

## GIBERELINA

*Ernesto Arrondo Odriozola*

En los arrozales del Japón, es frecuente observar tallos de la preciada gramínea que destacan del resto de la plantación por su altura muy superior a la normal, y por su coloración más tenue.

Los japoneses asocian a las plantas así diferenciadas, con una enfermedad que denominan «bakanae» y cuya traducción literal significa «plantón loco».

En el año 1926, el investigador nipón E. Kurosawa descubrió que la causa de los citados síntomas, tenía su origen en una sustancia química producida por un hongo parásito. El insigne científico logró reproducir los efectos aplicando filtrados del hongo a plántulas sanas de arroz.

El hongo en cuestión es *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenweber que infecta las jóvenes plantas. La sustancia química responsable fue bautizada como *giberelina*, en honor al nombre genérico del hongo que la producía.

Después de las observaciones de Kurosawa, fueron sus compatriotas de la Universidad de Tokio los que confirmaron sus investigaciones. La giberelina fue aislada e identificada químicamente por bioquímicos japoneses, en la década de 1930 pero, por haber sido publicados estos trabajos en japonés, pasaron cerca de 20 años antes de ser conocidos en Occidente.

Posteriormente, en 1965, se logró por vez primera el aislamiento de la giberelina, pero no partiendo del hongo, sino de una planta superior, concretamente, de la semilla de judía, *Phaseolus vulgaris*, quedando demostrado lo que hasta entonces se suponía: los vegetales superiores producen también en mayor o menor medida, dicha sustancia.

A partir de entonces, han sido aisladas giberelinas en muchas especies de plantas superiores.

### *Las fitohormonas*

El crecimiento de los vegetales se ha considerado tradicionalmente que iba exclusivamente ligado a los llamados *reguladores de crecimiento*, como son las sales minerales, es decir, los elementos nutrientes relacionados con el medio en el cual se desarrolla la planta.

A mediados del pasado siglo, y basándose en el descubrimiento de sustancias hormonales en los animales, se comenzó a pensar en la posibilidad de que algo semejante ocurriera en los vegetales.

Actualmente, se conoce un considerable número de sustancias de crecimiento vegetales, a las que se denomina *fitohormonas*, de las que se estudian concienzudamente sus estructuras, mecanismos y efectos.

Si nos atenemos a la concepción científica actual, referente a la división sistemática de los seres vivos, cabría diferenciar las fitohormonas producidas por vegetales, de las micohormonas, producidas por unos seres ubicados con todo merecimiento en un Reino aparte, el Reino de los Hongos! En el caso concreto de la giberelina, esta apreciación semántica no merece ser tenida en cuenta, ya que, como anteriormente mencionamos, la hormona se extrae también de componentes del Reino vegetal.

Pero, bien se trate de zoo, fito o micohormonas, ¿qué son en realidad las «hormonas»?

El vocablo, de origen griego, significa literalmente «agitar», «estimular». En efecto, se trata de sustancias estimulantes de naturaleza orgánica que, a diferencia de las tradicionales vitaminas y minerales procedentes del medio exterior, se producen en una determinada parte del cuerpo de un organismo, y son transportadas a células que son incapaces de elaborarlas, realizando allí su función reguladora del metabolismo, nutrición y desarrollo.

Las fitohormonas ejercen su acción a concentraciones muy bajas, del orden de 1 p.p.m. (una parte por millón) y por el hecho de tener que ser transportadas, son moléculas muy livianas.

Actualmente, se conocen cinco grandes grupos de fitohormonas. El criterio empleado para estas agrupaciones, se basa primordialmente en su naturaleza química, y no en su actividad biológica, pues cada grupo de hormonas tiene una amplia gama de efectos, que en ocasiones se solapan con los de otros grupos hormonales.

Además de la citada giberelina, los restantes conjuntos fitohormonales son: «auxinas», «citocininas», «etileno» y «ácido abscísico».

### *Efectos*

Las giberelinas influyen en un elevado número de procesos fisiológicos en los vegetales. Destacaremos el alargamiento de los tallos, la inducción a la floración de muchas especies y la estimulación de la síntesis de  $\alpha$ -amilasa en las semillas de los cereales.

La longitud del tallo se ve afectada por las giberelinas a través del aumento de longitud de los entrenudos, sin afectar al número de ellos. Esto se constata claramente en los tallos jóvenes. Estos importantes efectos estimuladores del crecimiento son el resultado de un alargamiento celular, unido a una aceleración en el ritmo de las divisiones celulares (mitosis).

A diferencia de las auxinas, las giberelinas no producen curvaturas en la plántula, y afectan no sólo a la región situada debajo del extremo apical, sino a todo el tallo.

Por otra parte, las hojas de las plantas tratadas presentan un color verde más claro que las plantas no tratadas. De igual modo, el rápido y prolongado alargamiento del tallo puede ir asociado a una disminución en el desarrollo radicular.

Se han efectuado multitud de ensayos y experimentos, principalmente en plantas de interés económico para el hombre. Sus resultados han sido sorprendentes y alentadores:

Muchas plantas bianuales pueden ser inducidas a realizar en un solo año su ciclo biológico completo, mediante tratamiento con giberelinas.

