



Propuesta de procedimientos operativos estándar para el funcionamiento eficiente de un cepario de hongos

Proposal for standard operating procedures for the efficient operation of a mushroom strain collection

Yolexis Roberta Cardona Soberao^a; Roxana Suárez Rodríguez^a; Amaury Pérez Sánchez^{a, *}

^a Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad de Camagüey, Carretera Circunvalación Norte, km. 5 ½, e/ Camino Viejo de Nuevitas y Avenida Ignacio Agramonte, CP 74650, Camagüey, Cuba.

* Autor corresponsal: Amaury Pérez Sánchez [amaury.perez84@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-0819-6760>]

Yolexis Roberta Cardona Soberao [yolexis.cardona@reduc.edu.cu | <https://orcid.org/0000-0002-0042-5805>]

Roxana Suárez Rodríguez [roxana.suarez@reduc.edu.cu | <https://orcid.org/0009-0009-0928-6790>]

Resumen

En la presente investigación se hace una propuesta de procedimientos operativos estándar que deban implementarse para el funcionamiento eficiente de un cepario de hongos, tomando como posible aplicación a la Universidad de Camagüey. A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente, y un análisis de las prácticas actuales sobre manejo de ceparios, se desarrollaron directrices específicas que abordan los materiales y el equipamiento necesario para la construcción del cepario, así como el costo de las mismas, el personal calificado con el que debe contar para su adecuado funcionamiento, la preparación de medios de cultivos, así como también el almacenamiento y registro de datos. El objetivo principal es diseñar la estructura documental de los procedimientos operativos estándar del cepario de hongos de la universidad de Camagüey, y, de esta manera, facilitar el acceso a cepas de hongos de alta calidad para desarrollar una investigación científica de excelencia. Los procedimientos propuestos incluyen un objetivo, alcance, fundamentos, materiales, equipos, descripción y responsable, con el fin de evitar la contaminación y contribuir a la excelencia en la investigación micótica del futuro cepario a construirse en la Universidad de Camagüey.

Palabras clave: Cepario; procedimientos; cepas; hongos comestibles.

Abstract

In this research, a proposal is made for standard operating procedures that should be implemented for the efficient operation of a mushroom strain collection, taking as a possible application the University of Camagüey. Through an exhaustive review of the existing literature, and an analysis of the current practices on strain collection management, specific guidelines were developed that address the materials and equipment necessary for the construction of the strain collection, as well as their cost, the qualified personnel that must be available for its proper operation, the preparation of culture media, as well as the storage and recording of data. The main objective is to design the documentary structure of the standard operating procedures of the mushroom strain collection at the University of Camagüey, and, accordingly, facilitate access to high-quality mushroom strains to develop scientific research of excellence. The proposed procedures include an objective, scope, foundations, materials, equipment, description and person responsible, in order to avoid contamination and contribute to excellence in mushroom research of the future strain collection to be built at the University of Camagüey.

Keywords: Strain collection; procedures; strains; edible mushrooms.



1. Introducción

La conservación de la naturaleza debe ser una acción consciente y enfocada a la subsistencia de la especie humana y de su calidad de vida, en tanto la pérdida de biodiversidad no solo afecta a la productividad de los ecosistemas, sino que está generando alteraciones sociales y culturales importantes, relacionadas con el aprovechamiento y disfrute que el ser humano realiza del medio natural.

La preservación de las especies es una disciplina que intenta remediar el declive de las especies ante la ocupación del territorio, la monopolización de los recursos y la alteración de los ecosistemas por parte del ser humano (Tellería, 2012).

El hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) es uno de los hongos más fácilmente cultivables en el mundo. Es reconocido tanto por su amplio rango de compatibilidad con el sustrato como por su sabor suave característico a ostra cuando se cocina, siendo tanto comestible como delicioso (Urgesa et al., 2024).

En Grimm et al. (2024) se reporta que el hongo ostra es la segunda especie de hongo más cultivada en el mundo, abarcando alrededor del 19% del mercado. El hongo ostra gris (*Pleurotus ostreatus*) se encuentra entre las especies de setas más versátiles y robustas, ya que puede cultivarse en un rango extenso de residuos agrícolas sin la necesidad de llevar a cabo la esterilización completa del sustrato.

Las setas comestibles pueden considerarse como un recurso natural cultivable por lo tanto renovable. Su cultivo, producción y consumo deben fomentarse adecuadamente entre la población por las instituciones tanto de investigación como de vinculación y asesoría, generando el material biológico o inóculo adecuado en cuanto a su viabilidad y eficiencia, así como la tecnología económica y accesible que garantice la adopción y manejo adecuado de la misma por los productores (Cardona et al., 2022).

Según Urgesa et al. (2024), el cultivo de setas comestibles es una de las ramas avanzadas de la biotecnología microbiana actual con el fin de favorecer el suministro de nutrientes y la aplicación medicinal, así como también para el reciclaje de residuos orgánicos lignocelulósicos.

Las setas comestibles han sido investigadas y evaluadas extensivamente en los últimos años por diferentes autores. Jamil et al. (2019) se evaluaron la idoneidad de tres sustratos fácilmente disponibles en Paquistán (paja de trigo, papel de periódico y agujas de pino) para el crecimiento de tres especies diferentes de setas comestibles, las cuales fueron *P. sajor-caju*, *P. sapidus* y *P. eryngii*. Patel et al. (2019) evaluaron el comportamiento del crecimiento, el parámetro de esporóforos y potencial de rendimiento de cinco especies de *Pleurotus*, a saber: *P. sajor-*

caju, *P. florida*, *P. flabellatus*, *P. eryngii* y *P. ostreatus*. Hussein et al. (2019) estudiaron los mejores residuos agrícolas para obtener una mejor calidad de crecimiento de micelio de *Pleurotus ostreatus* y el mejor completamiento para la degradación en un corto período de tiempo, siendo los residuos estudiados la paja de trigo, paja de cebada y el Jacinto de agua (*Echhorhía crassipes*). Tesfay et al. (2020) evaluaron la idoneidad de cultivar *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer en residuos de papel suplementados con tallo de maíz y afrecho de trigo. Cruz et al. (2020) estudiaron el cultivo de *Pleurotus ostreatus* artesanalmente sin un riguroso control automatizado de temperatura y humedad, optimizando el uso de varios residuos agroindustriales: cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.), cascarilla de café (*Coffea arabica* L.) y aserrín (partículas de la madera aserrada), como sustratos en la producción de esta especie y se determinaron la tasa de producción, eficiencia biológica, y el porcentaje de proteína. Karmani et al. (2022) analizaron la influencia de seis sustratos lignocelulósicos diferentes (paja de trigo, bagazo de caña de azúcar, mazorca de maíz, aserrín de madera blanda y de madera dura, y aserrín general) en el crecimiento y composición nutricional de la seta *P. ostreatus*. Akter et al. (2022) evaluaron el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cinco residuos agrícolas: paja de arroz, paja de trigo, mazorcas de maíz, aserrín/cascarilla de arroz en proporción 3:1 y bagazo de caña de azúcar. Grimm et al. (2021) exploraron alternativas de utilizar residuos de la industria papelera (fibra de celulosa), como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, se muestrearon tres sustratos con 40, 60 y 80% m/m de fibra y una fórmula de sustrato convencional basada en aserrín de abedul (*Betula* ssp.) para comparación. Por último, Werghemmi et al. (2022) evaluaron la influencia de extractos de hojas de aceituna y té verde, en el diámetro de crecimiento micelial y tasa de crecimiento lineal de *Pleurotus ostreatus* var. a temperaturas de inoculación de 22, 25 y 28 °C.

