



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Pasantía

Título: **Propagación de *Pleurotus* spp. (Hongos ostra) en el norte de la provincia de**

Corrientes

Alumna: Laura Sofía FRANCO

Asesor: Ing. Agr. Pamela DIRCHWOLF

Tribunal evaluador:

Ing. Agr. Amalia ROMERO

Ing. Agr. Sergio CACERES MORAL

Ing. Agr. Mariela PLETSCH

2019

Dedicado a:

Mis padres Amelia y Augusto, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por su amor, sacrificio y trabajo de todos estos años, gracias a ustedes logré llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy hoy.

Agradecimientos.

Este trabajo fue posible gracias a mi directora Ing. Agr. Pamela Dirchwolf, quien con su experiencia, conocimiento, paciencia y motivación me orientó en la investigación. Gracias al Dr. Nicolás Niveiro, Lic. Bárbara Raquel De Madrignac Bonzi y Lic. Natalia Ramírez por su colaboración desinteresada para la realización de esta pasantía. Gracias a mis amigos y mi familia, por ser mí sostén incondicional en todos estos años. Gracias a mis compañeros por compartir largas horas de estudio y brindarme su compañía en esta etapa.

Título.

Propagación de *Pleurotus* spp. (Hongos ostra) en el norte de Corrientes

Introducción.

Pleurotus spp., comúnmente conocidos como “hongos ostra”, son organismos heterótrofos saprófitos, es decir que si bien necesitan obtener energía, nitrógeno y carbono para su crecimiento a partir de otros seres, tienen la capacidad de hacerlo a partir de materia orgánica muerta o en descomposición. Dicha competencia se atribuye a que son capaces de secretar enzimas como la celulasas, hemicelulasas y xilanasas, y por ende son descomponedores primarios de madera y residuos vegetales (Zadrazil *et Kurtzman*, 1981). Si bien pueden encontrarse naturalmente en selvas tropicales y subtropicales de todo el mundo, también pueden ser cultivados artificialmente (Maziero *et al.*, 1992) dado que crecen en numerosos residuos de materia orgánica, siempre que éstos sean ricos en lignina, celulosa, y otros carbohidratos complejos (Alananbeh *et al.*, 2014), tales como acículas de pino, paja de trigo, hojas de plátano (Alananbeh *et Al-Momany* 2005),(Alananbeh *et Al-Momany* 2008), (Al-Momany *et Alananbeh* 2011), residuos de algodón (Oh *et al.*, 2000), entre otros.

Los hongos tienen un contenido proteínico que varía de 2 a 4 por ciento en peso fresco, lo que los posiciona en un lugar intermedio entre la mayoría de los vegetales, excepto soja, porotos y lentejas; y por debajo de la carne, pescados, huevos y lácteos (Acosta *et al.*, 1998). En cuanto a los demás nutrientes, los hongos del género *Pleurotus* contienen grandes cantidades de carbohidratos, minerales principalmente magnesio, fósforo y hierro, y vitaminas tales como tiamina, riovflavina y niacina; además de ser 99% libres de grasas, ricos en fibra y bajos en sodio (Ciappini *et al.*, 2004), (Sturion *et Oetterer*, 1995); Justo *et al.*, 1998; Manzi *et al.*, 1999). Todos

estos atributos hacen que en otros países sean conocidos comúnmente como “carne vegetal”, ya que se utilizan en numerosas recetas para elaborar alimentos con bajas calorías, bajo contenido graso, y buen aporte proteico, especialmente recomendadas para diabéticos e hipertensos, y comúnmente consumidas como alimentos vegetarianos (Álvarez *et Vega Ríos*, 2013). En la actualidad, existe la tendencia en el mercado internacional de sustituir ciertos tipos de carnes como la bovina por hongos, o por carnes orgánicas y naturales, las cuales también pueden ser obtenidas a precios más bajos (Álvarez *et Vega Ríos*, 2013). Además de sus características nutricionales, son sin duda sus excelentes características gastronómicas las que dan valor a éste y a otros hongos: su sabor *sui generis*, sus distintas tonalidades y su versatilidad como aditamento culinario, hacen que crezca en su popularidad y sea cada vez más aceptado por los consumidores (Ciappini *et al.*, 2004).

