



1 de septiembre de 2016 | Vol. 17 | Núm. 9 | ISSN 1607 - 6079

ARTÍCULO

LOS HONGOS: HÉROES Y VILLANOS DE LA PROSPERIDAD HUMANA

<http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/>

Juan Angel Cuevas Moreno (estudiante de la maestría en Ciencias en Biotecnología Genómica, Centro de Biotecnología Genómica del IPN)

LOS HONGOS: HÉROES Y VILLANOS DE LA PROSPERIDAD HUMANA

Resumen

El reino de los hongos está conformado por organismos eucariotas, heterótrofos que poseen diversidad de estructuras, funciones, formas de crecimiento y estilos de vida; sus más de 1.5 millones de miembros impactan de forma positiva o negativa a todas las formas de vida existentes y, por lo tanto, a todos los ecosistemas.

Los hongos son organismos que presentan cualidades únicas entre todos los seres vivos. Estas capacidades generan un impacto perjudicial o benéfico en la actividad humana debido a su utilización en varios puntos importantes en la historia. Estos organismos son empleados en la elaboración de alimentos o en la producción de antibióticos. Sin embargo han ocasionado enfermedades en plantas y animales, constituyendo un reto constante en las áreas de investigación, diagnóstico, tratamiento y control. Es por todo esto que los hongos han actuado un papel importante en la obra teatral del desarrollo y la prosperidad humana.

Palabras clave: Hongos, historia, desarrollo, enfermedad, impacto.

MUSHROOMS: HEROES AND VILLAINS OF HUMAN PROSPERITY

Abstract

The kingdom of fungi is composed of eukaryotic heterotrophic organisms possessing a variety of structures, functions, growth forms, and lifestyles; its more than 1.5 million of members impacting positively or negatively to all forms of life and, therefore, to all ecosystems. Fungi are organisms that have unique qualities among all living creatures. These capabilities create a harmful or beneficial impact on human activity due to its use in several important points in history. These organisms are used in food processing or production of antibiotics. However they have caused diseases in plants and animals, providing a constant challenge in the areas of research, diagnosis, treatment and control. It is by this that fungi have performed an important role in the development and human prosperity.

Keywords: *Fungi, history, development, diseases, impact.*

LOS HONGOS: HÉROES Y VILLANOS DE LA PROSPERIDAD HUMANA

Introducción

La presencia e interacción de los hongos en el planeta y en la vida del ser humano puede ser comparada con una obra teatral. Los hongos pueden ser los únicos actores, interpretando ambos personajes antagónicos; héroes y villanos.

Los hongos son organismos que tienen un núcleo definido y que poseen características similares a las plantas y los animales. Sin embargo, no están conformados por órganos como hojas, raíces, corazón o pulmones. Sus células son alargadas y al alinearse unas con otras forman filamentos denominados hifas. Estas se entrelazan en una masa similar al algodón llamada micelio. (Figura 1) A estos hongos se les denomina filamentosos. No obstante, algunos hongos pueden estar formados por una sola célula; es el caso de las levaduras. (ALEXOPOULUS, 1996) (DURAND, 1997) (RUIZ, 2001) (DEACON, 2010).

La aparición de los hongos se estima entre los últimos 660 millones y 2.15 billones de años. Asimismo existen evidencias que demuestran que los hongos fueron los primeros seres que emergieron de los mares para conquistar tierra firme. Esta conquista permitió eventualmente el establecimiento terrestre de las plantas, y con ello, el establecimiento indirecto de los animales que se nutren de ellas, mediante la formación de relaciones simbióticas, como se indicará más adelante. Una condición fundamental que permitió el desarrollo de los tejidos, órganos y sistemas que actualmente presentan las plantas y los animales. Es por esto que la mayoría de los expertos consideran a los hongos como los "inventores" de las formas multicelulares. (ALEXOPOULUS, 1996) (RUIZ, 2001).