En Cuba se reportan varios estudios relacionados con el cultivo de setas comestibles. García et al. (2007) cultivaron seis cepas de *Pleurotus* spp. (cinco de *P. ostreatus* y una de *P. sajor-caju*) sobre pulpa de café como sustrato en un sistema de fermentación sólida, con el fin de producir enzima lacasa y evaluar además la disminución de los compuestos tóxicos tales como fenoles totales y cafeína presentes en dicho sustrato. García et al. (2011) evaluaron la influencia de las formulaciones de sustratos a base de pulpa de café, con viruta de madera, cáscaras de cacao y coco en la producción de setas comestibles (dos cepas de *Pleurotus ostreatus*) mediante la aplicación de fermentación en estado sólido. También, en García et

al. (2016) evaluaron la actividad lacasa de tres cepas: *Pleurotus ostreatus* CCEBI 3021, *Pleurotus ostreatus*, var. Florida CCEBI 3024 y *Pleurotus sajor-caju* CCEBI 3027, cultivadas sobre pulpa de café. La determinación de la actividad lacasa se realizó en las fases de inóculo y colonización. Asimismo, Ferrer et al. (2019) realizaron un estudio cinético de la extracción de compuestos fenólicos a partir de la biomasa micelial de *Pleurotus ostreatus*, obtenida mediante fermentación sumergida. Igualmente, Beltrán et al. (2020) compilaron los procedimientos para la producción de las setas comestibles del género *Pleurotus*, con aplicaciones potenciales desde el punto de vista farmacológico. En otro estudio, Bermúdez et al. (2001) cultivaron *Pleurotus ostreatus* f. spp. Florida (P-184) en varios residuos agrícolas tales como pulpa de café, cáscara de cacao y cáscara de coco, los cuales fueron procesados mediante secado solar, almacenados, pasteurizados y usados para el cultivo de este hongo comestible. Bermúdez et al. (2018) evaluaron la productividad de dos cepas de *Pleurotus*, utilizando dos tipos de biorreactores: en bolsas y en bandeja, empleando como sustrato la pulpa de café *Coffea canephora* Pierre ex Frhoener. De la misma forma, Pérez et al. (2020) evaluaron el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (cepa P969) sobre paja de arroz, observándose un crecimiento micelial robusto a los 21 días de incubación, en condiciones de oscuridad total y temperatura 27 °C. Puig et al. (2020) evaluaron la cascarilla de arroz y el afrecho cervecero como sustratos puros para el cultivo del *Pleurotus ostreatus*, empleando la pulpa de café como referencia, siendo los parámetros estudiados: eficiencia biológica, rendimiento, diámetro de los cuerpos fructíferos y precocidad. Cardona et al. (2022) validaron el proceso de secado y rehidratación de la seta *P. ostreatus*, a diferentes temperaturas (40, 50 y 60 °C) con el fin de rehidratar las setas deshidratadas, utilizando sustrato de cascarilla de arroz hidrolizado. Cardona et al. (2022) definieron los medios de cultivo referidos por la literatura para la proliferación del género *Pleurotus* de setas comestibles y valorar su aplicación en las condiciones de Cuba. Cardona et al. (2023) elaboraron un procedimiento para la producción, conservación, y mantenimiento de la cepa del género *Pleurotus ostreatus*, que permita llevar a cabo, de forma práctica, estas operaciones de la manera más eficiente posible. Bermúdez et al. (2021) evaluaron el sustrato remanente (SRS) del cultivo de *Pleurotus* spp. en la producción de plántulas de *Carica papaya* Lin., variedad Maradol Roja en condiciones de cultivos semiprottegidos, empleándose semillas de papaya certificadas y los sustratos secos: SRS, humus de lombriz y la combinación de ambos. Por último,

Suárez et al. (2024) plantearon una metodología para la producción eficiente de inóculos en el cultivo de setas comestibles *Pleurotus* spp, a partir de cuatro tipos de granos (arroz con cáscara, maíz, cebada y aserrín), con el fin de mejorar la eficiencia y productividad en la producción de estas setas.

En la actualidad las setas de *Pleurotus* se conservan en la Universidad de Camagüey sin existir los procedimientos específicos para ello, por tanto, la implementación de un cepario en el que se mantengan las mismas de forma eficiente, controlada y efectiva constituye una necesidad y desafío. De esta manera, es un reto para el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Camagüey investigar esta temática en particular. La construcción de un cepario en la Universidad de Camagüey forma parte de una tarea del proyecto: "Desarrollo de tecnologías para la producción de alimentos a partir de setas comestibles en la cadena agroalimentaria" perteneciente al Programa Territorial de Alimento Humano: Producción sostenible de alimentos con encadenamiento productivo, en la provincia de Camagüey, Cuba.

En este contexto, en el presente trabajo se propone, mediante una revisión bibliográfica exhaustiva, los requisitos indispensables para la confección de un futuro cepario en la Universidad de Camagüey, así como también la elaboración de los procedimientos operativos estándar del futuro cepario de hongos, con el objetivo de mantener las cepas en un laboratorio de forma eficiente y efectiva, asegurando su viabilidad a lo largo del tiempo y contribuyendo así a su mantenimiento y conservación.

2. Metodología

2.1. Diseño y localización del estudio

Se realizó una investigación documental con enfoque descriptivo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad de Camagüey, durante el período de mayo a julio del curso académico 2024. El estudio se centró en la elaboración de Procedimientos Operativos Estándar (POE) para su implementación en el cepario de hongos comestibles, como parte de la tarea II: "Metodología para el cultivo de setas comestibles a partir de residuos agroindustriales del territorio", del proyecto territorial "Desarrollo de tecnologías para la producción de alimentos a partir de setas comestibles en la cadena agroalimentaria de la Universidad de Camagüey".

