



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL MAR DEL PLATA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Título: Tecnología aplicada a la bioconversión de residuos sólidos de la industria pesquera.

Autores: Zanfrillo A.; Maggiore, M.; Campins, M.; Rampi, M.; Darago, A.

Año 2022

Tecnología aplicada a la bioconversión de residuos sólidos de la industria pesquera

Alicia Zanfrillo. Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. alicia@mdp.edu.ar

Marina Maggiore. Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. mmaggiore@docentes.mdp.utn.edu.ar

Macarena Campins. Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. mcampins@docentes.mdp.utn.edu.ar

Mariana Rampi. Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. mrampi@docentes.mdp.utn.edu.ar

Adrián Darago. Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. adrindar@gmail.com

Abstract

Purpose:

Design a circular and intelligent process for the use of waste from the fishing industry in the city of Mar del Plata (Argentine Republic) through the cultivation of mushrooms.

Methodology:

An experimental quantitative methodology is adopted through the cultivation of oyster mushroom (*Pleutorus* sp) and reishi (*Ganoderma lucidum*) inoculate using a substrate made up of a proportion of anchovy (*Engraulis anchoita*) waste with a high content of sodium chloride. and plant residue (rich in lignin and cellulose).

Results:

In the experimental study, results were obtained on the selection, conditioning and composition of the inputs for the design of the fungal production process.

In the incorporation of inputs, the secondary inoculate of oyster mushrooms (*Pleutorus* sp) and reishi (*Ganoderma lucidum*) and the substrate (pine straw and anchovy waste) were used.

The composition of the substrate was determined to be 70% pine straw as a source of lignin and cellulose and 30% anchovy waste.

The conditioning of the substrate for the development of the crop required a humidification of the vegetable residues, a drying of the animal waste and the subsequent sterilization process.

The survival of the mycelium in a substrate with animal waste with a high salt content is similar for the two species of fungi considered, therefore, for the crop to prosper, humidity values below 49% are required.

Genuine traceability of the inputs (anchovy and mushroom waste) and of the development process -mycelium- until obtaining, a posteriori, the mushrooms.

Research limitations:

The experiment is limited to salted products of the species *Engraulis anchoita* and the quality of the products obtained after the incubation and fruiting processes, as well as the reuse of the substrate, is still under study.

Originality:

The use of waste from the canning fishing industry, with a high content of sodium chloride, through the fungal kingdom, to reduce the negative environmental impact.

Keywords: triple impact; mushrooms; by-products; circular economy; smart technologies; southeast Buenos Aires.

Resumen

Objetivo:

Diseñar un proceso circular e inteligente para el aprovechamiento de desechos de la industria pesquera de la ciudad de Mar del Plata (República Argentina) a través del cultivo de hongos.

Metodología:

Se adopta una metodología cuantitativa, de tipo experimental, a través del cultivo de inóculos de gírgola (*Pleurotus sp*) y reishi (*Ganoderma lucidum*) utilizando un sustrato conformado por una proporción de desechos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) con alto contenido de cloruro de sodio y residuo vegetal (rico en lignina y celulosa).

Resultados:

En el estudio experimental se obtuvieron resultados sobre la selección, acondicionamiento y composición de los insumos para el diseño del proceso de producción fúngica.

En la incorporación de insumos, se utilizaron los inóculos secundarios de gírgola (*Pleurotus sp*) y reishi (*Ganoderma lucidum*) y el sustrato (paja de pino y desecho de anchoíta).

La composición del sustrato se determinó en un 70% de paja de pino como fuente de lignina y celulosa y en un 30% de desecho de anchoíta.

El acondicionamiento del sustrato para el desarrollo del cultivo precisó de una humidificación de los residuos vegetales, un secado de los desechos animales y el posterior proceso de esterilización.

La supervivencia del micelio en un sustrato con desechos animales con alto contenido de sal se presenta similar para las dos especies de hongos consideradas, por lo cual, para que prospere el cultivo se requieren valores de humedad inferiores a 49%.

Trazabilidad genuina de los insumos (desechos de anchoíta y hongos) y del proceso de desarrollo -micelio- hasta la obtención, a posteriori, de las setas.

Limitaciones:

El experimento se limita a productos en salazón de la especie *Engraulis anchoita* y aún está en estudio la calidad de los productos obtenidos después de los procesos de incubación y fructificación, así como el reaprovechamiento del sustrato.