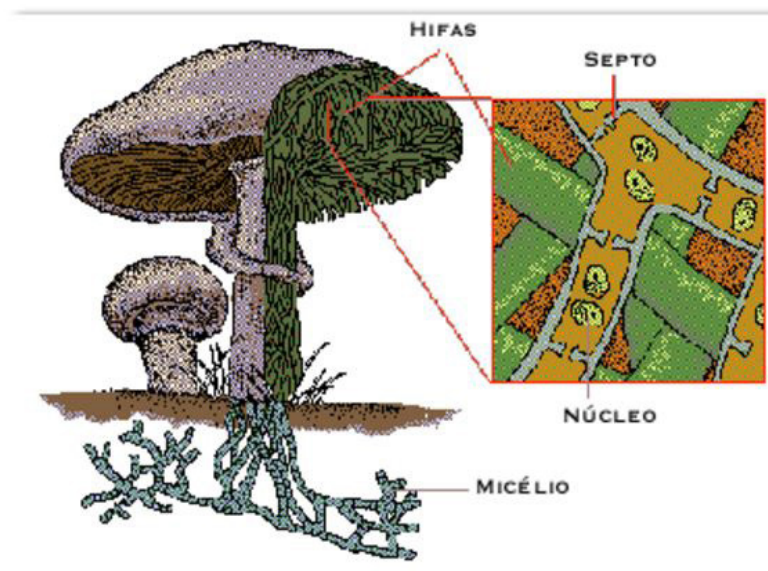


Figura 1. A. Estructura de los hongos.

Figura 1. B. Hongos silvestres. Ilustración realizada por Adriana Ruiz Cervantes.

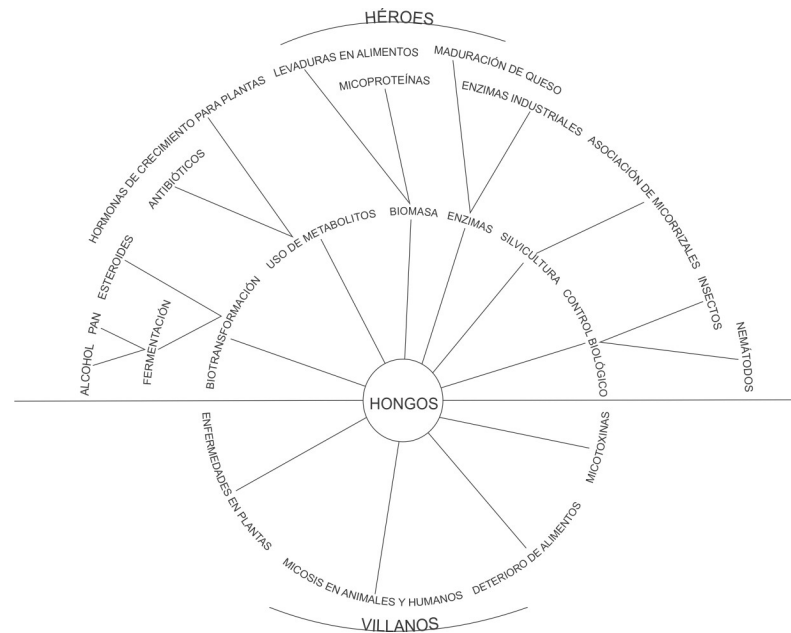
En el siglo XIX los hongos estaban clasificados dentro del reino de las plantas (*Plantae*) por ser organismos inmóviles y poseer estructuras anatómicamente similares a éstas. Si bien las plantas poseen raíces, tallo y estructuras aéreas en donde forman semillas, los hongos por su parte se conforman por hifas y micelios fijados al suelo, un talo aéreo que sobresale y estructuras aéreas complejas en donde forman esporas. Es el caso de los hongos silvestres, los cuales pueden ser observados en los campos (Figura 1). (DURAND, 1997) (BIAL-ARISTEGUI, 2002) (RUIZ, 2001).



Con los avances del microscopio y con el inicio de los análisis moleculares se demostró que los hongos son más cercanos al reino animal (*Animalia*) que al reino de las plantas. Los hongos no contienen clorofila ni cloroplastos (componentes vegetales que permiten la obtención de energía mediante la luz solar). Es decir, no obtienen sus nutrientes por medio de la fotosíntesis, sino por absorción. Asimismo, los hongos poseen un estilo de vida similar al de los animales, los cuales no son capaces de producir su propio alimento y se nutren de componentes elaborados por otros organismos. Adicionalmente y de forma similar al esqueleto externo de los insectos, los hongos presentan quitina (carbohidrato que proporciona rigidez) en su pared celular (DURAND, 1997) (RUIZ, 2001).