2.2. Diagnóstico preliminar de condiciones operativas

1. Observación directa: se realizó un recorrido sistemático de todas las áreas, incluyendo

documentación fotográfica y registro de condiciones ambientales.

2. Análisis de documentación: se revisaron planos, registros de producción y procedimientos operativos existentes.
3. Encuesta: se llevó a cabo con informantes claves de dos instituciones del país que poseen ceparios.
4. Evaluación técnica: se realizó un inventario de equipos y un análisis de eficiencia energética y sistemas de control ambiental.
5. Análisis de seguridad: se identificaron riesgos potenciales y se evaluaron los protocolos de seguridad existentes.

2.3. Recolección de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura relevante utilizando bases de datos y buscadores académicos, así como la consulta de libros, tesis doctorales, normas, patentes e informes técnicos. Los términos clave empleados en la búsqueda fueron: cepario, procedimientos, microorganismos, hongos, cepas y formulación. Se incluyeron documentos en inglés y español, publicados en los últimos 10 años, que fueran pertinentes a los objetivos del estudio.

2.4. Encuesta

Se realizó una encuesta a informantes claves en conservación de hongos. La encuesta se llevó a cabo a través de un cuestionario estructurado, permitiendo la recolección de datos de los expertos. Se utilizaron técnicas de análisis cualitativo para obtener información profunda y detallada.

2.5. Análisis de casos de estudio

Se revisaron casos de estudio de ceparios en otras instituciones, extrayendo prácticas y procedimientos efectivos que pudieran ser adaptados al contexto del cepario de la Universidad de Camagüey.

2.6. Metodología para la elaboración de los POE

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Determinación de objetivos y alcance: se establecieron claramente los objetivos, el alcance y la frecuencia de los procedimientos operativos estándar a documentar.
- Puntualización de definiciones y procedimientos: se definieron con precisión los términos, el procedimiento y la metodología a emplear.
- Documentación de los procedimientos: se llevó a cabo una documentación detallada de cada procedimiento operativo estándar.

Revisión y validación de los POE:

- a) Se realizó una revisión interna por pares (mínimo dos revisores).

- b) Se implementó un período de prueba del POE (2-4 semanas).

- c) Se recopiló retroalimentación de los operadores durante el período de prueba.

- d) Se realizaron ajustes basados en la retroalimentación y las observaciones.

Validación por expertos:

- a) Se seleccionó un panel de expertos (mínimo tres) en micología y gestión de laboratorios.

- b) Se utilizó el método Delphi para la validación, que incluyó:

1. Primera ronda: Envío de POE a expertos para revisión individual.

2. Segunda ronda: Compilación la retroalimentación y reenvío para consenso.

3. Tercera ronda: Resolución de discrepancias.

Aprobación y documentación final:

- a) Se incorporaron todas las modificaciones acordadas.

- b) Se obtuvo la aprobación formal de la dirección del laboratorio.

- c) Se asignó un número único de identificación al POE.

- d) Se registró en el sistema de gestión de documentos del laboratorio.

2.7. Análisis de datos

Los datos recolectados se compilaron y organizaron sistemáticamente. Se realizó un análisis cualitativo de la información recolectada. Finalmente, se llevó a cabo una síntesis de hallazgos y se elaboraron recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

3. Resultados y discusión

No existe un consenso nacional o mundial respecto a cómo un cepario en un laboratorio de investigación debería ser organizado, que requerimientos de almacenamiento o documentos de trabajo se debe tener. Existen solo guías de diferentes laboratorios, y recomendaciones de entidades administradores de calidad como la ISO, cada una con sus propias metodologías y métodos de control de calidad (Rojas, 2018). Una colección de cultivos, por definición, corresponde a un espacio físico destinado a la preservación de microorganismos, por tanto, debe poseer un lugar para la instalación de múltiples unidades funcionales donde se lleven a cabo diferentes procesos para cumplir con las actividades de preservación y curatoría propias de una colección de cultivos.

Un cepario debe tener:

- Unidad de aislamiento.
- Unidad de preservación.
- Unidad de microscopía e identificación morfológica.

- Unidad de identificación molecular.
 - Unidad de formulación de medios de cultivo.
 - Unidad de administración y documentación.
- El personal del cepario (Tabla 1) debe tener una estructura organizacional clara y con objetivos de trabajo definidos.

Tabla 1
Personal del cepario y sus funciones

Cargo	Función
Curador	Es el encargado de la colección de cultivos y de planificar, desarrollar y dirigir líneas de investigación y de manejo del cepario. Tiene comunicación directa con los depositantes y con todo el personal.
Gestor técnico	Se encarga principalmente de la operatividad de las actividades técnicas asociadas al manejo de las colecciones microbianas preservadas en una colección de cultivos. Debe de ser el interlocutor entre el personal técnico y el curador.
Técnico	Es el personal que se encarga de ejecutar las actividades técnicas del laboratorio siguiendo procedimientos establecidos para el adecuado manejo del material genético preservado en una colección de cultivo. Debe notificar al gestor técnico cualquier falla en alguna de las unidades de la colección de cultivos. Tiene comunicación directa con el gestor técnico y el curador
Gestor administrativo	Se encarga de atender y gestionar las necesidades del personal y de los clientes en los ámbitos administrativos y de gestión de calidad. Tiene comunicación directa con los clientes, el gestor de calidad, el curador y documentador.
Gestor de calidad	Está a cargo de la elaboración y actualización de los procedimientos documentados, de coordinar las auditorías internas y la supervisión de la implementación de las oportunidades, mejoras, acciones preventivas y acciones correctivas. Tiene comunicación directa con el curador, técnico y gestor administrativo y con el encargado de documentación.
Encargado de documentación	Es quien ordena la información, tanto física como digital, y realiza los respaldos de forma periódica. También es el encargado de mantener el sitio web del cepario. Tiene comunicación directa con el curador, gestor de la calidad y gestor administrativo.

El curador es el responsable de organizar y mantener la colección de cultivos y de dirigir a un grupo de personas entre los cuales está el gestor técnico y el técnico de laboratorio, quienes se encargan de

ejecutar los procedimientos establecidos para el funcionamiento de la colección.

A su vez, dependen del curador las personas en labores administrativas como el área de gestión administrativa y gestión de calidad. Si los recursos económicos disponibles no permiten contratar una persona en cada uno de los cargos señalados, se pueden compartir labores entre las personas que estén disponibles, teniendo presente que una de las principales tareas en una colección de cultivos es mantener el orden y seguimiento de los procesos que en ella se realizan.