Los hongos del género *Pleurotus*, al igual que los del género *Agaricus* (champignon), se desarrollan en períodos de tiempo cortos, de aproximadamente 4 a 8 semanas; no así los del género *Lentinula* (shiitake) que requieren 3 a 6 meses para su desarrollo (Albertó, 2017). Los hongos ostra requieren pocos controles de las condiciones ambientales para su desarrollo, lo que sumado al hecho de poder usar varios residuos como sustrato, hacen posible su cultivo de manera económica (Jwanny *et al.*, 1995), (Patrabansh *et Madan*, 1997). Si bien existen numerosas especies dentro del género *Pleurotus* que son cultivados normalmente como hongos comestibles, la especie *Pleurotus djamor*, vulgarmente conocida como “hongos rosa”, se distingue por su capacidad para crecer en lugares de clima tropical, donde la temperatura ambiente frecuentemente supera con facilidad la barrera de los 30°C (Salmones, 2017). En cuanto a los “hongos pardos”, es decir aquellos de la especie *Pleurotus ostreatus*, Condori (2017) indica que el micelio de este hongo puede crecer en un rango de temperatura entre 0 y 35 °C, como ya lo

indicara Zadrazil en 1974. Por lo antedicho, consideramos importante evaluar la factibilidad de propagar hongos comestibles a bajo costo, es decir utilizando residuos comunes o agroindustriales como sustrato, en ambientes sombreados sin refrigeración, buscando fomentar su producción comercial principalmente como oportunidad de diversificación para productores radicados en el norte de la provincia de Corrientes.

Objetivo general.

Obtener un protocolo económico de producción de especies de hongos del género *Pleurotus* apto para la provincia de Corrientes.

Objetivos específicos.

1. Estudiar dos especies del género *Pleurotus* (*P. djamor* y *P. ostreatus*) para determinar la de mejor desarrollo en la zona.
2. Evaluar distintos sustratos lignocelulósicos obtenidos a partir de residuos comunes o agroindustriales para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*.
3. Evaluar distintos ambientes para el correcto desarrollo de los hongos comestibles, sin la necesidad de utilizar energía eléctrica.

Descripción de las tareas desarrolladas.

Sitio de ensayo.

El ensayo se realizó en el invernáculo de vidrio y en el laboratorio correspondiente a la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, ubicado en Juan Bautista Cabral 2131; en el departamento Capital de la provincia de Corrientes, Argentina.

Tareas realizadas.

De agosto a octubre de 2018 se cultivaron dos especies del género *Pleurotus*, *P. djamor* y *P. ostreatus* (Figura 1a y b – 2a y b), en distintos sustratos: cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L.) (Figura 3), mezcla de virutas de pino (*Pinus* sp.) con cascarilla de arroz (en una proporción 1:4) (Figura 4), aserrín de palo santo (*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Palnch) (Figura 5), y pasto cortado (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. (Figura 6). Para iniciar la experiencia con los sustratos a evaluar libres de patógenos, se realizó la desinfección mediante el uso de agua caliente. Se colocó cada sustrato y/o mezcla de sustratos según el tratamiento en contenedores plásticos, posteriormente se añadió agua caliente a 80°C hasta saturación, y luego se cubrió con un plástico transparente durante 12 hs. La correcta desinfección del sustrato constituye un paso fundamental, dado que una mala desinfección podría promover el desarrollo de microorganismos parásitos facultativos (Gaitán-Hernández, 2006). Para llevar a cabo lo antes detallado, primeramente se humedecieron con agua de canilla los sustratos previamente desinfectados y se rellenaron cuatro bolsas plásticas de 200 mL, cada una con un sustrato a evaluar, hasta alcanzar los 2/3 de su capacidad. Estas bolsas fueron pesadas con una balanza analítica (Balanza de precisión Shimadzu, modelo TX323L. 320g x 0,001g). Esta medida se consideró como patrón para estandarizar el llenado de las demás bolsas; y los respectivos pesos se utilizaron para

