

La producción de hongos comestibles frente a la crisis alimentaria del Ecuador

Edible mushrooms production against the food crisis from Ecuador

Edwin Jesús Ortiz Rodríguez¹, Julio Pineda Insuasti², Astrid Stefanía Duarte Trujillo³, Guillermo Andrés Parrado Castro³, Claudia Patricia Soto Arroyave⁴, Camilo Alejandro Pineda Soto⁵

¹ Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), Ibarra, Ecuador.

³ Universidad de los Llanos (UNILLANOS), Villavicencio, Colombia.

⁴ Universidad Católica de Oriente (UCO), Rionegro, Colombia.

⁵ Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: edwinortizrod@gmail.com

Recibido: octubre 15 de 2017

Aceptado: diciembre 13 de 2017

RESUMEN

Los hongos comestibles son un alimento rico tanto nutricional como medicinalmente, que se cultiva fácilmente sobre residuos agroindustriales. El impacto de su producción en los territorios rurales ecuatorianos, no ha sido abordada. El objetivo de este trabajo fue reconocer la importancia de dicha actividad agroindustrial en la valorización de los recursos locales rurales como una alternativa para enfrentar la crisis alimentaria mundial. Se realizó una ardua búsqueda bibliográfica y se encontró que la producción de hongos comestibles como AIR, concebida dentro de un SIAL, constituye un elemento clave en la lucha contra la inseguridad alimentaria y la pobreza rural.

PALABRAS CLAVES: aprovechamiento de recursos, seguridad alimentaria, zona rural.

ABSTRACT

Edible mushrooms are a food rich both nutritionally and medicinally, which is easily grown on agroindustrial waste. The impact of its production in Ecuadorian rural areas has not been addressed. The aim of this study was to recognize the importance of this agroindustrial activity in valorization of rural local resources as an alternative to tackle the global food crisis. An arduous literature search was made and it was found that the production of edible fungi as AIR, conceived within a SIAL constitutes a key element in the fight against food insecurity and rural poverty.

KEYWORDS: resources development, food security, rural areas.

INTRODUCCIÓN

La humanidad vivía bajo la profecía malthusiana de que la población iba a aumentar exponencialmente mientras que la producción de alimentos lo haría linealmente, hasta que,

políticas alimentarias y demográficas, así como avances tecnológicos permitieron hacer frente a esta problemática. Pese a estos logros, se estima que para mediados del siglo XXI la población mundial alcance los 9200 millones de habitantes, la población urbana represente

el 70% del total, frente al 49% actual y la demanda de alimentos aumente un 50%. Dicho aumento poblacional repercutirá en la superficie agraria per cápita, que pasará de 2,6 has en 2010 a 1,5 has en 2050; por lo que se hace necesario el aumento de la producción por área. Lo malo, es que se prevé que el aumento de la productividad pasará del 1,4% en la primera década del siglo al 1% a mediados de este. La forma de hacer frente a ésta problemática es mediante la adopción de tecnologías que aumenten la productividad sin comprometer negativamente el medio ambiente. En éste sentido, hay que reconocer la importancia de la biotecnología y la ingeniería genética (Viñas, 2011, 2012). La implementación de la biotecnología se plantea como una solución viable para confrontar la crisis alimentaria en el mundo puesto que no solo aumenta la productividad de los cultivos sino que también mejora las propiedades nutricionales de los alimentos (Ramón et al., 2005), aumenta su vida útil y su calidad higiénico-sanitaria a través de procesos de bioconservación, y trazabilidad (Marín, 2016).

Uno de los retos de alimentar al mundo es proveer a las personas la proteína y micronutrientes necesarios en su dieta (Godfray et al., 2010). No obstante, la producción de carne cada vez es más insostenible ambiental y económicamente; por tanto la modificación de hábitos de consumo hacia fuentes de proteína alternativa es una opción viable (Capone, El Bilali, Debs, Cardone, y Driouech, 2014; Hoogland, de Boer, y Boersema, 2005). La producción de proteína de origen microbiano o Proteína Unicelular (SCP, por sus siglas en inglés), es una aplicación biotecnológica muy antigua y conocida, que permite convertir los residuos agroindustriales en productos biotecnológicos útiles desde un punto de vista económico, nutricional e industrial mediante procesos de fermentación controlados (Olsen y Allermann, 2001; Pineda, Ramos, y Soto, 2014); su consumo constituye una alternativa biotecnológica para afrontar el reto de la seguridad alimentaria contemplado