Instrumentos y equipos utilizados en el Cepario

- Ultracongeladores (ultrafreezer) de -80 °C

El ultracongelador es una de las principales herramientas utilizadas en los laboratorios de investigación. El ultracongelador protege las muestras biológicas manteniéndolas a temperaturas muy bajas en el orden de -80 °C.

- Microscopio óptico

Es una herramienta que permite avistar elementos que no pueden observarse o son invisibles a simple vista, a través de lentes, visores y rayos de luz que acercan o agrandan la imagen en escalas convenientes para su examinación y análisis.

- Incubadora

Una incubadora es un dispositivo que se utiliza para cultivar y mantener cultivos microbiológicos o cultivos celulares. La incubadora mantiene una temperatura, humedad y otros parámetros tales como el contenido de CO₂ y oxígeno de la atmósfera interior en valores óptimos.

- Cabina de flujo laminar

Es un instrumento que se emplea para poder tener ambientes libres de contaminación, debido a que logra proporcionar aire descontaminado proveniente de partículas de hasta 0.1 micras.

- Micropipetas 10 µl y 100 µl – 1000 µl

Las micropipetas son un instrumento básico en el laboratorio, imprescindible para tomar y dispensar pequeños volúmenes de líquidos de manera precisa.

- Puntas azules

Fabricadas en polipropileno de elevada pureza y sin cadmio. Poseen alta transparencia y un óptimo grado hidrorrepelente para reducir al mínimo la retención de líquidos y soluciones en las paredes internas.

- Crioviales

Los crioviales se utilizan comúnmente para el almacenamiento criogénico de materiales biológicos utilizando nitrógeno líquido.

- Puntas amarillas

Las puntas para micropipeta se utilizan para tomar una pequeña muestra de líquido o solución, utilizada principalmente en laboratorios e investigación.

Fabricadas con polipropileno. Ideales para laboratorios de microbiología y biología molecular.

- Láminas portaobjetos para microscopía

Son piezas rectangulares de vidrio transparente que permiten fijar muestras para ser observadas a través del microscopio. Elaboradas de vidrio de alta calidad que permite realizar observaciones claras y con bordes suaves para evitar cortes en el usuario.

- Laminillas cubreobjetos para microscopía

Las laminillas se utilizan para cubrir la suspensión de células en la cámara de recuento. Se coloca la laminilla en los soportes exteriores y la estructura plana de las superficies causa que la laminilla se adhiera bien.

En las Tablas 2 y 3 se muestra el costo de los diferentes materiales y equipos descritos con anterioridad, respectivamente. Estos costos son mostrados tanto en dólares estadounidenses (USD) como en pesos cubanos (CUP).

Tabla 2

Costo de los materiales a utilizar en el cepario

Materiales	Costo en USD	Costo en CUP
Micropipetas 10 µl y 100 µl – 1000 µl	\$ 41,99	\$ 5 038,8
Puntas azules	\$ 7,98	\$ 957,6
Crioviales	\$ 8,5	\$ 1 020
Puntas amarillas	\$ 9,99	\$ 1 198,8
Láminas portaobjetos para microscopía	\$ 14,99	\$ 1 798,8
Laminillas cubreobjetos para microscopía	\$ 9,76	\$ 1 171,2

Tabla 3

Costo de los equipos a emplear en el cepario

Equipos	Costo en USD	Costo en CUP
Ultracongeladores -80 °C	\$ 5155,65	\$ 618 678
Microscopio óptico	\$ 266,87	\$ 32 024,4
Incubadora	\$ 405,9	\$ 48 708
Cabina de flujo laminar	\$ 719,4	\$ 86 328

Para el cepario de hongos se expone una serie de procedimientos claramente definidos para su adecuado funcionamiento con el fin de llevar a cabo de manera clara, organizada y definida las actividades que se desarrollan. La correcta implementación de la documentación necesaria define la forma sobre cómo desempeñar organizada y estructuradamente los procesos para la mejora en los procedimientos y actividades que se llevan a cabo dentro del cepario por parte del personal encargado.

El procedimiento operativo estándar documenta de forma detallada la elaboración de procedimientos que se realizan en un laboratorio, no solo con el fin

de garantizar la calidad de los mismos, sino también la reproducibilidad, la homogeneidad y la estandarización de las actividades que forman parte del procedimiento, con el fin de evitar fallas y garantizar la correcta elaboración.

3.1. Procedimiento Operativo Estándar (P.O.E)

3.1.1. Reactivación de cepas del banco primario y verificación de pureza.

Objetivo: Ejecutar procedimientos para llevar a cabo la correcta reactivación de cepas de hongos, cumpliendo con procedimientos (Tabla 4) para su manipulación, que garanticen su pureza y viabilidad posterior a su reactivación.

Tabla 4

Descripción del procedimiento

No.	Descripción	Responsable	
		Unidad	Cargo
1.	Siembra en los medios de cultivos determinados para cada uno de los microorganismos haciendo uso de la cabina de flujo laminar.	Cepario de Hongos	Profesional I
2.	Utilizando la incubadora, incubar a 25 °C.	Cepario de hongos	Profesional I
3.	Dejar por un período de una hora, una caja con medio abierta e incubar a 25 °C.	Cepario de hongos	Profesional I
4.	Incubar el medio seleccionado a una temperatura de 25 °C, sin realizar siembra y observar cada 24 horas.	Cepario de hongos	Profesional I
5.	Revisar la siembra cada día (12 h), para verificar que no haya contaminación de tipo bacteria u hongo.	Cepario de hongos	Profesional I
6.	Observar las características decrecimiento visibles, en la caja de Petri.	Cepario de hongos	Profesional I

Alcance: Es aplicable a cepas de hongos conservados y que forman parte del banco primario del cepario de hongos de la Universidad de Camagüey.

Definiciones

Banco de referencia: Lote de cultivos idénticos obtenido en el laboratorio por un simple subcultivo a partir de una cepa de referencia obtenida en el laboratorio o a partir de un proveedor (Burgos, 2014).

Pureza: Es la determinación garantizada por medio de repiques sucesivos en diferentes medios de cultivos, con el fin de asegurar que el microorganismo está en un cultivo puro.

Viabilidad: Es la capacidad de un microorganismo de multiplicarse en un medio sólido. Esto implica el uso de diferentes métodos en donde se evalúa de forma cualitativa el crecimiento de un microorganismo sobre Agar durante un período de tiempo o de forma cuantitativa determinando en cantidades la concentración del mismo (Giraldo et al., 2012).

