan.pdf)

Silva S., Ricardo; Fritz F., Consuelo; Cubillos A., Juan; Díaz C., M. (2010). Manual para la Producción de Hongos Comestibles (shiitake). Proyecto CONAMA-FPA RM-027. <http://www.biomicel.com/Interes/Tecnologia/46.pdf>

Shimizu, T. (2002). Newly established regulation in Japan: foods with health claims. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11(2):94-6.

Smallhold. (2021). Always local, always organic. Obtenido de <https://www.smallhold.com/about>

Suárez Arango , C., 2012. Utilización de la Fermentación Líquida de Lentinula edodes (Shiitake), para la producción de Metabolitos Secundarios Bioactivos y la Evaluación de su potencial empleo en la producción de un alimento funcional. En: Tesis para obtener el título de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Programa Interfacultades en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Bogotá, Colombia: s.n., pp. 18-22

Tisdale, T., (2004) Cultivation of the oyster mushroom on wood substrates in Hawaii. Tesis de grado para optar al título de Master in Science in Topical Plant and Soil science en la Universidad de Hawaii.

Toro Calderón, J. J. (2009). ANALISIS CONSTRUCTIVO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA. PROPUESTAS DE MEJORA (Vol. 4, Issue 2).

Uriza, D. (2015). Optimización del área esterilizados planta producción; Para reducción emisiones, perdida de insumos y materias primas. SETAS DE SAN ANTONIO COLOMBIA E.U. Tomado de: <http://www.redescar.org/sites/default/files/2019-05/setassanantonio.pdf>

Vargas Ríos, O. (8 de febrero de 2010). Restauración Ecológica: Biodiversidad y conservación. Bogotá, Colombia.

Via Campesina 2010. Sustainable peasant and small family farm agriculture can feed the world. Via Campesina Views, Jakarta.

Villanueva Vásquez, Angélica María (2022). UT y Jardín Botánico de Bogotá realizan curso en Bajo Calima sobre biodiversidad. Tomado de: <http://medios.ut.edu.co/2022/08/25/21497/>

Yin, R., (1994). Investigacion sobre estudio de caso. Recuperado de <https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/YIN%20ROBERT%20.pdf>

Zaar, M.-H. (2011). Agricultura Urbana: Algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual . Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Vol. XVI, nº 944.

Zent, Stanford; Eglée, López Zent (2004). A Primer on Ethnobiological Methods for Ethnomycological Research: Studying Folk Biological Classification Systems. Mushrooms in forests and woodlands 37-78.