En 1821, el botánico sueco Elías Magnus Frías (1794-1878) publicó, en la obra *Systema mycologicum*, la primera clasificación moderna de los hongos basada en las características morfológicas externas, talla, forma y color. Actualmente, con base a sus propiedades morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares, los hongos se clasifican en, y conforman, el reino biológico denominado como Fungi. El cual posee aproximadamente 1.5 millones de miembros que impactan de diversas maneras a todas las formas de vida existentes, y con ello, a todos los ecosistemas. El impacto de los hongos en los ecosistemas se debe a que éstos pueden comportarse como organismos simbiotes, saprófitos y parásitos. Los simbiotes obtienen nutrientes a partir de una estrecha relación con organismos de otra especie y ambos son beneficiados. Los saprófitos, por su parte, se alimentan de materia orgánica muerta, mientras que los parásitos obtienen todos sus nutrientes de los tejidos vivos de otro organismo sin aportar beneficios a este último (DURAND, 1997) (DEACON, 2010).

Figura 2. Papel fundamental de los hongos como héroes en diversas áreas del desarrollo humano, y como villanos causantes de enfermedad y deterioro de alimentos. (Modificado de: ALEXO-POULUS, 1996).



Héroes

Los héroes son definidos como seres que se distinguen por realizar hazañas extraordinarias, sus cualidades son motivo constante de admiración y orgullo. Sin duda alguna los hongos se ajustan a dicha definición sin complicaciones debido a que desde los inicios de la vida han realizado gestas heroicas que ayudaron a la evolución de las plantas, a la alimentación de los animales, el reciclaje de compuestos en diversos ecosistemas y a la prosperidad humana.

Los hongos establecieron relaciones simbióticas con las plantas hace aproximadamente 500 millones de años dando lugar a las micorrizas. Éstas se forman cuando las hifas del hongo se ramifican en el suelo, creando una extensa red de hifas que interconectan de manera subterránea, a las raíces de la plantas, ya sea de la misma o diferente especie. En esta relación las plantas (interconectadas) brindan nutrientes a los hongos y a su vez, estos últimos sirven como extensiones de las raíces para obtener minerales y nitrógeno. Actualmente se conoce que cerca del 90% de las plantas vasculares poseen micorrizas, y por lo tanto, es posible sugerir que sin estas relaciones las plantas no crecerían o lo harían de forma ineficiente (DURAND, 1997) (RUIZ, 2001) (CAMARGO-RICALDE, 2012).

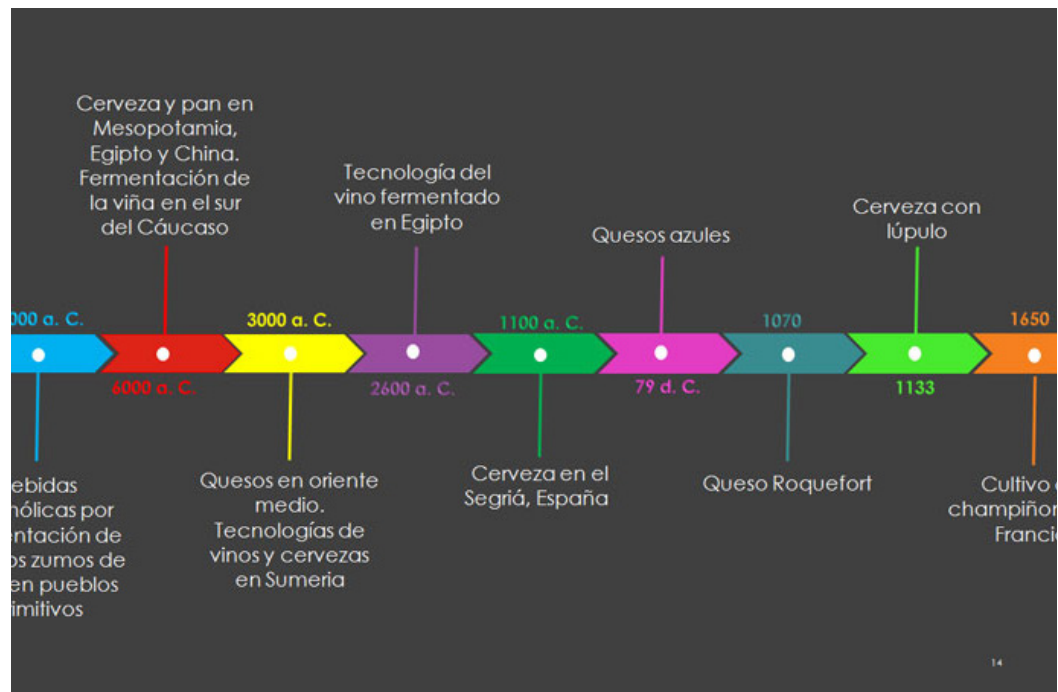
Igualmente, existen otras relaciones simbióticas con los animales. Una de ellas, es la relación establecida con algunas hormigas, las cuales, cultivan y se alimentan de los hongos. Al cambiar de hormiguero los llevan con ellas para poder alimentarse de ellos en su nuevo hogar. Sin esta relación quizás las hormigas carecerían de una fuente alimenticia importante en el desarrollo de sus comunidades (RUIZ, 2001).