calcular la cantidad de inóculo correspondiente para los diferentes tratamientos. Se recomienda que el inóculo constituya el 10% del peso húmedo, ya que una cifra menor alarga el tiempo de invasión y una mayor no resulta económica (García-Oduardo, 2011). Se utilizaron bolsas plásticas transparentes para poder observar el crecimiento del micelio y/o la posible aparición de algún microorganismo contaminante y algún otro inconveniente (Albertó, 2017). Luego se procedió a la inoculación, mezclando la cantidad adecuada de inóculo en cada caso, y seguidamente se distribuyeron los distintos sustratos en las bolsas de 200 mL en las que se llevó a cabo la experiencia. Finalmente, se colocaron las bolsas en los ambientes a evaluar (bajo mesada cubierto con media sombra al 95% para evitar el ingreso de luz (Ambiente N°2 AMB 2) (Figura 7) y en cámaras de madera con doble media sombra al 95%, sobre mesada de cemento (Ambiente N° 1 AMB 1) (Figura 8) ambos dentro del invernáculo de vidrio. Se realizaron 16 tratamientos, cuyos factores a evaluar fueron el tipo de sustrato (4 niveles: aserrín de palo santo, cascarilla de arroz, pasto cortado y mezcla de virutas de pino + cascarilla de arroz), la especie de hongo (*P. ostreatus* y *P. djamor*), y el ambiente (sobre o bajo mesada de cemento); con 12 repeticiones cada una, siendo cada repetición una bolsa de 200 mL. Estos factores fueron seleccionados para evidenciar la factibilidad de realizar el cultivo de hongos comestibles sin la necesidad de contar con un ambiente con temperatura controlada, y por ende con el fin de reducir los costos de producción. Una vez instalada la experiencia, se procedió al registro diario de la temperatura y humedad con termohigrómetro digital (HTC-1; resolución $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 1%) en ambos ambientes (Figura 9 - 10), y a la observación de los recipientes para constatar el estado sanitario de los sustratos y el crecimiento del micelio de *Pleurotus*. A los 6 días después de la inoculación (DDI) se evidenció en algunas bolsas de aserrín de palo santo, cascarilla de arroz y pasto, el

inicio del desarrollo de colonias blancas, algodonosas, circulares, de bordes enteros; características del micelio de *Pleurotus ostreatus* (Gaitán-Hernández, 2006) (Figura 11-12).

A los 15 DDI se procedió a la instalación de anillos de plástico y estopas de algodón en orificios de entrada de cada contenedor, de manera de formar un filtro para favorecer el intercambio gaseoso del micelio (Albertó, 2017) (Figura 13-14). Posteriormente, a los 30 DDI, se observó en recipientes de diversos sustratos ubicados en ambos ambientes, el desarrollo de un microorganismo extraño, formando áreas de micelio afieltrado de color verde. Luego de la toma de muestras, observación mediante microscopio estereoscópico y compuesto, y con la correspondiente revisión bibliográfica (Ellis, 1971) y (Barnett *et* Hunter, 1972), se arribó a la conclusión de que se trataba de una especie del género *Trichoderma*, la cual es de frecuente aparición en el cultivo de *Pleurotus*, especialmente en el caso de errores en la desinfección del sustrato (Gaitán-Hernández, 2006). Su presencia además se ve favorecida por la alta humedad en el ambiente y en el sustrato; al crecer inhiben el desarrollo del hongo comestible (Gaitán-Hernández, 2006) (Figura 15-16).

A los 36 DDI se registró la presencia del primer basidioma de *Pleurotus djamor* (Figura 17-18), si bien esperábamos se presente turgente, se mostraba algo flácido, lo cual pudo deberse a las altas temperaturas registradas días anteriores, que rondaron los 34 °C. Además, en otros recipientes se observó la aparición de primordios de la misma especie tanto en cascarilla de arroz como en mezcla de cascarilla de arroz con virutas de pino (Figura 19-20), ambos en el AMB 2. En los contenedores con aserrín ubicados en ambos ambientes se pudo constatar la presencia de especies del género *Trichoderma*; razón por la cual suponemos que no prosperó el hongo comestible.