Originalidad:

El aprovechamiento de residuos de la industria pesquera conservera, con alto contenido de cloruro de sodio, a través del reino fúngico, para reducir el impacto ambiental negativo.

Palabras Clave: triple impacto; hongos; subproductos; economía circular; tecnologías inteligentes; sudeste bonaerense.

1. Introducción

La preocupación por el impacto ambiental de la industria pesquera en Argentina ha llevado a abordar diferentes líneas de investigación. Una de ellas se inscribe en el aprovechamiento de residuos para la obtención de subproductos para consumo animal con bajo valor agregado, orientándose hacia una producción sostenible. En la ciudad de Mar del Plata (República Argentina), un alto porcentaje de estos residuos se aprovechan para la elaboración de harina de pescado mientras que otros tienen como destino el relleno sanitario, como los desechos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) por su alto contenido de cloruro de sodio.

La importancia de la actividad extractiva y alimenticia pesquera en el Producto Bruto Geográfico en la ciudad, así como el nivel de exportaciones del sector consolidan el horizonte de crecimiento de estos desechos para los próximos años. Con el propósito de mitigar los efectos sobre el ambiente producidos por

la elaboración de alimentos basados en recursos hidrobiológicos se propone una alternativa innovadora a través del empleo de los residuos como insumo en la producción de hongos comestibles. Bajo un modelo productivo basado en economía circular, se lleva a cabo una transformación de los desechos en un sustrato biológicamente apto y rico en nutrientes para la cosecha posterior de setas.

La incorporación de tecnologías habilitadoras a través de sensores inteligentes en el marco de Internet de las Cosas (*IoT*) permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones de cultivo y de la trazabilidad de los productos fúngicos con una metodología de desarrollo experimental para la producción de alimentos (hongos comestibles) y subproductos (sustratos) a partir de un residuo de efectos ambientales negativos.

En el presente trabajo se plantea el diseño circular del proceso de desarrollo de productos fúngicos con la determinación, acondicionamiento y composición de los insumos requeridos para la obtención de un sustrato apto para el cultivo que reduzca el impacto ambiental negativo de los residuos de la industria pesquera, en particular aquellos producidos por la salazón de anchoíta.

2. Revisión de Literatura

La preocupación mundial por la pérdida y desperdicio de alimentos se asienta en estadísticas que señalan un descarte de un tercio del volumen de la producción para consumo humano, posicionando esta temática como prioritaria en las agendas políticas de las naciones y en el compromiso asumido de reducción a la mitad del desperdicio de alimentos per cápita para 2030 en el marco del objetivo 12 "Producción y consumo sostenible" de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (FAO, 2011; Corrado y Sala, 2018). Estas estadísticas provienen mayoritariamente de países industrializados y escasamente de economías emergentes, provenientes de bases de datos secundarias, adoleciendo así de información primaria que garantice la reducción de los desperdicios y el desarrollo de estrategias alternativas de mitigación y valorización de los subproductos a partir de su reaprovechamiento y reconversión (Xue, Liu, Parfitt, Liu, Van Herpen, Stenmarck, O'Connor, Östergren y Cheng, 2017).

El lugar en la cadena de suministro donde se genera una mayor pérdida de alimentos o residuos depende del grado de industrialización del país: si el país es industrializado, los mayores desperdicios se encontrarán al final, mientras que, si se trata de países en vías de desarrollo, en vez de orientarse al consumo se localizarán al inicio o en las etapas intermedias de dicha cadena (Montero Barrantes, 2021). En la industria pesquera se generan tanto descartes de especies de bajo valor comercial como residuos con valores para algunas especies entre el 30-35% de su peso total como el langostino y en otras, como los cangrejos y centollas, puede alcanzar el 45% o el 55% (Pérez, 2019). Otra especie con alto nivel de desperdicio, es la anchoíta (*Engraulis anchoíta*)

estimado en un 45%, con el agregado de una alta concentración salina en los residuos generados particularmente en el proceso de descabezado (Zanfrillo, Leuci, Mortara y Tabone, 2019). Los residuos y subproductos antes de su descarte o reutilización deben ser transformados, lo cual eleva sus costos de producción y reduce los beneficios de la actividad (Montero Barrantes, 2021).