Si bien, algunos hongos simbiotes han establecido relaciones estrechas con plantas y animales, la totalidad de estos han realizado aportes importantes al entorno que los rodea en casi todos los ecosistemas. Los hongos saprófitos son, por excelencia,

los mejores degradadores de materia orgánica que existen, ya que poseen la capacidad de degradar compuestos como la celulosa, la quitina y la lignina (componentes presentes en los tejidos de las plantas, animales y árboles, respectivamente). Por lo tanto los saprófitos participan en el reciclaje de la materia muerta cuando ésta tiene que ser degradada como parte de los ciclos de la naturaleza, por ejemplo, en el ciclo del carbono, del fósforo y del nitrógeno (DEACON, 2010).

El papel protagonista de los hongos, sin lugar a duda, es vital para la vida en la tierra y, por lo tanto, en la historia humana. Las grandes hazañas hacen grandes héroes y existen dos hazañas muy importantes en las que los hongos han marcado la historia de la civilización humana. La primera de ellas es la elaboración de alimentos, específicamente la fermentación. Ésta es un proceso que no requiere oxígeno en la cual algunos hongos, especialmente las levaduras, degradan moléculas complejas como hidratos de carbono y azúcares para transformarlos en diversos compuestos tales como el alcohol y el dióxido de carbono (FANRWORTH, 2008). El ejemplo más representativo es el de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual se ha empleado desde tiempos inmemorables en la elaboración de pan, cerveza y vino. En la figura 3 se muestra una línea de tiempo con algunos de los hechos históricos en donde el ser humano ha utilizado a los hongos en la elaboración de alimentos.

Figura 3. Línea del tiempo de algunos hechos históricos en donde el ser humano ha utilizado a los hongos en la elaboración de alimentos.



Además de los hongos empleados en la fermentación de alimentos, existen hongos que se encuentran dentro del sector alimenticio por su sabor, olor y los beneficios a la salud. Es el caso del huitlacoche, un alimento preparado en México a partir del maíz y un hongo parásito (*Ustilago maydis*) de este cultivo. Este alimento, además de tener un sabor agradable al paladar, promueve la síntesis de aminoácidos esenciales para el organismo humano (Figura 3). Otro caso, es el de los champiñones, los cuales son cultivados

a manera industrial como alimento humano.

La segunda gran hazaña en esta historia se relaciona con la medicina. En 1928, Alexander Fleming realizaba experimentos sobre las bacterias en diversos cultivos, las cuales de manera inusual comenzaban a morir en presencia de un hongo de extraña apariencia que creció de manera inesperada en los medio de cultivo. Al realizar observaciones más detalladas Fleming se percató de que dicho hongo producía una sustancia capaz de causar la muerte de bacterias con potencial para enfermar seres humanos. El hongo fue bautizado como *Penicillium chrysogenum*, mientras que la sustancia con propiedades antibacterianas producida por el hongo fue denominada Penicilina. Con este descubrimiento nacieron los antibióticos que sin más han curado seres humanos de diversos males y enfermedades a lo largo y ancho del planeta. Los hongos son verdaderos héroes.

Figura 4. Hongos comestibles. A. Huitlacoche (*Ustilago maydis*). B. Champiñón (*Agaricus campestris*). C. Levadura tórula (*Candida utilis*). D. Trompa blanca (*Russula brevipes*). E. Yemita o tecomate (*Amanita caesarea*). F. Hongo cemita rey (*Boletus edulis*).



Con el advenimiento de los antibióticos, los seres humanos se han abierto camino a la exploración en la posibilidad de aprovechar las características tan peculiares que poseen los hongos. Es por ello que actualmente estos organismos son empleados en los sectores farmacéutico, textil y papelerero, en la producción de distintas sustancias como vacunas y vitaminas.

