

“La difusión de las ingenierías en los cursos previos al bachillerato es fundamental para mejorar esta brecha de género que existe en las carreras más tecnológicas”

**Entrevista a Marta Berrocal, profesora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural de la UPM. Investiga el efecto de estos bioproductos como alternativa sostenible al uso de fertilizantes y pesticidas contaminantes con alto impacto medioambiental.**

Fuente: Web UPM 22.09.22

Marta Berrocal Lobo es investigadora y profesora de Bioquímica y Biotecnología en la [Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural](#) de la [Universidad Politécnica de Madrid](#). Es experta en caracterización molecular y fisiológica de la respuesta vegetal al tratamiento con diversos productos naturales (biopriming). Investiga el efecto de estos bioproductos como alternativa sostenible al uso de fertilizantes y pesticidas contaminantes con alto impacto medioambiental. Fue la autora principal de una patente en 2016 para la obtención de biopolímeros biodegradables de origen marino basados en quitina y su utilización como fertilizantes en plantas.

En la actualidad, dirige un grupo de investigación centrado en el estudio de los efectos epigenéticos producidos mediante biopriming en especies modelo vegetales, herbáceas y forestales, sobre la tolerancia al estrés producido por enfermedades. El objetivo principal de su grupo es dilucidar los mecanismos moleculares que dirigen los cambios epigenéticos producidos por estos bioproductos y su efecto sobre la tolerancia a enfermedades de alta incidencia.

**¿Cómo afecta a la sostenibilidad del planeta el uso actual de fertilizantes en los cultivos? ¿De dónde procede ese impacto negativo para el medio ambiente?**

La sostenibilidad del planeta se basa en el mantenimiento de los equilibrios bioquímicos establecidos por la actividad biológica de los organismos vivos bajo condiciones de bajo impacto de la actividad industrial. En un correcto equilibrio, cabe esperar que se mantengan los niveles adecuados de oxígeno y dióxido de carbono en nuestra atmósfera, manteniendo unas condiciones óptimas favorecedoras para la supervivencia de todos los organismos vivos, es decir, contribuyendo a la biodiversidad de las especies. La rotura de este equilibrio, provocado por la actividad humana, la industrialización y entre otros, por el uso incontrolado de fertilizantes y pesticidas contaminantes, ha conducido en las últimas décadas a la muerte del suelo, a la contaminación del agua, y a la pérdida creciente de dicha biodiversidad.

Se estima que la actividad humana ha podido influir de forma muy negativa sobre el mantenimiento óptimo de los niveles de oxígeno y dióxido de carbono adecuados en la atmósfera y sobre la salud del suelo debido a su uso agrícola, aunque este hecho aún es controvertido y difícil de cuantificar. Lo que sí es indiscutible es que el uso incontrolado de pesticidas, herbicidas y fertilizantes inorgánicos lleva a la pérdida de amplias áreas cultivables y forestales y a la muerte y/o alteración de los microorganismos (microbiota) del suelo. De ahí que el uso sostenible del suelo sea fundamental para su recuperación y para mantener la biodiversidad.

**Para intentar mejorar esta situación propones en tu patente el uso de unos biopolímeros procedentes de exoesqueletos de crustáceos como fertilizante, ¿puedes contarnos en qué consiste tu invención y qué ventajas tiene?**

En 2015 obtuvimos una forma barata y sencilla de conseguir pequeños fragmentos de un polímero, la quitina, que es el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza después de

la celulosa. En su estado original, la quitina forma largas cadenas de gran tamaño a modo de “collares”, unidas principalmente a calcio, formando el componente fundamental del exoesqueleto de los insectos, así como de la cubierta de las esporas de los hongos del suelo. Este polímero se compone de azúcar (glucosa), siendo muy rico en carbono y nitrógeno, y es una fuente importante de alimento para las bacterias del suelo. En el mar la quitina juega un papel similar, es el principal componente del exoesqueleto de los crustáceos y también la fuente principal de alimento de las bacterias.

Con nuestra patente pudimos transformar la quitina en fragmentos pequeños, o sea, digerirla parcialmente sin usar enzimas, para aumentar el contenido en nitrógeno y carbono del suelo, contribuyendo a regenerar el crecimiento de microorganismos y favorecer el crecimiento de las plantas. El efecto en plantas lo hemos comprobado a escala de laboratorio en especies herbáceas y forestales y lo publicamos en una revista de alto impacto científico en 2017 ([Winkler et al., 2017](#)).