en el objetivo número uno de la Declaración del Milenio (Anupama y Ravindra, 2000; FAO, FIDA y PMA, 2015). No obstante, el consumo de proteínas de bacterias, levaduras y algas se ha visto limitado debido a problemas de toxicidad y otras reacciones adversas (García-Garibay, Gómez-Ruiz, Cruz-Guerrero, y Bárzana, 2014; Zepka, Jacob-Lopes, Goldbeck, Souza-Soares, y Queiroz, 2010) por lo que la producción de proteína obtenida de hongos filamentosos se plantea como una opción más viable para la obtención de aminoácidos esenciales y proteínas de alta digestibilidad (Nigam y Singh, 2014; Román Corrochano, 2013).

El Ecuador es un país rico en biodiversidad, lo que le hace apto para la actividad agropecuaria, agroindustrial y la biotecnología (Banco Mundial, 2014). Bajo este contexto, la producción de hongos comestibles es una actividad biotecnológica viable para el país, aunque su impacto en los territorios rurales, no ha sido estudiado.

El objetivo de este trabajo es reconocer la importancia de dicha actividad agroindustrial en la valorización de los recursos locales rurales como una alternativa para hacer frente a la crisis alimentaria mundial.

CRISIS ALIMENTARIA MUNDIAL

La Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación establecen que “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (ONU, 1996). La definición plantea cuatro dimensiones primordiales que son: Disponibilidad física de los alimentos, acceso económico y físico, utilización (diversificación de la dieta y consumo calórico) y estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones mencionadas.

La FAO define el hambre como sinónimo de desnutrición crónica (FAO, 2015a). “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible” es el segundo de los Objetivos De Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU; se ha visto obstaculizado por los conflictos socio-económicos y las catástrofes naturales, que conducen cada día a una mayor inseguridad alimentaria. En el periodo de 1990-2015 se logró reducir el número de personas con hambre de un 23% a un 12,9% a nivel mundial, sin embargo, pese al enorme esfuerzo, una de cada nueve personas vive en pobreza extrema y sufren de hambre, lo que representa en la actualidad unos 800 millones de personas, de las cuales alrededor del 97% pertenecen a países en desarrollo. Asimismo, existen más de 160 millones de niños menores de 5 años que para su edad tienen una altura inadecuada, debido a una alimentación insuficiente (FAO et al., 2015; ONU, 2015). A este problema de subalimentación se suma el aumento progresivo de la proporción de personas con obesidad, que está alrededor del 6,5%, como consecuencia de malos hábitos alimenticios (FAO, 2015b).

SITUACIÓN LATINOAMERICANA

Latinoamérica y el Caribe cuentan con recursos más que suficientes para alimentar a toda la población, el problema radica en el desempeño productivo y la diversidad de políticas que garanticen el acceso a los más vulnerables. Gracias al aumento del Producto Interno Bruto (PIB) se logró reducir el porcentaje de personas con hambre de 14,7 al 5,5 %. Empero, a pesar de reducirse a menos de la mitad el número de personas subalimentadas desde 1990, todavía existen más de 34 millones de individuos en estado de desnutrición crónica. Actualmente, mediante la Iniciativa “América Latina y el Caribe sin Hambre”, se ha propuesto erradicar el hambre por completo antes del 2025. Este objetivo fue ratificado y adoptado en 2015 por la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC) mediante su Plan de

Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre. A nivel Latinoamérica, existen alrededor de 16 millones de personas subalimentadas, siendo Colombia (4,4 millones), Perú (2,3 millones), Bolivia (1,8 millones) y Ecuador (1,8 millones) los países más afectados (FAO, 2015b).