Fundamento: Este procedimiento se fundamenta en la aplicación de metodologías estandarizadas para la reactivación de cepas de hongos que pertenecen al cepario de hongos.

Frecuencia: Este procedimiento se deberá realizar cuando se realice la reactivación y verificación de pureza y viabilidad de las cepas de hongos, por lo menos una vez al año.

Materiales: Criotubos estériles; Láminas porta objetos para microscopía; Laminillas cubre objetos para microscopía.

Equipos: Cabina de flujo laminar; Microscopio; Micropipetas graduadas; Incubadora.

3.1.2. Siembras para docencia

Objetivo: Realizar un procedimiento estandarizado (Tabla 5) para la manipulación del material con fines de prestar servicios de docencia, solicitado por cada una de las asignaturas que necesitan cepas de hongos en la Universidad de Camagüey.

Alcance: Va dirigido a cada una de las asignaturas dictadas en la Universidad de Camagüey que requieran el uso de cepas de hongos para su manipulación con fines de docencia.

Definiciones:

Hongos: Microorganismo eucariota, unicelulares o pluricelulares y presentan nutrición por absorción. Su reproducción se da por micelio, esporas o conidios. Capaces de realizar diferentes procesos de bioremediación en la naturaleza por la segregación de enzimas (Burgos, 2014).

Docencia: Hace referencia a la actividad que promueve conocimiento, ejecutado por un docente capaz de llevar a cabo diferentes actividades de acumulación de diversos saberes enfocándose en establecer conocimiento y enseñanza al estudiante, mediante procesos educativos y de información garantizada (Burgos, 2014).

Fundamento: Dicho procedimiento se basa en la correcta manipulación de cada una de las cepas que se encuentran en el cepario de hongos, garantizando la utilización de las mismas en fines de docencia que conlleven a responder a las necesidades solicitadas

por el docente a cargo, para brindar bases confiables y visibles en la educación de los estudiantes.

Tabla 5

Descripción del procedimiento

No.	Descripción	Responsable	
		Unidad	Cargo
1.	Realizar un cronograma, con el fin de realizar la programación de siembras.	Cepario de hongos	Monitor
2.	Recepción del material solicitado a monitoría, utilizado en actividades de docencia y solicitado con anterioridad.	Cepario de hongos	Monitor
3.	Utilizando la cabina de flujo laminar se realizan las siembras programadas. Se debe sembrar con al menos 15 días de anterioridad, o de acuerdo a los requerimientos del docente.	Cepario de hongos	Monitor
4.	Incubar a 25°C haciendo uso de la incubadora, así mismo realizar controles de calidad del funcionamiento de la incubadora y de los medios de cultivos utilizados con el fin de garantizar la pureza del cultivo.	Cepario de hongos	Monitor
5.	Evaluar que las características propias de las cepas solicitadas se mantengan durante el período de incubación.	Cepario de hongos	Monitor
6.	Garantizar la pureza de la cepa y sus características mediante las características macroscópicas y el montaje de láminas para microscopía.	Cepario de hongos	Monitor
7.	Empacar las cepas solicitadas para ser utilizadas con fines de docencia y almacenar a temperatura ambiente hasta el momento de la entrega.	Cepario de hongos	Monitor
8.	Con ayuda de un formato de registro, realizar la entrega de las cepas solicitadas a la persona encargada que designe el profesor para recogerlas.	Cepario de hongos	Monitor

Frecuencia: Este procedimiento se debe realizar cada vez que se requiera prestar un servicio de docencia donde se solicite material proveniente del cepario de hongos.

Materiales:

- Láminas porta objetos para microscopía.
- Laminillas cubre objetos para microscopía.

Equipos:

- Cabina de flujo laminar.
- Microscopio.
- Incubadora.

3.1.3. Confirmación de pureza en cepas de hongos

Objetivo: Este procedimiento (Tabla 6) tiene como fin garantizar la pureza de cepas de hongos de la Universidad de Camagüey, mediante la utilización de claves taxonómicas, y pruebas bioquímicas, determinando que la cepa evaluada esté correctamente identificada, caracterizada y libre de contaminantes de tipo bacteria y/o hongo.

Alcance: Está diseñado para ser utilizado en cepas de hongos del cepario de hongos de la Universidad de Camagüey que sean utilizados en cualquier actividad prestada por este.

3.2. Definiciones

Clave taxonómica: Hace referencia a un procedimiento metodológico que guía en la identificación y caracterización de una especie según su morfología tanto microscópica como macroscópica, dando a conocer de manera establecida y adecuada según la información necesaria y obtenida en una investigación que se haya realizado previamente, que garantice la caracterización correcta de especie a analizar (Burgos, 2014).

Fundamento: Se fundamenta en el uso de técnicas, metodologías estandarizadas, material educativo y de investigación para la verificación de pureza en cepas de hongos que pertenecen al cepario de hongos.

Frecuencia: El procedimiento de verificación de pureza deberá ser aplicado a las cepas de hongos que pertenezcan al cepario de hongos, antes de ser entregados como servicios de docencia y/o investigación, o cuando se realice una metodología de conservación de la cepa o una vez al año como verificación del funcionamiento del banco de conservación.

Materiales

- Láminas porta objetos para microscopía.
- Laminillas cubre objetos para microscopía.

Equipos

- Cabina de flujo laminar.
- Microscopio.
- Incubadora.

Tabla 6

Descripción del procedimiento

No.	Descripción	Responsable	
		Unidad	Cargo
1.	Siembra en los medios de cultivos determinados para cada uno de los microorganismos, haciendo uso de la cabina de flujo laminar.	Cepario de hongos	Profesional I
2.	Incubar a 25 °C por 7 días.	Cepario de hongos	Profesional I
3.	Dejar por un período de una hora, una caja con medio abierta en la cabina de flujo laminar e incubar a 25 °C, con el fin de realizar controles de calidad de la cabina de flujo laminar.	Cepario de hongos	Profesional I
4.	Incubar el medio seleccionado a una temperatura de 25 °C, sin realizar siembra y observar cada 24 horas, para realizarle controles de calidad a los medios de cultivos utilizados.	Cepario de hongos	Profesional I
5.	Revisar la siembra cada día (12 horas), para verificar pureza periódicamente, durante su período de incubación y garantizar que no haya contaminación de tipo bacteria u hongo.	Cepario de hongos	Profesional I
6.	Realizar una caracterización macroscópica detallada del crecimiento en cada uno de los medios replicados con el fin de identificar que el crecimiento sea homogéneo de un medio al otro.	Cepario de hongos	Profesional I

3.3. Mantenimiento del banco de trabajo de las cepas de hongos

Objetivo: Realizar procedimientos para llevar a cabo el correcto mantenimiento de cepas de hongos del banco primario del cepario de hongos de la Universidad de Camagüey, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento, mediante el cumplimiento de procedimientos para su manipulación (Tabla 7), que garanticen su pureza y viabilidad.