La FAO (2020) proporciona dos aportes de interés al análisis del aprovechamiento de los residuos pesqueros, uno de ellos es el desarrollo de subproductos, los cuales antes eran descartados como desechos o se empleaban para el consumo animal o en agricultura, en valores de hasta el 70% de la elaboración de productos pesqueros, con plazos acotados para su recolección y tratamiento dada su carga microbiana y enzimática, así como su rápida degradación. Otro aporte consiste en la composición de los insumos para la elaboración de subproductos "... compuestos por cabezas (que representan entre el 9% y el 12% del peso total del pescado), vísceras (entre el 12% y el 18%), piel (entre el 1% y el 3%), espinas (entre el 9% y el 15%) y escamas (alrededor del 5%)" (FAO, 2020: p. 67) que da cuenta del volumen a considerar que requieren opciones alternativas para su incorporación nuevamente en la cadena de valor.

Este volumen de desechos afecta la sostenibilidad de la industria pesquera por el alto impacto ambiental, ofreciendo mayores dificultades para los principales puertos argentinos con volúmenes importantes de desembarques de captura (Pérez, 2019). En el puerto de la ciudad de Mar del Plata la sostenibilidad de la industrialización de especies marinas se ve condicionada por la alta proporción de desechos generados en las etapas de procesamiento y el gran nivel de desembarques en promedio para la última década en menos de 400.000 toneladas (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021). Para tratar de mitigar estos efectos, los residuos de la actividad productiva pesquera son utilizados como subproductos tradicionalmente para harina de pescado, como insumo en la elaboración de productos alimenticios para animales domésticos con bajo valor agregado y reducido grado de innovación (FAO, 2020). Más allá de su aplicación al ámbito agropecuario, aquellos residuos donde no es factible su tratamiento y transformación en nuevos bienes de consumo, tienen como destino final el relleno sanitario, situación que supone tanto una erogación para las empresas respecto de la gestión de residuos sólidos industriales como un gran impacto ambiental para la comunidad y su territorio.

Para el año 2050 se estima la necesidad de cubrir la demanda de alimentos para un incremento de la población mundial en más de 2 mil millones, esto implica producir más carne y más leche y, por consiguiente, requerirá una mayor utilización de materias primas para la alimentación animal, amenazando así la sostenibilidad del sistema de alimentación por el incremento en la producción de cultivos para el ganado y el uso de recursos como la tierra y el agua (Ibarruria, Cebrián y Hernández, 2021). La valorización tradicional de los residuos pesqueros se efectúa a través del compostaje, sin que sea distinguible por su calidad, en la generación de subproductos con escaso valor agregado (Ibarruria,

Cebrián y Hernández, 2021). El desafío se instala entonces en dos vías, por una parte, en el desarrollo de nuevas materias primas de carácter sostenible para la alimentación animal o de otros ciclos productivos y por otro, elaborar nuevos productos con desperdicios mínimos. Una posible respuesta al desafío planteado para la provisión de alimentos en forma sostenible y la reducción del impacto ambiental de la producción pesquera se basa en aprovechar los residuos para la elaboración de alimentos, en un ciclo circular que vincule reinos hasta ahora bastante alejados como el animal y el fúngico.

Gracias a sus propiedades tanto nutricionales como medicinales, los hongos, se han convertido en el alimento funcional por excelencia. Con el aumento mundial de su consumo, se estima que más de 10 millones de toneladas de hongos comestibles o medicinales se producen al año en varios países (Leifa, Soccol, Pandey, Souza y Soccol, 2006). Las setas contienen cantidades relativamente elevadas de proteínas de alta calidad, lo que hace interesante su cultivo, especialmente en los países en vía de desarrollo (Nieto y Chegwin, 2010).

Uno de los países precursores en la producción de hongos comestibles fue China, aproximadamente hace 1.000-1.400 años, inicialmente comenzó como una tecnología de cultivo artesanal, basada en técnicas sencillas de propagación. Otros países con cultura en la producción de hongos son Francia, Italia, Estados Unidos, los Países Bajos, Polonia, España, Canadá, Reino Unido e Irlanda (Matute, Figlas, Postemsky, Balogh y Curvetto, 2011). Actualmente, se han incorporado y desarrollado tecnologías para mejorar sustancialmente la producción comercial a gran escala, no solo de los hongos comestibles conocidos, sino también de otras especies potencialmente cultivables (Martínez Carrera, 2002; Aguilar Doroteo, 2007). Estas tecnologías se basan principalmente en el mejoramiento genético de las especies y en la elaboración de sustratos nutritivos (Martínez-Carrera, Larqué-Saavedra, Aliphath, Aguilar, Bonilla y Martínez, 2000).

