



## HONGOS PRODUCTORES DE CAROTENOIDES

M. Carmen Limón y Javier Avalos. Universidad de Sevilla.

### Los hongos como fuente de carotenoides

Cuando se mencionan los hongos, muchas personas ajenas al mundo de la investigación lo asociarán a los champiñones u otras setas, otras puede que piensen en los mohos verdes que estropean a veces los alimentos, y habrá quienes se acuerden del molesto pie de atleta o de una infección en una uña. Son ejemplos de hongos muy diferentes que podemos encontrar en la vida cotidiana. En realidad, los hongos son un reino taxonómico muy extenso, de enorme diversidad morfológica y presentes en todo tipo de hábitats en la naturaleza. En general los hongos se pueden agrupar en dos categorías: los hongos filamentosos, que forman redes llamadas micelios y las levaduras, que crecen como células individuales. Los hongos no son autótrofos, es decir, no son fotosintéticos, y por tanto carecen de clorofila. Sin embargo, suelen producir numerosos metabolitos con propiedades químicas muy diversas. Estos pueden ser tóxicos, se conocen entonces como micotoxinas, o pueden ser inocuos o incluso tener propiedades beneficiosas y aplicaciones biotecnológicas. Un ejemplo muy conocido es la penicilina, antibiótico antibacteriano que ha salvado millones de vidas desde que Alexander Fleming la descubrió como un metabolito producido en el hongo *Penicillium*. Con frecuencia, los metabolitos tienen color y proporcionan a muchos hongos una pigmentación característica como, por ejemplo, la de los típicos mohos verdes. En algunos casos que la pigmentación es amarilla, anaranjada o rojiza se debe a la acumulación de carotenoides. Al contrario que las plantas, que necesitan los carotenoides para la fotosíntesis, estos pigmentos no desempeñan un papel esencial en los hongos, y no todos los producen. Sin embargo, muchos de ellos producen carotenoides de interés aplicado, y las facilidades que ofrecen para su cultivo a gran escala hace que algunos de ellos se empleen para su producción industrial. Ese es el caso del hongo *Blakeslea*, usado para la producción del  $\beta$ -caroteno, o la levadura *Xanthophyllomyces*, empleada para la producción de la astaxantina. Otros carotenoides conocidos en hongos, aunque menos explotados biotecnológicamente, son la torularodina, producida por levaduras como *Rhodotorula*, o la neurosporaxantina, producida por hongos filamentosos, como *Neurospora* o *Fusarium*.



Algunos hongos se han empleado como modelos para el estudio de los genes responsables de la síntesis de carotenoides, incluyendo genes reguladores que controlan las cantidades que se producen. La investigación de los mecanismos de regulación en diferentes hongos ha permitido obtener mutantes superproductores de carotenoides, que pueden ser útiles para su producción a gran escala. La neurosporaxantina en el hongo *Fusarium* es un ejemplo notable, ya que existen



mutantes muy pigmentados que la acumulan a niveles muy superiores a los de las estirpes naturales, lo cual ha permitido su obtención en suficiente cantidad para hacer estudios de sus propiedades biológicas. La neurosporaxantina solo la producen algunos hongos que no se emplean habitualmente para consumo humano. Existe una excepción, ya que ciertos alimentos consumidos en algunas regiones de Asia, como el “Oncom”, tienen un proceso de maduración que incluye el crecimiento del hongo *Neurospora*. La participación de hongos en la obtención de alimentos tiene un ejemplo muy conocido en los quesos azules, que requieren de ciertos hongos para su maduración y que forman parte del producto que llega al consumidor. El “Oncom” posee un color anaranjado debido a la presencia de neurosporaxantina producida por *Neurospora*, lo que permite anticipar que el consumo de este carotenoide no es perjudicial para la salud. Más bien al contrario, ya que se ha observado que la neurosporaxantina tiene fuertes propiedades antioxidantes, lo que indica que su presencia en alimentos puede ser positiva para la salud. Además, se ha demostrado recientemente que la neurosporaxantina es fuente de vitamina A, y en experimentos de alimentación en ratones se ha comprobado que es incorporada al cuerpo tras su ingestión y que no tiene consecuencias negativas conocidas. Por tanto, el empleo de hongos para la producción industrial de neurosporaxantina como aditivo alimentario es un campo prometedor para las industrias biotecnológicas.