Alcance: Es aplicable a cepas de hongos que formen parte del banco primario del cepario de hongos de la Universidad de Camagüey.

Definiciones:

Pureza: Es la determinación garantizada por medio de repiques sucesivos en diferentes medios de cultivos, con el fin de asegurar que el microorganismo está en un cultivo puro.

Banco de referencia: Lote de cultivos idénticos obtenido en el laboratorio por un simple subcultivo a partir de una cepa de referencia obtenida en el laboratorio o a partir de un proveedor (Burgos, 2014).

Tabla 7

Descripción del procedimiento

No.	Descripción	Responsable	
		Unidad	Cargo
1.	Siembras periódicas (6 a 12 meses), en los medios de cultivos determinados para cada uno de los microorganismos haciendo uso de la cabina de flujo laminar.	Cepario de hongos	Profesional I
2.	Incubar a 25 °C por 7 días para que la cepa desarrolle su óptimo crecimiento.	Cepario de hongos	Profesional I
3.	Dejar por un periodo de una hora una caja con medio abierta en la cabina de flujo laminar e incubar a 25°C, con el fin de realizar controles de calidad de la cabina de flujo laminar.	Cepario de hongos	Profesional I
4.	Incubar el medio seleccionado a una temperatura de 25°C, sin realizar siembra y observar cada 24 horas, para realizarle controles de calidad a los medios de cultivos utilizados.	Cepario de hongos	Profesional I
5.	Observar las características macroscópicas de crecimiento visibles, en la caja de Petri.	Cepario de hongos	Profesional I
6.	Uso de claves taxonómicas con el fin de verificar la pureza de la cepa evaluada.	Cepario de hongos	Profesional I
7.	Realizar procedimientos de conservación.	Cepario de hongos	Profesional I

Hongos: Microorganismo eucariota, unicelulares o pluricelulares y presentan nutrición por absorción. Su reproducción se da por micelio, esporas o conidios. Capaces de realizar diferentes procesos de bioremediación en la naturaleza por la segregación de enzimas (Burgos, 2014).

Fundamento: Este procedimiento se fundamenta en la correcta manipulación de las cepas de hongos, con el fin de mantener su pureza y viabilidad y de garantizar un correcto funcionamiento del cepario de hongos

Frecuencia: El procedimiento del mantenimiento de cepas del banco primario deberá ser aplicado a las cepas de hongos que pertenezcan al cepario de hongos, de forma periódica (cada 6 a 12 meses) para garantizar la pureza y viabilidad de las cepas que pertenezcan al cepario de hongos con el fin de llevar un correcto funcionamiento del banco de trabajo.

Materiales:

- Láminas porta objetos para microscopía.
- Laminillas cubre objetos para microscopía.

Equipos:

- Cabina de flujo laminar.
- Microscopio.
- Incubadora.

3.4. Conservación por congelación de hongos filamentosos pertenecientes a la colección de microorganismos del cepario de hongos

Objetivo: Determinar procedimientos para la conservación de hongos filamentosos (Tabla 8) pertenecientes al cepario de hongos de la Universidad de Camagüey.

Alcance: Este Procedimiento Operativo Estándar se diseñó con la finalidad de realizar la conservación de hongos filamentosos que pertenecen al cepario de hongos de la Universidad de Camagüey.

Definiciones:

Conservación: Hace referencia al mantenimiento de cepas por períodos de tiempos a corto, mediano y largo plazo, con el fin de preservar una colección de microorganismos a través del tiempo. La elección del método de conservación está ligada a diferentes factores que garantizan la pureza, la viabilidad y estabilidad de la misma. Con el fin de detener el crecimiento de las células del microorganismo conservado, pero sin detener su metabolismo. Existen diferentes tipos de conservación; entre los que se encuentra como método de conservación a largo plazo, la congelación, que utiliza un crio conservante como el glicerol evitando el daño a la célula producida durante la congelación (Burgos, 2014).

Fundamento: Se fundamenta en la aplicación de técnicas estandarizadas de conservación por

congelación de hongos filamentosos que garanticen su mantenimiento a través del tiempo, teniendo en cuenta la viabilidad del microorganismo, la pureza, y la estabilidad genética de la célula.

Frecuencia: Este procedimiento se debe llevar a cabo cada vez que se realice la conservación por congelación para cepas de hongos filamentosos.

Materiales:

- Micropipetas 10 µl y 100 µl – 1000 µl.
- Puntas azules.
- Crioviales.
- Puntas amarillas.
- Láminas portaobjetos para microscopía.
- Laminillas cubreobjetos para microscopía.

Equipos:

- Microscopio óptico.
- Incubadora.
- Cabina de flujo laminar.

Tabla 8

Descripción del procedimiento

No.	Descripción	Responsable	
		Unidad	Cargo
1.	Siembra por punción central del hongo filamentosos en las cajas con el Agar seleccionado.	Cepario de Hongos	Profesional I
2.	Incubar por 7 días a 25 °C	Cepario de Hongos	Profesional I
3.	Verificar las características microscópicas	Cepario de Hongos	Profesional I
4.	Verificar características macroscópicas.	Cepario de Hongos	Profesional I
5.	Pasados los días de incubación del hongo y con ayuda de una punta amarilla realizar perforaciones del Agar.	Cepario de Hongos	Profesional I
6.	Transferir 4 discos a cada crioviales con 1 ml de agua destilada con glicerol al 20%.	Cepario de Hongos	Profesional I
7.	Congelar los crioviales a – 80° C.	Cepario de Hongos	Profesional I
8.	Evaluación de la viabilidad y de la pureza del método de conservación mediante la siembra de los discos en diferentes medios de cultivos.	Cepario de Hongos	Profesional I

3.5. Descripción de la encuesta aplicada

La encuesta (Apéndice) fue realizada a un total de dos informantes claves: a la responsable del cepario del Instituto de Sanidad Vegetal de Camagüey y a la Directora del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI). Sus opiniones, comentarios y observaciones acerca de los manejos generales del cepario arrojaron los siguientes resultados:

En cuanto a la formación académica y especialización relacionada con microbiología y cultivo de hongos se constató que una de ellas es Ingeniera Agrónoma, especialista principal en el área de producción de hongos Entomopatógenos, *Beauberiabassiana*, *Lecanicillium Lecani*, *Metarhizium anisoplae* y *Trichoderma viridae* y *Harzianum*. Esta área tiene como labor fundamental el control biológico, el cual es un método de control de plagas y enfermedades que consiste en utilizar organismos vivos como objeto con el fin de controlar las poblaciones de otros organismos siendo un componente importante del control integrado de plagas. La otra investigadora no posee una formación relacionada con la microbiología.