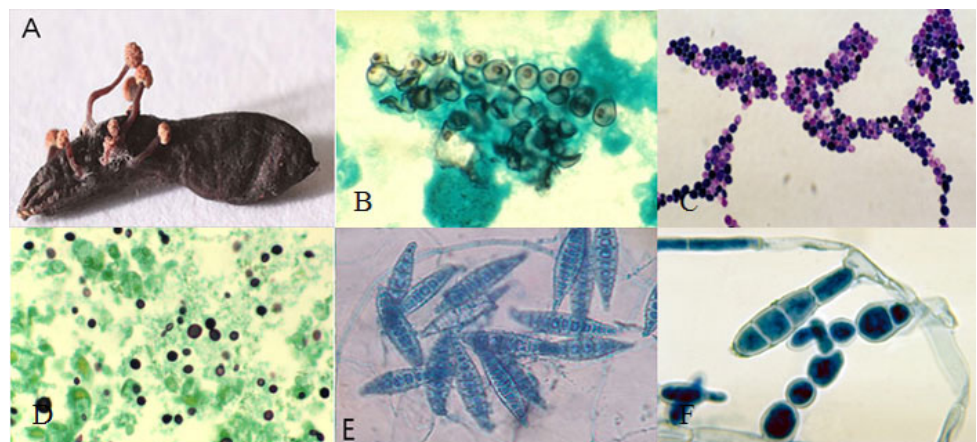
Villanos

Los villanos son seres que carecen de nobleza, que cometen acciones dañinas y nocivas. Por entendimiento común el villano es el ser malvado que se opone al héroe de la historia y en este contexto, los hongos también pueden realizar hazañas que carecen de toda bondad causando enfermedades en animales, plantas y seres humanos.

Algunas cualidades pueden ser empleadas tanto de manera benéfica como perjudicial. Así pues, los hongos no solo emplean su capacidad para degradar materia orgánica favoreciendo el reciclaje de compuestos orgánicos en los ecosistemas, sino que también ocasionan la degradación de alimentos que son ampliamente consumidos por el ser humano. Estos degradadores, conocidos como mohos, causan que los alimentos lleguen rápidamente a su estado de descomposición al utilizarlos como su propia fuente de nutrientes. Este proceso se ve favorecido por las condiciones cálidas y húmedas que les permiten crecer y reproducirse. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Rhizopus* son algunas de los géneros de mohos que pueden encontrarse en los alimentos (DEACON, 2010). Algunos tienen la capacidad para formar micotoxinas (hongos venenosos) sustancias dañinas cuya ingesta, inhalación o absorción cutánea causa enfermedades, por ejemplo, el ergotismo (conocida también como fiebre de San Antonio por la sensación abrazadora experimentada por las víctimas), una enfermedad causada por la ingesta de centeno contaminado con micotoxinas del hongo *Claviceps purpurea* que afectó numerosas partes de Europa en el año 943 (LAVAL, 2004).

En el caso de los animales y de los seres humanos, las enfermedades que causan los hongos microscópicos son conocidas como micosis. La mayoría de estas enfermedades son accidentales y algunas incluso transmisibles de persona a persona (La neumonía causada por el hongo *Pneumocystis jirovecii* y meningitis aguda causada por *Cryptococcus neoformans*). Sin embargo pocas veces es posible percatarse de la infección por parte del hongo debido al tamaño del mismo. Las micosis más comunes en humanos son; el "Pie de atleta", infecciones superficiales de piel e infecciones en uñas, estas patologías fúngicas son causadas por dermatofitos (hongos que residen en la piel) como *Trichophyton*, *Microsporum* y *Epidermophyton*. No obstante, estas enfermedades no son tan frecuentes en animales y seres humanos como otras enfermedades causadas por bacterias y virus (Figura 4) (REBELL Y TAPLIN, 1970) (ELEWNSKI, 1992) (QUINDÓS, 2015).

Figura 5. Hongos causantes de micosis. A. *Claviceps purpurea*. B. Microfotografía de *Pneumocystis jirovecii*. C. Microscopía electrónica de *Candida albicans* (hifas y estructuras reproductivas). D. Microfotografía de *Cryptococcus neoformans* en pulmón. E. Microscopía electrónica de *Microsporum*. F. Microfotografía de *Epidermophyton floccosum* (hifas y estructuras reproductivas).