SITUACIÓN NACIONAL

Ecuador al igual que el resto de países en desarrollo lucha contra la crisis de la inseguridad alimentaria y el cambio climático (Pineda, 2014). Pese al logro mundial de la disminución del número de personas hambrientas en casi un 50%, este país muestra un progreso lento en el cumplimiento del ODM1 (ONU, 2015), puesto que el cumplimiento del Reglamento Sanitario Internacional de la Organización Mundial de la salud (OMS) en términos de seguridad alimentaria es de tan sólo el 50-60 % (Global Economy and Development, 2015). Se reportaron para el año 2014 alrededor de 1,8 millones de personas en estado de desnutrición, lo que corresponde al 10,9% de la población (FAO, 2015). Además, el 25% de la población infantil presentó retraso en el crecimiento por desnutrición crónica y el 2,3% murió de hambre. La más afectada es la población rural, ya que el 70% presentó desnutrición por alimentación hipocalórica y el 67% por alimentación hipoproteica (Global Economy and Development, 2015). El índice GIH (Global Index Hunger, 2015), dio al Ecuador una puntuación de 14, lo que lo cataloga como un país con un moderado problema de desnutrición en su población (Von Grebmer et al., 2015). Para el año 2016, la situación se agravó debido al terremoto que sacudió la costa norte ecuatoriana y dejó alrededor de 150000 personas en pobreza extrema; a esto se suma el aumento de migrantes colombianos y colombianos, que en conjunto representan más del 90% de los refugiados (World Food Programme [WFP], 2015).

Por otro lado, los pilares de la seguridad alimentaria en el Ecuador, no se han cumplido adecuadamente: el consumo y el acceso a los alimentos medido según la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) 2014 ha sido incumplido por el 25,8 % de la población; y la disponibilidad de los alimentos se ha visto estancada por el no ascenso de la productividad, los fenómenos climáticos y la disputa por el agua de riego entre los cultivos de consumo nacional y los de exportación (como las flores en Pichincha) (Carrasco y Manosalvas, 2015; INEC, 2015; Mena-Vásquez, Boelens, y Vos, 2016).

Un análisis de la accesibilidad de los alimentos en el Ecuador mostró que “el principal obstáculo de la seguridad alimentaria está dado por la incapacidad de los hogares para acceder a una canasta alimenticia básica”, lo que desencadena en dietas hipocalóricas. Según la ECV 2006, alrededor del 8,7% de los hogares del país no puede acceder a una canasta de alimentos que cubra con los requerimientos calóricos mínimos, y aproximadamente 3 de cada 10 familias presentan dificultades para pagar sus gastos de alimentación. Además, existen problemas distributivos, ya que el 10% de las familias más ricas consume cinco veces más alimento que el 10% de las familias más pobres (Calero, 2011). Las provincias del Ecuador más afectadas por la inseguridad alimentaria son Morona Santiago y Napo, que presentan desnutrición en un 50 a 60% de la población (INEC, 2015).

La provincia de Imbabura tiene alrededor del 32,4% de su población en estado de desnutrición (INEC, 2015), lo cual se ha mitigado un poco gracias a la alta producción y consumo de fréjol ya que el consumo promedio de esta leguminosa es superior a 40kg/(persona*año), aproximadamente 10 veces superior que la media nacional (FAO, n. d.). Actualmente, existe un Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional denominado SAN Imbabura, destinado al fortalecimiento de los sistemas alimentarios locales, principalmente de las familias más

vulnerables de los cantones de Ibarra, Cotacachi y Pimampiro (Unicef, 2015).

En este contexto, la Constitución Política de la República del Ecuador (2008) en su artículo 48 establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del estado; y en el artículo 262 establece que es competencia de los Gobiernos Regionales Autónomos fomentar la seguridad alimentaria. También dicta, que una de las formas de lograrlo es impulsando la producción, transformación agroalimentaria y el desarrollo de biotecnología bajo normas de bioseguridad. Los sectores de alimentos y biotecnología son sectores priorizados por el Plan de Desarrollo para el Buen Vivir 2017-2021 mediante el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, que constituye una ventaja comparativa en el desarrollo científico y el biocomercio nacional (Senplades, 2017). Teniendo en cuenta que el Ecuador, junto con el resto de países de la Comunidad Andina (Colombia, Perú, Bolivia y Venezuela), concentran alrededor del 25 % de la biodiversidad mundial y presentan el mayor número de especies endémicas (Corporación Andina de Fomento, 2007). El uso sostenible de la biodiversidad constituye un motor de desarrollo, no sólo en términos económicos, sino también sociales, porque contribuye a la lucha contra el hambre.

LOS HONGOS COMESTIBLES

Se estima que existen en la naturaleza más de 1,5 millones de especies de hongos, de las cuales sólo se han descrito alrededor de 69 mil (Hawksworth, 1991). Tan sólo en el Ecuador se han estimado más de 100 mil especies de hongos (Hawksworth, 2001), aunque se han descrito tan solo cinco mil (Freire Fierro, 2004). Aproximadamente 14 mil especies de hongos producen cuerpo fructífero, pero solo 7 mil tienen algún grado de comestibilidad y tan solo 3 mil pueden ser consideradas completamente comestibles. Cerca 200 de estas especies han sido cultivadas experimentalmente, 60 cultivadas comercialmente y apenas 10

producidas a escala industrial (Chang y Miles, 2004).