Con respecto a la selección de los métodos utilizados para cultivar y mantener microorganismos especialmente *Pleurotus spp*, ambas coincidieron que el método más utilizado es la resiembra continua.

Ambas investigadoras están realizando investigaciones relacionadas con microorganismos tales como *Pleurotus spp*.

Los desafíos más comunes que enfrentan en su trabajo diario con microorganismos y *Pleurotus spp* son: la dificultad para mantener el cepario por falta de cepas madres y los medios de cultivos caducados que limitan la conservación de estas cepas para continuar su producción, quienes tienen como papel principal los Centros de Reproducción de Entomopatógenos (CREE) entidad que tiene como objetivo final la aplicación de dichos microorganismos al cultivo para su control biológico.

Otros desafíos a los que se enfrentan es el de garantizar la viabilidad, pureza y las propiedades biotecnológicas de las cepas conservadas en la colección, empleando métodos de conservación adecuados a corto, mediano y largo plazo. Además de contar con los recursos necesarios y conocer las peculiaridades de las diferentes técnicas de preservación existentes para su correcta aplicación.

Las investigadoras aluden que las consideraciones éticas al trabajar con microorganismos y *Pleurotus spp* deben ser: tener responsabilidad en el trabajo, guardar la estricta confidencialidad de los datos provenientes de las instituciones y de los investigadores de las cuales proceden las cepas, mostrar preocupación por el interés del individuo ya

que debe siempre prevalecer sobre los intereses de la ciencia y la sociedad, con el debido protocolo de bioseguridad según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la protección del personal técnico del laboratorio. Estas especialistas consideran como recursos imprescindibles para trabajar en el cepario: placa de Petri, tubos de ensayos, medios de cultivos sólidos y líquidos en caso de hongos filamentosos (Agar Extracto Malta, Agar Papa Dextrosa, Agar Dextrosa Sabouraud, Caldo Extracto Malta, Caldo Dextrosa Sabouraud), algodón, gasa, portaobjetos, cubreobjetos, asa y aguja de siembra, mechero Bunsen, agua destilada, rotulador permanente, microscopio óptico, estereoscopio, guantes de látex, incubadora, campana de flujo laminar, autoclave, alcohol al 90%.

Las especialistas plantearon como aspectos gratificantes que a pesar de todos los retos y dificultades que enfrentan a diario, es una especialidad que le enseña cada día algo nuevo. Los aspectos que más le gratifican de trabajar en el cepario son: la reproducción de las cepas por sí solas, con poca tecnología, a bajos costos, sin dejar residuos tóxicos ni contaminar al medio ambiente. El apoyo que aporta a la formación de estudiantes de pregrado y posgrado, mediante la interacción con los mismos en el desarrollo de técnicas microbiológicas en el laboratorio, lo que ha contribuido a la defensa exitosa de trabajos de curso, tesis de diploma, tesis de maestría y doctorados.

4. Conclusiones

Se diseña, describe y propone, a partir de una revisión bibliográfica exhaustiva, la estructura documental para implementar los procedimientos operativos estándar con vistas a la futura edificación de un cepario de hongos de la Universidad de Camagüey, con el fin de realizar el mantenimiento y conservación de las cepas de hongos comestibles. Se presentan y describen los materiales y equipamiento que debe poseer o necesitar un cepario, para su futura implementación en la Universidad de Camagüey.

Los procedimientos operativos estándar elaborados para la preservación de microorganismos en el futuro cepario de la Universidad de Camagüey se utilizarán para la conservación de las cepas donadas por los centros de investigación que colaboran en el proyecto de investigación "Desarrollo de tecnologías para la producción de alimentos a partir de setas comestibles en la cadena agroalimentaria" perteneciente al Programa Territorial de Alimento Humano: Producción sostenible de alimentos con encadenamiento productivo, a implementarse en la provincia de Camagüey, Cuba.

Referencias bibliográficas

- Akter, M., Halawani, R. F., Aloufi, F. A., Taleb, M. A., Akter, S., & Mahmood, A. S. (2022). Utilization of Agro-Industrial Wastes for the Production of Quality Oyster Mushrooms. *Sustainability*, 14, 994. <https://doi.org/10.3390/su14020994>
- Beltrán, Y., Morris, H., Llauradó, G., Bermúdez, R. C., & García, N. (2020). Procedimientos para la producción de setas del género *Pleurotus* con potencial aplicación farmacológica. *Revista Cubana de Química*, 32(2), 245-261.
- Bermúdez, R. C., García, N., Agbozouhoue, K. K., & Serrano, M. (2018). Evaluación de la productividad de dos cepas de *Pleurotus* spp sobre pulpa de café *coffea canephora pierre ex frhoener*. *Tecnología Química*, 38(2), 248-255.
- Bermúdez, R. C., García, N., Gross, P., & Serrano, M. (2001). Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. *Micología Aplicada Internacional*, 13(1), 25-29.
- Bermúdez, R. C., García, N., López, Y., Mustelie, I., & Serrano, M. (2021). Evaluación del sustrato remanente de setas *Pleurotus* sp. en la producción de posturas de *Carica papaya* Lin. *Tecnología Química*, 41(2), 428-442.
- Burgos, T. (2014). *Elaboración de los procedimientos operativos estándar, guías, formatos de registros e instructivos del cepario de hongos de la Pontificia Universidad Javeriana*. (Trabajo de Grado), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Cardona, Y. R., Cardoso, L. M., Crespo, L. M., Macías, A. A., & Sánchez, A. P. (2023). Procedimiento para la producción, conservación y mantenimiento de las cepas *Pleurotus ostreatus*. *Biorrefinería*, 6(1), 51-61.
- Cardona, Y. R., Crespo, L. M., Matos, L., Puig, Y., & Sánchez, A. P. (2022). Secado y rehidratación de la seta comestible *Pleurotus ostreatus*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(3), 29-34.
- Cardona, Y. R., Díaz, J., Cardoso, L., & Sánchez, A. P. (2022). Culture media used in the proliferation of edible mushrooms of the *Pleurotus* genus. *Nexo Revista Científica*, 35(4), 881-894. <https://doi.org/10.5377/nexo.v35i04.15525>
- Cruz, D., Capa, D., Maza, D., Ojeda, R., & Benitez, Á. (2020). Producción y valor proteico de *Pleurotus ostreatus* en la región sur de Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 13(21), 34-43.
- Ferrer, J. C., Mas, S. M., Beltrán, Y., Morris, H. J., & Díaz, U. (2019). Estudio cinético de la producción de biomasa y compuestos fenólicos por *Pleurotus ostreatus* en fase sumergida. *Revista Cubana de Química*, 31(1), 16-30.
- García, N., Bermúdez, R. C., Augur, C., Roussos, S., & Perraud-Gaime, I. (2007). Producción de lacasa extracelular, remoción de fenoles y cafeína por *Pleurotus* spp. cultivado en pulpa de café. *Tecnología Química*, XXVIII(3), 83-91.
- García, N., Bermúdez, R. C., Castillo, I., Serrano, M., & Perraud, I. (2016). Evaluación de la producción de lacasa de *Pleurotus* spp. *Tecnología Química*, 36(1), 79-83.
- García, N., Bermúdez, R. C., & Serrano, M. (2011). Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles *Pleurotus*. *Tecnología Química*, XXXI(3), 15-22.
- Giraldo, J. J., Gómez, J., & Vásquez, N. (2012). Dimetilformamida sobre la viabilidad posvitricación de embriones bovinos producidos in vitro. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(1), 13-20.
- Grimm, A., Eilertsen, L., Chen, F., Huang, R., Atterhem, L., & Xiong, S. (2021). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushroom on Substrates Made of Cellulose Fibre Rejects: Product Quality and Spent Substrate Fuel Properties. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4331-4340. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01311-y>
- Grimm, D., Sonntag, E., & Rahmann, G. (2024). Oyster mushroom cultivation on cereal and legume straw of poor feed quality. *Studies in Fungi*, 9, e010. <https://doi.org/10.48130/sif-0024-0010>