En contraparte con lo que ocurre en los animales y en los seres humanos, las enfermedades en las plantas son provocadas principalmente por hongos, los cuales desarrollaron estrategias que les permitieron pasar de saprófitos a patógenos (organismos que causan enfermedad) y atacar entre otros, cultivos de importancia económica como el maíz, el frijol, el sorgo, la soya, el trigo, etc. Dichos hongos pertenecen a un grupo formado por casi 10,000 miembros denominados fitopatógenos (AGRIOS, 1995) (DEACON, 2010).

Dentro de los hongos fitopatógenos *Macrophomina phaseolina* se ha distinguido con honores como uno de los mayores causantes de enfermedades en plantas, aproximadamente 500 especies de ellas. La enfermedad más conocida es denominada pudrición carbonosa (Figura 5), en la cual es posible observar la podredumbre de diversos órganos de la planta como las raíces, el tallo, las hojas, inclusive las semillas, acompañada de una gran cantidad de puntos negros y lesiones oscuras sobre la misma. Sin duda alguna, un verdadero villano que puede robarse el protagonismo por completo, en comparación a otros hongos fitopatógenos del género como *Fusarium*, *Sclerotinia* o *Aspergillus* (DHINGRA Y SINCLAIR, 1978).

Figura 6. El hongo fitopatógeno *Macrophomina phaseolina*.
 A. Microfotografía de hifas y estructuras de reproducción.
 B. Pudrición carbonosa en tallo de planta de frijol. C. Podredumbre de planta de frijol en invernadero (VILLOTA-SALAZAR, 2013).



Conclusiones

Los hongos son organismos que presentan cualidades únicas entre todos los seres vivos. Estas capacidades pueden ser empleadas para dañar o favorecer a los organismos vivos y a los ecosistemas. Han evolucionado conjuntamente con el desarrollo de los seres humanos y actualmente son utilizados en diversas áreas como alimento, elementos transformadores de los mismos y cura de enfermedades. Indiscutiblemente, la importancia de los hongos en la biosfera se debe a la capacidad de descomposición y reciclaje de materia orgánica, regular la liberación de nutrientes y esencialmente su papel en la supervivencia de plantas y animales. Sin embargo, las capacidades fúngicas no son del todo benéficas debido a su impacto en la salud humana, y como causantes de enfermedades en cultivos de importancia económica. 🌱

Bibliografía

- [1] AGRIOS, G.N., *Fitopatología*, México, Uteha, 1995.
- [2] ALEXOPOULUS, C.J., *Introductory micology*, New York, Wiley, 1996. BIAL-ARISTEGUI, "El reino de los hongos", *Revista Iberoamericana de Micología*, 2002, pp. 1-4.
- [3] CAMARGO-RICALDE S.L., Montaña N.M., De la Rosa-Mera C. J., Montaña-Arias S. A., "Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo", *Revista digital universitaria*, 2012, vol.7, núm 7. En línea <<http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/index.html>>.
- [4] DEACON, J., *Fungal Biology*, Reino Unido, Blackwell Publishing, 2010.
- [5] DHINGRA, O.D., Sinclair, JB., *Biology and Pathology of Macrophomina phaseolina*, Brasil, Imprenta universitaria, Universidad Federal de Vicosa, 1978.
- [6] DURAND, S. "Los hongos", *Mundo Científico*, 1997, vol. 185, pp. 1080-1083.
- [7] ELEWSKI, B.E. "Cutaneous fungal infection", *Topics in dermatology*, 1992, PP. 114-115.
- [8] FARNWORTH, E.R., *Handbook of fermented functional foods*, Boca Raton, CRC Press Taylor & Francis group, 2008.
- [9] LAVAL, E, "Sobre las epidemias del fuego de San Antonio", *Revista Chilena de Infectología*, 2014, pp. 74-76.
- [10] QUINDÓS, G., "Micosis: Los hongos invisibles y las enfermedad que provocan", *Investigación y Ciencia: SciLogs*, 2015.
- [11] REBELL, G., Taplin, D., *The dermatophytes*, Florida, University of Miami Press, Coral Gables. 1970.
- [12] RUIZ, J., "El asombroso reino de los hongos", *Avance y perspectiva*, 2001, vol. 20, pp. 275-281.
- [13] VILLOTA-SALAZAR, A.N., *Análisis epigenético de la patogenicidad del hongo Macrophomina phaseolina en Phaseolus vulgaris*, México, IPN. 2013.