Los hongos comestibles tienen un alto contenido de proteína (entre el 20 al 30 % en base seca), pared quitinosa que actúa como fibra dietética, alto contenido de vitaminas del complejo B, bajo contenido de grasa y todos los aminoácidos esenciales, por lo que se podrían consumir como sustitutos de la carne (Ghorai *et al.*, 2009). Adicionalmente, presentan excelentes propiedades medicinales debido a su contenido de biocompuestos con actividad biológica; dentro de los cuales se identifican beta-glucanos, enzimas, policétidos, ácidos grasos, lectinas, polifenoles, flavonoides y terpenoides, entre otros; que pueden ser aislados del micelio, del cuerpo fructífero y del medio de cultivo agotado (Gomes-Corrêa, Brugnari, Bracht, Peralta, y Ferreira, 2016).

El cultivo los hongos comestibles es muy rentable debido su bajo costo de producción, gracias a que pueden crecer sobre residuos agroindustriales (Suárez y Nieto, 2016), que de otro modo no tendrían valor agregado. Se estima que se producen en el mundo alrededor de 1×10^{10} TM de residuos lignocelulósicos cada año, por lo que su potencial de bioconversión en biomasa fúngica está sub-aprovechado (Li, Kim, Jiang, Won, y Nam, 2009). La bioconversión ocurre naturalmente por Fermentación en Estado Sólido (FES), aunque también se puede efectuar por Fermentación en Estado Líquido (FEL), método empleado a nivel industrial (Fazenda, Seviour, McNeil, y Harvey, 2008). La FES es un bioproceso en el cual el microorganismo se desarrolla sobre un sustrato sólido, en este caso, los residuos lignocelulósicos, que utiliza como fuente principal de nutrientes y medio físico para su crecimiento (Belur y Mugeraya, 2011). Según Pineda, Ramos y Soto (2014), la FES presenta grandes ventajas con respecto a la FEL. Estas son: Menor costo de inversión, mayor productividad, bajo consumo de energía, mayor simplicidad del proceso, menor uso de

agua y una mejor eficiencia de recuperación de productos (Khalil, Hoque, Basunia, Alam, y Khan, 2011; Kumar, Jain, Shanker, y Srivastava, 2003).

VALORIZACIÓN DEL TERRITORIO RURAL

La inseguridad alimentaria es una forma de medir la pobreza, la cual agrupa medidas monetarias de las condiciones de vida de la población, tales como ingresos y consumo. La inseguridad alimentaria está muy relacionada con el consumo, ya que aquellas personas que tienen una dieta que no cumple con los requerimientos calóricos mínimos son consideradas como pobres extremos (INEC, 2015). La población rural es la más afectada, pues alrededor del 70% presenta alimentación hipocalórica, mientras el 67% presenta alimentación hipo-proteica (Global Economy and Development, 2015), lo que se debe principalmente a la liberalización de los mercados internos que da mayor favoritismo a la agricultura moderna exportadora que a la campesina, promoviendo la inequitativa distribución de las ganancias obtenidas de la explotación de los recursos locales. Se da una dualidad entre grandes empresarios y campesinos, siendo el primer grupo quien se queda con las ganancias. Frente a dicha problemática de pobreza rural, han ido tomando importancia aquellas propuestas de desarrollo con visión local que busquen una mayor participación de los actores rurales (Boucher, 2006; Salas Casasola, Boucher, y Requier-Desjardins, 2006).

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) se definen como “organizaciones de producción y de servicio (unidades de producción agrícolas, empresas agro-alimentarias, comerciales, de servicio, de restauración...) asociadas a un territorio específico por sus características y su funcionamiento” (Muchnick y Sautier, 1998). La Agro-Industria Rural (AIR), consolidada mediante una visión territorial bajo el concepto de SIAL, es una forma de valorizar la producción agrícola de las comunidades

campesinas, de modo que las ganancias se distribuyan en los territorios rurales y no en manos de terceros (Salas Casasola et al., 2006; Torres Salcido, 2007).