Argentina fue el primer país de la región sudamericana dedicado al cultivo y producción de hongos, principalmente de champiñón (Matute, Figlas, Postemsky, Balogh y Curvetto, 2011).

La hipótesis que guía la investigación marco en la que se inscribe este trabajo propone a los micelios de gírgola (*Pleurotus sp*) y reishi (*Ganoderma lucidum*) como agentes de bioconversión apropiados para reducir el impacto ambiental de los residuos generados por la industria pesquera en el Partido de General Pueyrredon. En este artículo se plasman los primeros aportes empíricos para la confirmación de la hipótesis.

3. Metodología

El presente trabajo de investigación propone un diseño de desarrollos fúngicos basado en desechos vegetales y animales, éstos últimos, con alto impacto

ambiental negativo bajo un modelo de economía circular. La propuesta metodológica se basa en un diseño experimental, a través del cultivo de inóculos de gírgola (*Pleurotus sp*) y reishi (*Ganoderma lucidum*) utilizando un sustrato conformado por una proporción de desechos de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) con alto contenido de cloruro de sodio y residuo vegetal (rico en lignina y celulosa).

La preparación del sustrato y el cultivo de los micelios se realizaron en el Laboratorio de Análisis Industriales de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mar del Plata (UTN-FRMDP). La investigación se realiza en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo de la UTN-FRMDP “Modelo de producción circular e inteligente de productos fúngicos basado en residuos de la industria pesquera”, iniciado el presente año.

Para la obtención de inóculo primario las cepas de gírgola y reishi fueron sembradas en medio de cultivo para hongos y levaduras, luego del periodo de incubación los inóculos primarios de ambos hongos se colocaron en granos de avena orgánica, humedecida y sometida a tratamiento térmico para eliminar microorganismos contaminantes. Posteriormente los micelios colonizaron los granos de avena y desarrollaron su fase vegetativa, conocida como inóculo secundario. Estos fueron utilizados para inocular el sustrato.

Para el sustrato se utilizó paja de pino de la zona previamente humedecida. Los desechos de anchoíta, fueron provistos por una empresa elaboradora de productos pesqueros radicada en la ciudad, los cuales se colocaron en una estufa de secado para reducir el exceso de humedad. Se realizó la mezcla de los dos ingredientes y así conformar el sustrato definitivo. Este, también fue sometido a tratamiento térmico para eliminar contaminantes biológicos. Una vez que el sustrato se encontró en las condiciones apropiadas de temperatura, se realizó el cultivo con el inóculo secundario. Previamente al periodo de incubación se realizó el análisis de humedad del sustrato según la metodología del AOAC 950.46 B.

4. Resultados y Discusión

La propuesta de aprovechamiento de residuos de alto impacto ambiental negativo basado en un modelo de economía circular integra desechos del reino vegetal y animal para el desarrollo de productos fúngicos de forma sostenible. La sostenibilidad del modelo se encuentra en el empleo de compuestos orgánicos considerados como desechos de la industria pesquera y en un tratamiento de los residuos del proceso -micelio- para su aprovechamiento en un nuevo ciclo del desarrollo fúngico, más allá de la comercialización de las setas como productos.

El modelo circular está compuesto por las siguientes etapas: identificación de insumos, cultivo, incubación, fructificación, cosecha y reutilización del micelio. Los resultados que se abordan en este trabajo corresponden a las tres primeras etapas del modelo descrito previamente constituyendo una retroalimentación para una nueva definición de los insumos de este modelo (Figura 1).



Figura 1. Desarrollo del inóculo en un sustrato con desecho de anchoíta

En el estudio experimental se obtuvieron los siguientes aportes sobre la selección, acondicionamiento y composición de los insumos para el diseño del proceso de desarrollo fúngico.