### **¿Ha mostrado el sector agrícola interés en este nuevo biofertilizante? ¿Cómo se produce ese salto del laboratorio al mercado?**

Con la ayuda de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación ([OTRI](#)) de la UPM –concretamente, con Norma García– iniciamos en 2015 el proceso de protección de una invención sobre el uso de un bioproducto basado en quitina como estimulante del crecimiento vegetal y el método de conseguirlo. En 2016, se concedió la patente. A partir de ahí, tras un curso de comercialización de I+D+i impartido por el Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica de la UPM en el que participamos en el [Programa Actúa-UPM](#), ganamos dos premios por la mejor idea de negocio y el plan de negocio, relativos ambos, al uso de la quitina como biofertilizante. A raíz de estas actividades, y su difusión a través del portal del CAIT de la UPM, diversas empresas se interesaron por el producto, y se firmaron dos acuerdos de transferencia de esta tecnología con dos importantes empresas del sector en 2016 y 2017.



En la actualidad, seguimos colaborando con diversas empresas investigando y desarrollando diferentes bioproductos, algunos de los cuales incluyen esta tecnología. Por desgracia, la protección del uso y venta del producto se limita a España y su uso o comercialización fuera de España está fuera del control de la Universidad. Sin embargo, seguimos investigando en los infinitos efectos de la quitina y en la multitud de aplicaciones posibles que este bioproducto tiene para el tratamiento de plantas y suelos, siempre en estrecha colaboración con empresas.

**Otra de tus líneas de investigación se centra en mejorar la inmunidad de las plantas induciendo en ellas efectos epigenéticos, ¿qué efectos son estos? ¿Tenéis resultados que hagan pensar en una futura reducción del uso de pesticidas en base a productos naturales?**

La epigenética o la epigénesis no es algo nuevo y consiste principalmente en cambios producidos por efectos del entorno sobre la estructura del ADN, es decir, su modo de plegarse y por tanto de activarse o no; también se modifican el ARN y ciertas proteínas llamadas histonas. En la naturaleza los cambios epigenéticos son frecuentes y suelen ser causados por factores externos como el frío, la sequía, o la radiación solar, o cambios producidos por agentes químicos inorgánicos, o compuestos de origen natural, incluyendo los alimentos. La alimentación es uno de los factores epigenéticos mejor conocidos. Estos factores no modifican la secuencia del genoma del organismo sobre el que actúan, pero pueden alterar, por ejemplo, su tolerancia a estrés y enfermedades o su fertilidad, contribuyendo a la supervivencia. En la actualidad existe un alto número de grupos de investigación estudiando posibles terapias basadas en la inducción de alteraciones epigenéticas para el tratamiento del cáncer o del Alzheimer. En estos estudios se ha visto que hay factores moleculares epigenéticos que se ven modificados en las células enfermas respecto a las células sanas.

De forma reciente y en estrecha colaboración con un grupo del Instituto de Investigaciones Agrarias (ICA) del CSIC liderado por la Dra. Azucena González-Coloma, especialista en domesticación de especies aromáticas, metabolómica y bioquímica de aceites esenciales y bioextractos obtenidos a partir de especies forestales no maderables, hemos descubierto que algunos bioextractos y metabolitos producen un incremento de la tolerancia del tomate frente al hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* sp. Este hongo tiene un alto impacto negativo en especies forestales (viveros) y en hortícolas. El efecto observado parece deberse a modificaciones epigenéticas en el ADN del tomate. Los resultados son prometedores, pero aún estamos en el proceso de caracterizar los detalles moleculares que determinan estos cambios.

Si pudiéramos conocer en detalle los cambios epigenéticos producidos por estos y otros bioproductos, podríamos usarlos para realizar una “epigénesis dirigida” sin modificar el genoma de las plantas, utilizando los bioproductos como biopesticidas no contaminantes.

**Solo el 21% de los GI de la UPM tienen como investigador principal a una mujer. En tu caso particular, entre los miembros permanentes del Grupo de Investigación, eres la única mujer de tu grupo. ¿Crees que visibilizar el trabajo de las investigadoras UPM puede ayudar a mejorar la brecha de género que existe en las ingenierías?**

Creo que las investigadoras de la UPM deben hacerse conocer para servir de referencia e incentivar a las futuras estudiantes a estudiar carreras en el sector de la tecnología. La difusión de las ingenierías en los cursos previos al bachillerato es fundamental para incentivar a las estudiantes a decidirse por estudios de ingeniería y mejorar esta brecha de género que existe en las carreras tecnológicas.

La situación, aunque lentamente, está mejorando, y esto es debido principalmente a la ayuda de los investigadores y profesores, hombres, que son los que ocupan en su mayoría los cargos de mayor responsabilidad e influencia. Son ellos los que están contribuyendo al nombramiento de compañeras y candidatas con currículos similares a ellos, a ocupar puestos de responsabilidad. Esta actitud junto con la de las profesoras e investigadoras está mejorando la situación respecto a décadas anteriores. Aunque queda aún mucho por mejorar.