La producción de hongos comestibles como AIR, no sólo contribuye a la generación de ingresos locales y la diversificación de la economía; también beneficia al medio ambiente tras la valorización de los residuos agroindustriales y el aprovechamiento de la biodiversidad fúngica; así mismo, favorece a la seguridad alimentaria, pues al aumentar los ingresos de los campesinos se favorece el acceso a los alimentos. Inclusive, la producción de hongos comestibles puede ser implementada como agricultura de subsistencia, aumentando la ingesta proteica y favoreciendo la salud de sus productores. Se estaría promoviendo el cambio de matriz productiva propuesto por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2012) que busca pasar de una economía extractiva a una agroindustrial que dé mayor valor agregado a los recursos locales rurales, y más en este caso, donde las materias primas empleados son los residuos de cosecha y poscosecha, que de otro modo no recibirían ningún tipo de aprovechamiento.

Las políticas del entorno institucional en el Ecuador son favorables para la implementación de esta AIR en el marco del Plan nacional para el Buen vivir 2013-2017, sin embargo, una limitante imperante tiene que ver con las características culturales del territorio, de acuerdo con Torres Salcido (2007), ya que la producción de hongos comestibles no es una actividad agrícola tradicional, por tanto, la población rural tendería a resistirse al cambio. Una excepción a la generalidad son los productores del hongo

Pleurotus ostreatus en la zona de amortiguamiento de la reserva Biosfera de Sumaco y Cayambe-Coca (López-Rodríguez, Hernández-Corredor, Suárez-Franco, y Borrero, 2008), y los recolectores de hongos de pino en Cayambe, a través de la empresa URCO, SISA creada por la Casa Campesina del cantón (DFC, 1998).

En términos económicos, la AIR de hongos comestibles es viable porque presenta bajos costos de producción (Pineda, 2014; Pineda, Ramos, Soto, et al., 2014) y un mercado próspero, que está aumentando a una velocidad del 25 % al año. Para el año 2010 se reportó una producción mundial de 10 millones de toneladas; siendo China, Italia y Estados Unidos los principales productores (FAO, 2014). Latinoamérica ha sido una de las regiones que más ha tardado en adherirse al desarrollo tecnológico de la micocultura, pese a la tradición ancestral en el conocimiento y consumo de hongos (BOA, 2004). Particularmente, el Ecuador inició sólo hasta la década de los 60's con las empresas KENNET S.A y AMCESA, produciendo principalmente hongos frescos, razón por la cual importa 361 toneladas de hongos en conserva (FAO, 2014), un mercado potencial para las AIR de setas comestibles.

CONCLUSIONES

La producción de hongos comestibles como AIR concebida dentro de un SIAL permite la valorización de los recursos locales rurales en pro del desarrollo territorial endógeno; constituyendo un elemento clave en la lucha contra la inseguridad alimentaria y la pobreza rural. Por tanto, su implementación impacta benéficamente los territorios rurales.

REFERENCIAS

- Anupama, y Ravindra, P. (2000). Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*, 18(6), 459–479. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(00\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(00)00045-8)
- Banco Mundial [BM]. (2014). Ecuador. Recuperado a partir de