Este mismo día se realizaron cortes en las bolsas, con el fin de permitir que los basidiomas puedan salir y desarrollarse libremente. Si bien existen diferentes patrones de perforación, en este caso se realizaron cortes longitudinales de 5cm de largo, en las zonas donde se observaba la presencia de primordios (Albertó, 2017). Dado a que entre los requerimientos para la producción comercial de estos hongos comestibles está el mantener una alta humedad relativa (85-92%) y temperaturas medias (15-18°C) (Albertó, 2017), diariamente se pulverizó con agua cada ambiente, para intentar asemejar las condiciones de los ambientes en estudio a aquellas condiciones óptimas (Figura 21) (Albertó, 2017).

A los 39 DDI se observó en los recipientes que contenían cascarilla de arroz y la mezcla de cascarilla y virutas de pino, en ambos ambientes, diferentes grados de desarrollo de basidiomas, tanto de los hongos pardos como de los rosas; si bien éstos no presentaban aún las condiciones óptimas para ser cosechados. Dichas condiciones abarcan aspectos concernientes al sombrero, particularmente cuando éste se presente compacto y turgente, y cuando se observe bajo el sombrero la esporulación que indica el cese del crecimiento. En el caso de observar dicha esporulación, pero cuando el sombrero presente aspecto flácido y/o con sus orillas enrolladas hacia afuera, indica un retraso en el momento de cosecha (Gaitán-Hernández, 2006).

A los 44 DDI se procedió a la cosecha de la primera oleada de basidiomas, si bien estos no fueron de buen tamaño, ni de consistencia firme, se observó la esporulación que indicaba el cese del crecimiento (Gaitán-Hernández, 2006). Suponemos que el menor desarrollo y la flacidez se debieron a la temperatura ambiente registrada el día anterior, la cual alcanzó a los 39.9°C. (Figura 22-24). Los días subsiguientes se cosecharon basidiomas, a medida que se observaba la esporulación antes mencionada; y luego se pesaron para obtener su correspondiente peso fresco. La cosecha finalizó a los 67 DDI (16 de octubre), luego de lo cual no se observó presencia de

basidiomas. Una vez obtenido el peso fresco de los basidiomas correspondientes a cada tratamiento, se analizó estadísticamente el rendimiento, expresado en gramos, mediante un análisis de varianza ANOVA, seguido de un test de comparación de medias de Tukey (α 0,05), mediante el uso del software Infostat (Di Rienzo, 2018). Se analizó cada factor evaluado por separado, luego las dobles interacciones y por último la triple interacción.

Resultados y Discusión.

En cuanto a la variable rendimiento (g) según las especies de hongos evaluados, vemos que es significativa según la especie (p-valor 0.0181), y a su vez que el rendimiento de los hongos pardos y rosas es estadísticamente diferente, siendo los hongos rosas, *P. djamor*, los que poseen una media más elevada (*Tabla 1*).

Rendimiento (g) de las distintas especies de hongos (*Tabla 1*)

<i>Especie</i>	<i>Media</i>	<i>N</i>	
<i>P. ostreatus</i> (<i>Hongos pardos</i>)	0.15	96	A
<i>P. djamor</i> (<i>Hongos rosas</i>)	0.45	96	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0.05).

En cuanto al rendimiento según el sustrato utilizado, se registraron diferencias altamente significativas (p – valor <0.0001), siendo mayores y estadísticamente diferentes aquellos hongos que fueron cultivados en la mezcla de cascarilla de arroz + virutas de pino y en cascarilla de arroz, no diferenciándose estadísticamente entre ambos sustratos (*Tabla 2*). Estos resultados coinciden parcialmente con aquellos obtenidos por (García-Ramos, 2000), quien luego de comparar la eficiencia biológica de una cepa mexicana de *P. ostreatus* inoculada en rastrojo de

maíz, y en una mezcla de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz, determinó que el sustrato más eficiente fue la combinación de ambos, demostrando que el aporte de cascarilla brinda mejores resultados. Ahora bien, los resultados obtenidos en el sustrato aserrín de palo santo difieren ampliamente de lo obtenido por (Gómez, 2004), quien probó como sustrato para el cultivo de *Pleurotus* un lote de maíz, paja de trigo, aserrín de pino, y una combinación de sustratos, y fue capaz de obtener rendimientos aceptables en todos los sustratos mencionados. A su vez, diferimos parcialmente con lo manifestado por (Delfín et Duran, 2003) y (Sánchez, 2009), quienes establecen que el género *Pleurotus*, junto con otros microorganismos, son descomponedores naturales de materiales lignocelulósicos como la cascarilla de arroz y el aserrín, por lo que es factible utilizar ambos sustratos para su producción. Suponemos que el nulo desarrollo en el sustrato aserrín de palo santo se debió a la contaminación con especies del género *Trichoderma*, dado que según Corpas y Basallote (2002) citado por Zanón (2005), este hongo contaminante acidifica el sustrato, reduciendo el pH del mismo a niveles por debajo de lo tolerado por *Pleurotus* para su desarrollo.