- Hussein, A. M., Alshukri, A. Y., & Mohammed, A. E. (2019). Susceptibility of *Pleurotus ostreatus* grow on wheat, water hyacinth, barley straw and biodegrade its residues. *Int. J. Agricult. Stat. Sci.*, 15(2), 585-589.
- Jamil, F., Yaqoob, A., Mehmood, Z., Hamid, A., Shah, Z., Imtiaz, M., . . . Ijaz, R. (2019). Comparative Study for Growth and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.) on Different Substrates under Temperate Condition. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*, 18, 10-22.
- Karmani, M., Subramaniam, G., Sivasamugham, L. A., Cheng, W. H., & Wong, L. S. (2022). Effects of Different Substrates on the Growth and Nutritional Composition of *Pleurotus ostreatus*: A Review. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 10(3), 481-448. [http://dx.doi.org/10.18006/2022.10\(3\).481.486](http://dx.doi.org/10.18006/2022.10(3).481.486)
- Patel, S. K., Chandra, R., & Dhakad, P. K. (2019). Comparative study on growth parameters and yield potential of five species of oyster mushroom. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 152-156.
- Pérez, L. P., Alonso, E. H., Fernández, M. C., Vázquez, D. G., Ferrer, O. M., Rodríguez, L. L., & García, C. D. (2020). Cultivo en paja de arroz (*Oryza sativa* L) de la cepa P969 de *Pleurotus ostreatus* (JACQ) P. Kumm. *Agrotecnia de Cuba*, 44(1), 26-23.
- Puig, Y., Crespo, L. M., Cardona, Y. R., Matos, L., & Serrano, M. (2020). Evaluación de tres residuos agroindustriales como sustratos para cultivo de *Pleurotus ostreatus* var. Florida. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 4(7), 164-176. <https://doi.org/10.46296/yc.v4i7.0040>
- Rojas, B. (2018). *Actualización y mejoramiento del cepario de laboratorio de fisiología y biología molecular de frutos*. (Tesis de Diploma), Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Suárez, R., Macías, A. A., Cardona, Y. R., Díaz, J., & Sánchez, A. P. (2024). Evaluación de varios inóculos para el cultivo de setas comestibles *Pleurotus* spp. *AgroScience Research*, 2(1), 7-19. <http://doi.org/10.17268/agrosoci.2024.001>
- Tellería, J. L. (2012). *Introducción a la conservación de las especies* (1ra ed.). Valencia, España: Tundra Ediciones.
- Tesfay, T., Godifey, T., Mesfin, R., & Kalayu, G. (2020). Evaluation of waste paper for cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with some added supplementary materials. *AMB Express*, 10(15), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s13568-020-0945-8>
- Urgesa, L., Keneni, A., & Aga, E. (2024). Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) On Substrate Composed from Corn Stover Supplemented with Cotton Seed Waste in Ambo University. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 14(2), 102-112.
- Wergthemmi, W., Fayssal, S. A., Mazouz, H., Hajjaj, H., & Hajji, L. (2022). Olive and green tea leaves extract in *Pleurotus ostreatus* var. Florida culture media: Effect on mycelial linear growth rate, diameter and growth induction index. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1090, 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1090/1/012020>

Apéndice

Encuesta realizada a trabajadores del cepario

La presente encuesta tiene como objetivo conocer su opinión acerca de los manejos generales de ceparios. Los resultados de la misma permitirán identificar los aspectos generales que debemos tener en cuenta para desarrollar una propuesta para la confección de un cepario en la Universidad de Camagüey Ignacio AgramonteLoynaz.

1. Cargo actual y afiliación institucional:
2. Tiempo trabajando con microorganismos y *Pleurotus* spp.
3. ¿Cuál es tu formación académica y especialización relacionada con microbiología y cultivo de hongos, especialmente *Pleurotus* spp??
4. Describe los métodos que utilizas para cultivar y mantener microorganismos, especialmente *Pleurotus* spp.
 - Resiembrada continua.
 - Liofilización.
 - Criogenización.
 - Congelación bajo aceite mineral.
 - Congelación en agua destilada estéril.
 - Otros
5. ¿Estás involucrado en proyectos de investigación relacionados con microorganismos o *Pleurotus* spp?? Si es así, describe brevemente los objetivos.
6. ¿Cuáles son los desafíos más comunes que enfrentas en tu trabajo diario con microorganismos y *Pleurotus* spp??
7. ¿Qué consideraciones éticas tomas en cuenta al trabajar con microorganismos y *Pleurotus* spp??
8. ¿Qué recursos consideras imprescindibles para trabajar en el cepario?
9. ¿Qué aspectos te resultan más gratificantes y cuáles son los más desafiantes?