<http://www.bancomundial.org/es/country/ecuador>

- Belur, P., y Mugeraya, G. (2011). Microbial Production of Gibberellins : State of the Art. *Research Journal of Microbiology*, 6(1), 25–40. <https://doi.org/10.3923/jm.2011.25.40>
- BOA, E. (2004). *Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población*. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>
- Boucher, F. (2006). Agroindustria rural y sistemas agroalimentarios locales. Nuevos enfoques de desarrollo territorial. En *III Congreso Internacional de la Red SIAL “Alimentación y Territorios”* (p. 24). IICA y CIRAD.
- Calero, C. J. (2011). *Seguridad Alimentaria en Ecuador Desde un Enfoque de Acceso a Alimentos*. Quito: Flacso-Sede Ecuador, Abya - Yala. Recuperado a partir de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/52065.pdf>
- Capone, R., El Bilali, H., Debs, P., Cardone, G., y Driouech, N. (2014). Food System Sustainability and Food Security: Connecting the Dots. *Journal of Food Security*, 2(1), 13–22. <https://doi.org/10.12691/jfs-2-1-2>
- Carrasco, F., y Manosalvas, M. (2015). *Informe de la revisión estratégica (IRE) de la seguridad alimentaria y nutricional en Ecuador*. Quito.
- Chang, S.-T., y Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. (Eds., Ed.) (2ª ed.). Florida: CRC Press.
- Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños [CELAC]. (2015). *Plan para la seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre 2025*. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i4493s.pdf>
- Corporación Andina de Fomento. (2007). *Biocomercio en la subregión andino: oportunidad para el desarrollo*. Corporación Andina de Fomento. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/utnortesp/detail.action?docID=10174166>
- Fazenda, M. L., Seviour, R., McNeil, B., y Harvey, L. M. (2008). Submerged Culture Fermentation of “Higher Fungi”: The Macrofungi. *Advances in Applied Microbiology*, 63, 33–103. [https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(07\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(07)00002-0)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (s. f.). Perfil de fréjol en el Ecuador. Citado por Carvajal, A. (2012) Rentabilidad de cuatro variedades y cinco líneas promisorias de fréjol voluble en dos sistemas de cultivo (espaldera y asocio con maíz), bajo manejo orgánico [Tesis de grado]. Escuela Superior. Recuperado a partir de http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2202/1/13T0747_CARVAJAL_ADELA.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2014). Statistics. Recuperado a partir de <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2015a). Mapa del hambre 2015 de la FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/hunger/es/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2015b). *Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i6747s.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA], y Programa Mundial de Alimentos [PMA]. (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos*. Roma. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>
- Freire Fierro, A. (2004). *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- García-Garibay, M., Gómez-Ruiz, L., Cruz-Guerrero, A. E., y Bárzana, E. (2014). Single Cell Protein | Yeasts and Bacteria. En *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 431–438). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00310-4>
- Ghorai, S., Banik, S. P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., y Khowala, S. (2009). Fungal

- biotechnology in food and feed processing. *Food Research International*, 42(5–6), 577–587. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.019>
- Global Economy and Development. (2015). Ending Rural Hunger [ERH]: Mapping needs and actions for food and nutrition security. Recuperado a partir de <https://endingruralhunger.org/data/map/>
- Global Index Hunger [GIH]. (2015). GIH scores 2015. Recuperado a partir de <http://ghi.ifpri.org/>
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818.
- Gomes-Corrêa, R. C., Brugnari, T., Bracht, A., Peralta, R. M., y Ferreira, I. C. F. R. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 103–117. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.012>
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95(6), 641–655. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80810-1](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80810-1)
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1· 5 million species estimate revisited. *Mycological research*, 105(12), 1422–1432. <https://doi.org/10.1017/S0953756201004725>
- Hoogland, C. T., de Boer, J., y Boersema, J. J. (2005). Transparency of the meat chain in the light of food culture and history. *Appetite*, 45(1), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2005.01.010>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2015). *Informe de resultados ECV 2013-2014*. Quito.
- Khalil, M. I., Hoque, M. M. M. M., Basunia, M. A., Alam, N., y Khan, M. A. M. A. (2011). Production of cellulase by *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* in solid state fermentation of lignocellulosic biomass. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(4), 333–341. <https://doi.org/10.3906/tar-1002-684>
- Kumar, D., Jain, V. K., Shanker, G., y Srivastava, A. (2003). Citric acid production by solid state fermentation using sugarcane bagasse. *Process Biochemistry*, 38(12), 1731–1738. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(02\)00252-2](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(02)00252-2)
- Li, H., Kim, N., Jiang, M., Won, J., y Nam, H. (2009). Bioresource Technology Simultaneous saccharification and fermentation of lignocellulosic residues pretreated with phosphoric acid – acetone for bioethanol production. *Bioresource Technology*, 100(13), 3245–3251. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.021>
- López-Rodríguez, C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, C., y Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128–137. Recuperado a partir de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1417/4438>
- Marín, P. (2016). Pruebas Microbiológicas Y Físico - Químicas Para El Control De Calidad De Hongos Entomopatógenos. *Control*, (March 2002), 1–18.
- Mena-Vásquez, P., Boelens, R., y Vos, J. (2016). Food or flowers? Contested transformations of community food security and water use priorities under new legal and market regimes in Ecuador's highlands. *Journal of Rural Studies*, 44, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.02.011>
- Muchnick, J., y Sautier, D. (1998). Systèmes agro-alimentaires localisés et construction de territoires. *Proposition d'action thématique programmée*.
- Nigam, P. S., y Singh, A. (2014). Single Cell Protein | Mycelial Fungi. En C. Batt y M. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 415–424). Reino Unido: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00311-6>