En el caso del uso del pasto (*Axonopus* sp.) como sustrato, no se pudo observar crecimiento micelial alguno, suponemos que podría llegar a ser por la falta de compuestos necesarios para el desarrollo del hongo como ser carbono y nitrógeno, como lo explica (Düpont et al., 2017), quien utilizó *Axonopus* sp. como sustrato para el desarrollo de *P. ostreatus*, y determinó que dicho sustrato se comportaba como altamente ineficiente para el desarrollo del hongo. A su vez, (Jaramillo Mejía et Albertó, 2013), si bien trabajaron con paja de trigo como sustrato, llegaron a la conclusión de que el uso de inmersión en agua caliente como tratamiento desinfectante del sustrato reduce los rendimientos dado que favorece la pérdida de compuestos hidrosolubles

durante su realización; y esta pérdida de nutrientes puede ser la causa de menores rendimientos en sustratos menos lignificados.

Rendimiento (g) en los diferentes sustratos (Tabla 2)

<i>SUSTRATO</i>	<i>MEDIAS</i>	<i>N</i>	
<i>Aserrín</i>	0.00	48	A
<i>Pasto</i>	0.00	48	A
<i>Cascarilla de arroz + virutas de pino</i>	0.46	48	B
<i>Cascarilla de arroz</i>	0.74	48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Con respecto a los ambientes evaluados, si bien estos presentaron diferencias en sus temperaturas promedio máximas y mínimas, siendo más extremas en el AMB 1 (30°C T máx., 13 °C T mín. versus 28°C T máx. y 17°C T mín. en el AMB 2), no se obtuvieron diferencias significativas entre éstos en cuanto al rendimiento de hongos comestibles se refiere. Considerando otro aspecto que concierne a los ambientes, particularmente al uso de media sombra, este es un requisito que debe cumplirse durante el inicio del ciclo, hasta que el micelio colonice e invada el sustrato, etapa conocida como incubación (Figura 25 a y b). Luego la media sombra debe ser retirada y debe proveerse al cultivo un régimen de horas de luz/oscuridad de 12 horas, para que pueda pasar a la etapa de inducción (Figura 26), que es aquella en la cual se observan los primordios, primer estado visible de los basidiomas, con aspecto inicial de una cabezuela que luego se elonga formando un pie. Dicho requisito de retirar la media sombra en el momento adecuado no fue posible en nuestro caso porque ésta además actuaba como barrera de

protección del ensayo, y su retiro hubiera significado dejar las bolsas con sustrato a merced de los animales que conviven en el invernáculo (el mencionado recinto oficia además de un refugio no oficial de felinos).

Otra consideración referente al ambiente la constituye la fecha en la que realizó el ensayo, creemos que adelantando dicha fecha se obtendrían mejores resultados, ya que al adentrarnos en los meses de septiembre y octubre registramos temperaturas superiores a 34°C, que resultan contraproducentes para el normal desarrollo de los hongos comestibles.

En las dobles interacciones entre los factores, así como en la triple interacción, no se presentaron diferencias significativas, por lo que no resultó posible obtener una recomendación en la producción a partir de éstas. Al calcular rendimiento, se utilizaron los valores obtenidos del mejor sustrato cascarilla de arroz, en el AMB 2 con *P. ostreatus*, para llevar el rendimiento a kg de hongos frescos obtenidos por cada 100 kg de sustrato húmedo, que es la forma en la que habitualmente se expresa. Arribamos a un valor de 2,55 kg, lo cual resulta muy bajo en comparación con lo referenciado por Albertó (2017), que estima un rendimiento de 15-40 kg de hongos frescos por cada 100kg de sustrato húmedo en un ambiente controlado. Es de destacar que lo referenciado por Albertó (2017) se realizó en bajo condiciones ambientales controladas, lo cual no solo lo aísla de las condiciones reales del entorno, sino que también lo independiza de la fecha de cultivo. Además, dicho autor brinda un amplio rango de rendimiento basándose en el promedio obtenido en las experiencias realizadas en varios tipos de sustratos. Si bien no resulta muy precisa, ante la escasez de información para realizar la comparación con nuestros resultados, se optó por la mencionada fuente, de forma de brindar un marco de referencia.