- En la incorporación de insumos, se utilizaron los inóculos secundarios de gírgola (*Pleurotus sp*) y reishi (*Ganoderma lucidum*) y el sustrato (paja de pino y desecho de anchoíta). La selección de estas especies fúngicas se basó en los beneficios económicos, nutricionales y en caso del último medicinal, de su explotación comercial. La determinación del sustrato responde a las pruebas empíricas favorables para el desarrollo del hongo y a los estudios sobre las condiciones de crecimiento plasmadas en la literatura científica para el cultivo de las especies fúngicas nombradas previamente.
- La composición del sustrato se determinó en un 70% de paja de pino como fuente de lignina y celulosa y en un 30% de desecho de anchoíta. Los hongos requieren carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos como fuentes nutritivas, las principales fuentes de carbono son la celulosa, hemicelulosa y lignina componente principales de los desechos vegetales. Por otro lado, la literatura científica resulta escasa respecto de los efectos de la industria pesquera y los cultivos fúngicos, y en particular, para los desechos de anchoíta.

- El acondicionamiento del sustrato para el desarrollo del cultivo precisó de una humidificación de los residuos vegetales, un secado de los desechos animales y el posterior proceso de esterilización. Se modificaron las condiciones iniciales de disposición de los insumos a fin de reducir los niveles de humedad y el crecimiento de microorganismos contaminantes en el sustrato.
- Por último, se observó que la supervivencia del micelio en un sustrato con desechos animales con alto contenido de cloruro de sodio requiere valores de humedad inferiores a 49%. Las primeras pruebas ofrecieron resultados negativos sobre el desarrollo del hongo, obteniéndose valores de humedad que no benefician el crecimiento de ambas especies fúngicas.

La retroalimentación de estos resultados permitió modificar las condiciones iniciales de los insumos a fin de obtener un sustrato que permitiera el crecimiento bajo condiciones de humedad apropiadas, iniciándose así un segundo ciclo con esta nueva configuración que se encuentra actualmente en la etapa de incubación.

5. Conclusiones e Investigación Futura

La situación problemática que se pretende abordar en esta propuesta tiene como foco principal ofrecer alternativas sostenibles a los efectos de una de las actividades económicas de mayor importancia para el país y para el Partido de General Pueyrredon con Mar del Plata como ciudad cabecera, la industria pesquera. Si bien los valores de desperdicios de la elaboración de productos del sector rondan el 30-35% de su peso, como es el caso del langostino y otros como el cangrejo y centolla entre el 45-55%, la especie anchoíta se sitúa entre estos últimos, con niveles de desperdicio cercanos al 45%, con un efecto negativo ambiental adicional presente en la alta concentración salina, en particular en el proceso de descabezado.

Además del mencionado impacto ambiental negativo, se incorpora el destino de estos residuos, que son llevado directamente al relleno sanitario local, generando no solo una erogación para las empresas en las actividades de recolección y traslado sino, además, en la contribución a una mayor contaminación por la acumulación de desechos sólidos industrializados de difícil degradación.

El potencial de generar opciones de utilización de los desechos que resulten rentables se ha centrado en la elaboración de productos como la harina de pescado, para consumo animal, con bajo valor agregado, restando capacidad al esquema productivo de desarrollar nuevos productos y procesos que resulten sostenibles y con valor agregado para mercados emergentes.

La presente investigación se propone contribuir en dos aspectos principales, uno, en el desarrollo de estudios sobre un área de conocimiento de importancia creciente en la sostenibilidad de la industria pesquera, como es el tratamiento de los residuos generados por esta actividad económica, con escaso desarrollo de subproductos que ofrezcan un valor agregado significativo.

En segundo lugar, en el diseño de un nuevo ciclo productivo, circular, inteligente, con insumos considerados en la actualidad sin aporte de valor que son transformados y constituirían el soporte necesario para el cultivo de productos alimenticios de alto valor nutritivo y además, proporcionando un subproducto para su uso en el inicio del ciclo productivo o en otras industrias, llevando así a un modelo con mínimas medidas de consecuencia tendiendo hacia el desperdicio cero.

En atención a la generación de producción sostenible y contribuir con la creciente demanda de productos alimenticios saludables, en consonancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible - ODS N° 2 Hambre Cero y ODS N° 12 Producción y Consumo Sostenible, se plantean los siguientes efectos para las actividades consignadas en la propuesta:

- aprovechamiento de desechos de la industria pesquera,
- mayor visibilidad de la trazabilidad de los productos para la seguridad alimentaria, no solo para el producto, sino para todo el ciclo productivo desde el origen del insumo (esporas y desechos de la industria pesquera), especie y proceso productivo hasta los productos y subproductos (setas y sustratos),
- valor agregado al proceso productivo por la trazabilidad y aprovechamiento de insumos en todo el ciclo productivo, mínimos desperdicios y uso eficiente de recursos no renovables (energía, agua).