- Olsen, J., y Allermann, K. (2001). *La biomasa microbiana como fuente de proteína. Biotecnología básica*. (Biotecnolo). ACRIBIA S.A.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1996). *Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y plan de acción de la cumbre mundial de la alimentación* (No. 338.19 C969d). Roma. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *The road to dignity by 2030: ending poverty, transforming all lives and protecting the planet*. Recuperado a partir de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/700&referer=http://www.un.org/en/documents/&Lang=E>
- Pineda, J. A. (2014). *Desarrollo de una tecnología para la producción a pequeña escala de la biomasa del hongo ostra (Pleurotus ostreatus)*. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz.
- Pineda, J. A., Ramos, L. B., y Soto, C. P. (2014). Producción de *Pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido: una revisión. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de azúcar*, 48(2), 13–23. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131465002>
- Pineda, J. A., Ramos, L. B., Soto, C. P., Pineda-insuasti, J. A., Ramos-sánchez, L. B., Soto-arroyave, C. P., ... Soto, C. P. (2014). Producción de *Pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido: una revisión. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de azúcar*, 48(2), 13–23. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131465002>
- Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador [DFC]. (1998). *Producción y Comercialización de Hongos Secos de Pino “una experiencia en desarrollo empresarial”*. Quito: DFC, INEFAN, FAO. Recuperado a partir de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/Hongos.pdf>
- Ramón, D., Morán, M., Costa, J., López, F., Arriola, A., Martín, A., ... Rodríguez, F. (2005). Biotecnología en el Sector Alimentario. *Genoma España*, 5(2), 1–81. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Román Corrochano, A. (2013). *Facultad de Medicina Departamento de Biología Celular , Histología y Farmacología comestibles , Agaricus bisporus , Pleurotus eryngii y Sarcodon imbricatum ”*. Universidad de Valladolid. Recuperado a partir de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/3639/1/TFM M 40.pdf>
- Salas Casasola, I., Boucher, F., y Requier-Desjardins, D. (2006). Agroindustria rural y liberalización comercial agrícola: El rol de los sistemas agroalimentarios localizados. *Agroalimentaria*, 11(22), 29–40. Recuperado a partir de www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542006000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2012). *Proyecto inversión pública para la transformación de la matriz productiva del Ecuador*. Quito. Recuperado a partir de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021* (1ª ed.). Quito: Gobierno Nacional de la República del Ecuador. Recuperado a partir de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf
- Suárez, C., y Nieto, J. (2016). Cultivo biotecnológico de macrohongos comestibles : una alternativa en la obtención de nutraceuticos. *Revista Iberoamericana de Micología*, 30(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2012.03.011>
- Torres Salcido, G. (2007). Agroindustria Rural y Mercados de Trabajo. ¿Alternativa a la Pobreza Rural? *Cadernos PROLAM/USP*, 7(2), 9–32.
- Unicef. (2015, junio 17). Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional “SAN Imbabura” fue inaugurado en Ibarra, p. 3. Ibarra. Recuperado a partir de

- www.unicef.org/ecuador/018_Comunicado_Lanzamiento_Proyecto_SAN_Imbabura_2.pdf
- Viñas, J. M. S. (2011). y crisis alimentaria. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, (229), 11–35. Recuperado a partir de http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REEAP/r229_11_35.pdf
- Viñas, J. M. S. (2012). Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050. *Tiempo de paz*, 106, 37–48. Recuperado a partir de <http://www.iesa.csic.es/eventos/071120110.pdf>
- Von Grebmer, K., Bernstein, J., Prasai, N., Yin, S., Yohannes, Y., Towey, O., ... Waal, A. (2015). *Global Hunger Index: Armed Conflict and The Challenge of Hunger*. Bonn/Washington, DC/ Dublin: International Food Policy Research Institute. Recuperado a partir de http://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/user_upload/Mediathek/Welthunger-Index/WHI_2015/global-hunger-index_2015_english.pdf
- World Food Programme [WFP]. (2015). Food Security Analysis. Recuperado a partir de <http://www.wfp.org/food-security>
- Zepka, L. Q., Jacob-Lopes, E., Goldbeck, R., Souza-Soares, L. A., y Queiroz, M. I. (2010). Nutritional evaluation of single-cell protein produced by *Aphanothece microscopica* Nägeli. *Bioresource Technology*, 101(18), 7107–7111. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.04.001>