Conclusión.

Objetivo específico 1. En relación a las especies de hongos en evaluación, se observó un mayor desarrollo y rendimiento de *P. djamor*.

Objetivo específico 2. En cuanto a los sustratos lignocelulósicos obtenidos a partir de residuos agroindustriales se refiere, fue factible el desarrollo de hongos comestibles del género *Pleurotus* en cascarilla de arroz y en la mezcla de cascarilla de arroz y virutas de pino.

Objetivo específico 3. Con respecto a los ambientes en estudio, es decir sin el aporte de energía eléctrica para la iluminación y refrigeración de la experiencia, no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

Si bien se sugiere el aprovechamiento de la luz natural diurna para obtener mejores desarrollos a partir de la etapa de inducción, como así también el realizar la experiencia en meses de menor temperatura. Con esto evitaríamos el uso de energía eléctrica, tanto para el uso de luz como de aire acondicionado.

Considerando lo antedicho, si bien fue factible la producción de hongos comestibles utilizando residuos agroindustriales, en ambientes sin refrigeración ni iluminación artificial, y por ende de un modo más económico que el sugerido en bibliografía, sugeriríamos la incorporación de ciertas modificaciones para alcanzar el objetivo de obtener un protocolo de producción que brinde mejores rendimientos del cultivo. Como primera medida a tener en cuenta, recomendaríamos realizar la experiencia en una fecha con mejores condiciones ambientales; lo aconsejable sería empezar en abril con la inoculación, dadas las temperaturas de la zona. También probar otro tipo de desinfección de sustratos, o realizar la desinfección con agua caliente por lo menos dos veces y utilizar bolsas de sustrato más grandes (10 kg.), para

aprovechar mejor los espacios con los que se cuente. Dichas bolsas podrían ubicarse en cualquier instalación o habitación en desuso para la fecha dada, sea galpón, pieza, umbráculo o invernáculo; para luego retirar la media sombra en el momento óptimo (en caso que se utilice una) o proveer de luz artificial en el momento adecuado. Creemos que estas consideraciones ayudarían a aumentar el volumen de producción, generando un rédito económico positivo, dado que el gasto de inversión inicial no sería elevado.

Dado que esto fue un trabajo de investigación para comprobar si realmente se podía o no propagar el género *Pleurotus*, el mismo se realizó a pequeña escala, por lo tanto no se puede estimar de manera fehaciente el costo y la renta del mismo. Lo que si podemos asegurar es que es factible su propagación.

Consideraciones finales.

Con lo expuesto puedo inferir que es posible la producción de Hongos ostras (*Pleurotus* spp.) en las condiciones ambientales que se presentan en el norte de la provincia de Corrientes, aunque son necesarios más estudios para lograr una producción con rendimientos aceptables. Elegí este género de hongo y las especies *P. djamor* y *P. ostreatus* dadas las recomendaciones iniciales del proveedor de inóculo, el cual tuvo en cuenta la zona y el tipo de ensayo que iba a realizar. Aunque existen otras especies comerciales que se podrían cultivar en nuestra zona pero requerirían de medios de refrigeración, siendo menos económico que dicho género, o al menos de mayor costo de inversión inicial.

Durante los 3 meses de trabajo, pude poner en práctica muchos conocimientos adquiridos en la carrera, obtuve mayor experiencia y destreza en el cultivo de hongos comestibles con la ayuda de revisión de bibliografía y de otros recursos como ser vía internet, experimenté en el invernáculo, gabinete y laboratorio, llevé un registro de las actividades, como así también la foto documentación de cada momento a lo largo del trabajo expuesto. También adquirí habilidad en la confección del informe escrito (redacción, manejo de imágenes y gráficos).

Referencias bibliográficas.