Con base en la escuela de pensamiento de economía circular, la economía azul, que sostiene el aprovechamiento de residuos para la creación de nuevos productos asociado a una eficiencia de costos para el tratamiento y desarrollo de los cultivos fúngicos, se ofrecen los primeros aportes para la definición de una alternativa de mayor valor agregado. Se plantea, además, la consideración de la eficiencia del proceso, en el aprovechamiento de los residuos –micelio- para el inicio de un nuevo ciclo de desarrollo productivo.

Otro elemento a favor del ciclo sostenible que se diseña para el desarrollo de los cultivos fúngicos, se constituye en la utilización de compuestos derivados de la industria pesquera local, sin requerir insumos importados. El uso de materiales orgánicos locales evitaría un efecto negativo en la economía nacional dados los costos elevados en la adquisición de insumos y la consiguiente huella ambiental de su transporte.

Por lo antes expuesto, este ciclo productivo circular e inteligente propone un modelo apto para brindar mayor sostenibilidad a la industria de la anchoíta, tanto en la calidad nutricional de las setas como a través de un proceso productivo competitivo en términos de rentabilidad y diferenciación del producto a ofrecer. Como líneas de trabajo futuras se continuará con el cultivo en las condiciones expuestas y el análisis de los productos obtenidos en la cosecha, setas, para determinar los usos potenciales y la eficiencia del ciclo productivo.

Referencias bibliográficas

Aguilar Doroteo, L. (2007). Producción de inóculo líquido para cultivo de *Pleurotus* spp [Tesis de grado]. Maestra en Ciencias en Bioprocesos. México: Instituto Politécnico Nacional.

Corrado, S. y Sala, S. (2018). Contabilidad del desperdicio de alimentos a lo largo de las cadenas de suministro de alimentos mundiales y europeas: estado del arte y perspectivas. *Gestión de residuos*, 79, 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.032>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *Global Food Losses and Food Waste? Extent, Causes and Prevention*. Roma: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción*. Roma: FAO. Roma: FAO: 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>

Ibarruri, J., Cebrián, M. y Hernández, I. (2021). Valorización de descartes de frutas y verduras por fermentación en estado sólido y sumergida de hongos para la producción de ingredientes alternativos para piensos. *Journal of Environmental Management*, 281, 1-8.

Leifa, F., Soccol, A. T., Pandey, A., Souza, V. L. y Soccol, C. R. (2006). Effect of caffeine and tannins on cultivation and fructification of *Pleurotus* on coffee husks. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37(4), 420-424.

Martínez-Carrera, D., A. Larqué, M. Aliphath, A. Aguilar, M. Bonilla & W. Martínez, (2000). La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D.

Martínez Carrera, D. (2002). Mushroom. *Encyclopedia of Science and Technology*, 9th ed. New York: Mc Graw-Hill.

Matute, R., Figlas, D., Postemsky, P., Balogh, G. y Curvetto, N. (2011). Hongos comestibles y medicinales. *Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida, Conicet, Bahía Blanca*. 20(120), 8-15

Montero Barrantes, M. (2021). Protein hydrolyzed from byproducts of the fishery industry: Obtaining and functionality. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2). DOI 10.15517/AM.V32I2.41437

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

Pérez, T. (2019). Los residuos que generamos: su manejo sustentable, un gran desafío. 1era. ed. Publicaciones científicas, 14. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Xue, L., Liu, G., Parfitt, J., Liu X., Van Herpen E., Stenmarck A., O'Connor, C., Östergren, K. y Cheng, S. (2017). Missing Food, Missing Data? A Critical Review of Global Food Losses and Food Waste Data. *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6618-6633. DOI: 10.1021/acs.est.7b00401

Zanfrillo, A., Leuci, V., Mortara V. y Tabone, L. (2019) Impacto ambiental de las tecnologías empleadas en el proceso de salazón de anchoíta. En: I Congreso Nacional de Ingeniería Pesquera. Puerto Madryn: Universidad Tecnológica Nacional.