- ACOSTA, U. L.: Z. BUSTOS. 1998. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*, en la planta Probiote. Tesis. Q.F.B. Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas. 57p.
- ALANANBEH, K. M. 2014. Cultivo de hongos ostra *Pleurotus ostreatus* sobre hojas de palmera datilera mezcladas con otros residuos agrícolas en Arabia Saudita. Revista Saudita de Ciencias Biológicas. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.08.001>
- ALANANBEH, K. M. & A. AL-MOMANY. 2005. Producción de hongo ostra *Pleurotus ostreatus* sobre pastel de oliva y residuos agrícolas Dirasat Agric. Sci. 32: 64 - 70.
- ALANANBEH, K. M. & A. AL-MOMANY. 2008. Producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tomate toza agrowaste Dirasat Agric. Sci. 35: 133 - 138.
- ALBERTÓ, E. 2017. Cultivo intensivo de los hongos comestibles: cómo cultivar champiñones, gírgolas, shiitake y otras especies – 1ª reimp. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- AL-MOMANY, A. & K. M. ALANANBEH. 2011. Conversión de productos agrícolas. Residuos en productos de valor agregado con alto contenido de proteínas por *Pleurotus ostreatus* en crecimiento. Reinar. Tierra sci. 9: 1483-1490
- ÁLVAREZ, M. & A. VEGA RÍOS. 2016. Aceptación y apreciación de hongos comestibles *Pleurotus djamor* por expertos de cocina internacional y su perspectiva de comercialización en restaurantes de hoteles de Panamá. Año 2010. I+D Tecnológico, 9(1): 43-49. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/88>
- BARNETT HL & BB HUNTER. 1972. Géneros ilustrados de hongos imperfectos, 3ª ed. Burgess Publishing Co, Minneapolis, Minnesota, p. 241
- CIAPPINI M., B. GATTI & M. LÓPEZ ZAMORA. 2004. “*Pleurotus ostreatus*, una opción en el menú. Estudio sobre las gírgolas en la dieta diaria”, Revista INVENIO N° 12. Junio 2004.
- CONDORI RAMOS, N. 2018. “Producción de tres especies de *Pleurotus* spp (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) utilizando diferentes sustratos, en el centro agronómico k’ayra – San Jerónimo – Cusco” (tesis de grado). Recuperado de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/3771/253T20180319_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- DELFÍN, I. & C. DURAN. 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. Rev Int Contam. Ambient. 19(1):37-45.
- DI RIENZO J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- DÜPONT A., E. R. RABUSKE & M. T. L. PUTZKE, 2017. Substratos alternativos para o cultivo do cogumelo comestível ostra salmão: *Pleurotus ostreatoroseus* singer, Santa Cruz do Sul, rs, Brasil. Recuperado de https://online.unisc.br/acadnet/anaais/index.php/salao_ensino_extensao/article/view/17087
- ELLIS, M. B. 1971. Hifomicetos dematiáceos. Instituto de Micología de la Commonwealth, EW, Surrey, Inglaterra, p. 608
- GAITÁN-HERNÁNDEZ, R., D. SALMONES, R. PÉREZ MERLO & G. MATA. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción, 1era. ed., 2a. reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. Recuperado de http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf
- GARCÍA-ODUARDO, C.N., C.R.C. BERMÚDEZ SAVÓN & M. SERRANO-ALBERNI. 2011. Formulación de sustratos en la producción de setas comestibles *Pleurotus*. Tecnología Química, 31(3): 272-282. Recuperado en 17 de abril de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222461852011000300002&lng=es&tlng=es.
- GARCÍA-RAMOS, D. A. 2000. Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Universidad San Carlos de Guatemala (USAC). Tesis de Grado. 37 pp. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1901.pdf
- GÓMEZ. H. J., 2004. Adaptabilidad de tres cepas de hongos comestibles del género (*Pleurotus ostreatus*) en tres diferentes sustratos de fructificación, bajo condiciones de invernadero. Tesis inédita. Centro Universitario de San Marcos.

- JARAMILLO MEJÍA S., E. ALBERTÓ, 2013. Heat treatment of wheat straw by immersion in hot water decreases mushroom yield in *Pleurotus ostreatus*. Rev Iberoam Micol. 30(2):125–129
- JUSTO M.B., G. GUZMÁN, E.G. MEJÍA, C.L.G. DÍAZ, S. MARTÍNEZ, E.B. CORONA (1998). Composición química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 48 (4): 359-363.
- JWANNY, E.W., M.M. RASHAD & H.M. ABDU. 1995. Solid-state fermentation of agricultural wastes into food through *Pleurotus* cultivation. Appl. Biochem. Biotechnol. 50: 71-78. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Sanchez20/publication/256526787_Book_La_bio_logia_y_el_cultivo_de_Pleurotus_spp/links/5453acd70cf2bccc490b2069.pdf
- MANZI, P., L. GAMBELLI, S. MARCONI, V. VIVANTI & L. PIZZOFRERATO. 1999. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. Food Chemistry 65 (4):77-482.
- MAZIERO, R., V. L. BONONI & M. CAPELARI. 1992. Cultivo e produtividade de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* em Mogi das Cruzes, SP, Brasil. Hoehnea 10: 1-7.
VER http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000073&pid=S1517-8382200300010001300012&lng=en
- OH, S. J., W. S. KONG & H. K. KIM. 2000. Studies on the effect of vinyl covering on *Pleurotus* spp. cultivation-Improved picking efficiency of *P. ostreatus* and *P. sajor-caju*. In Science and Cultivation of Edible fungi: Mushroom Science XV (2): 949- 953.
- PATRABANSH S & M. MADAN, 1997. Studies on cultivation, biological efficiency and chemical analysis of *Pleurotus sajor-caju* (FR.) Singer on different bio-wastes. Acta Biotechnology 17:107–122.
- SALMONES, D. 2017. *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. Scientia Fungorum. vol. 46: 73-85.
- SÁNCHEZ, C. 2009. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. Biotechn Adv. 27(2):185-194.

- SÁNCHEZ, J. E. & G. MATA 2018. Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica: Investigación y Desarrollo en un Entorno Multicultural, Edition: first, Chapter: 4.3, Publisher: El Colegio de La Frontera Sur, Ecosur, Tapachula, México, pp.155-161
- STURION, G. L. & M. OETTERER. 1995. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados de cultivos em diferentes substratos. Ciênc. Tecnol. Aliment. 15 (2): 189-193.
- ZADRAZIL, F. & R.H. KURTZMAN. 1981. La biología del cultivo de *Pleurotus* en los trópicos. En: CHANG, S.T., QUIMIO, T.H. Setas Tropicales. La Univ. China. Prensa, Shatin, Hong Kong, pp. 493.
- ZANÓN, M. J., J. C. ARMENGOL & C. J.VILASECA. 2005. Study of the decline syndrome in *Pleurotus ostreatus* (Jack.: Fr.) P. Kumm. Bol. San. Veg. Plagas, 31: 431-441.



Figura 1 a y b: Basidioma de *P. djamor*. Figura 2 a y b: Basidioma de *P. ostreatus*. Figura 3: Cascarilla de arroz. Figura 4: Mezcla de virutas de pino con cascarilla de arroz, en proporción 1:4. Figura 5: Aserrín de palo santo. Figura 6: Pasto cortado.



Figura 7: Ambiente 2: Bajo mesada de cemento, cubierto con media sombra al 95%. Figura 8: Ambiente 1: sobre mesada de cemento, dentro de cámara de madera con doble media sombra al 95%.



Figura 9: Termómetro de mercurio. Figura 10: Termohigrómetro digital. Figura 11 y 12: desarrollo de colonias blancas, algodonosas, circulares. Figura 13: Anillos de plástico. Figura 14: Anillos de plástico y estopas de algodón.



Figura 15 y 16: Colonia afieltrada, verde, de *Trichoderma* sp. Figura 17 y 18: Basidioma de *P. djamor* de aspecto flácido. Figura 19 y 20: Primordios de *P. djamor* en cascarilla de arroz.



Figura 21: Pulverización con agua en ambos ambientes. Figuras 22 a 24: Primer oleada de basidiomas.



Figura 25 a: Micelio blanco colonizando e invadiendo el sustrato. Figura 25 b: detalle con mayor aumento de micelio colonizando el sustrato. Figura 26: Primordios unidos compartiendo una base común.