Si se aplica ácido giberélico a una lechuga, normalmente de tallo muy corto y hojas muy apretadas, la planta adquiere forma de parrá. Esto mismo sucede en las coles. Los pecíolos de las hojas de apio aumentan de grosor y doblan su longitud al cabo de dos semanas. Sus pesos, en fresco y en seco, aumentan un 50 %.

Las semillas de guisantes germinadas en solución acuosa nutricia con giberelina, originan tallos con entrenudos alargados, pero con hojas de tamaño normal. Sin embargo, las plántulas de trigo cultivadas en condiciones semejantes, presentan un aumento de longitud, no sólo en los entrenudos sino también en las hojas. En ambas plantas, los pesos totales aumentan, debido sobre todo a la fijación de carbono.

Se incrementa el crecimiento y formación de renuevos en plántulas de árboles de interés forestal, tales como roble, álamo y arce. En cambio, con un tratamiento similar, varias especies de pino y abeto sólo presentan un escaso incremento en el desarrollo de renuevos.

La inducción precoz de floración es evidente en muchas especies ornamentales, como dalias, rosas, geranios, petunias, etc.

Algunas plantas de régimen bianual, como el beleño, que forma rosetas, es decir, estructuras en las que se desarrollan las hojas, pero no los entrenudos, la floración está íntimamente relacionada con los días largos y fríos. Pues bien, con la aplicación adecuada de giberelina, los tallos se alargan y la planta florece sin necesidad de los apropiados factores climáticos.

En especies hortícolas, como en el caso del tomate, si se pulverizan giberelinas sobre sus ápices, se consigue la producción de frutos en ausencia de polinización. La floración se acelera y los frutos carecen frecuentemente de semilla.

El humedecimiento de semillas con soluciones de ácido giberélico estimula la germinación y aparición de brotes en plantas agrícolas como arroz, cebada, trigo, etc., u hortícolas como judías, guisantes, zanahorias, etc.

Sin embargo, esta «milagrosa» sustancia extraída de un hongo, no tiene ningún efecto sobre el desarrollo, tamaño o tiempo de fermentación de otros hongos; las levaduras.

Los resultados más espectaculares se observan en la aplicación de giberelinas a plantas con enanismo debido a un solo gen mutante. Una vez tratadas, tales plantas llegan a confundirse con las normales. Este efecto espectacular hace pensar que el resultado de la mutación, en términos bioquímicos, ha sido una pérdida de la capacidad de la planta para sintetizar sus propias giberelinas. Aplicando ácido giberélico a guisantes, judías o frijoles enanos, éstos pueden crecer hasta alcanzar tamaños normales. Lo mismo ocurre con las variedades enanas de maíz.

### *Aplicación y producción*

La giberelina y sus derivados son susceptibles de aplicación a cualquier parte de la planta, hojas, pecíolos, flores, frutos. Generalmente, se realizan aplicaciones tópicas en forma de pomada con lanolina y a concentraciones que varían desde el 0,001 p.p.m., hasta el 1 %. También se utiliza la inmersión de tubérculos, bulbos, raíces o semillas. O se aplica en forma de pequeñas gotitas sobre las yemas en crecimiento.

Los primeros trabajos sobre la producción de giberelinas fueron publicados por japoneses. En 1953, Kitamura y colaboradores, describieron la producción de giberelina por un método de cultivo sumergido, partiendo de *Gibberella fujikuroi*. En el año 1955, Stodola y col., describieron la producción del ácido giberélico, cultivando *Fusarium moniliforme*, y sometiéndolo más tarde a fermentación. Algo más moderno es el método de Borrow, que

estudió la producción de ácido giberélico por cultivo superficial y sumergido, usando *Gibberella fujikuroi*. Con este último método, se ha llegado a rendimientos próximos a 200 mg por litro.

### El hongo

Como comentaba anteriormente, el hongo del que se extrajo por vez primera esta fabulosa fitohormona, es *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenweber.

Este *Pirenomicete*, perteneciente al orden de las *Hipocreales*, posee peritecios con pared propia y verdadero ostiolo, rematado en su parte superior por un poro. Dichos peritecios están situados superficialmente y no inmersos en un estroma, por lo que estos hongos se incluyen en la familia de las Nectriáceas. Por otra parte, estos peritecios tienen colores oscuros o negruzcos a simple vista, pero colocados bajo el microscopio, presentan tonalidades azuladas o violáceas, caracter éste, propio del género *Gibberella* Saccardo.

Antes de conocerse su fase perfecta, los componentes del género estaban, en su práctica totalidad, incluidos en el género-forma *Fusarium* que, como sabemos, pertenece a este «cajón de sastre» llamado por los micólogos Deuteromicetes, y que alberga a las especies fúngicas en las que únicamente se conoce su fase imperfecta o asexual.

El género *Gibberella* es rico en especies, y bien estas o sus formas imperfectas, son unos hongos temidos por el hombre, ya que atacan y en ocasiones arruinan sus cosechas.

Así, *G. saubinetii* (Mont.) Sacc., *Gibberella zeae* (Schw.) Petch y su forma conídica, *F. rostratum* App. et Woll, *Fusarium graminearum* Schwabe, causa estragos en maizales de Estados Unidos, donde se conocen sus efectos con el nombre de «podredumbre roja del maíz». También existe en Europa, especialmente sobre trigo, cebada, avena y centeno, pero los daños que ocasiona son afortunadamente débiles.

En regiones cálidas, *Fusarium lateritum* Nees, forma conídica de *Gibberella baccata* (Wallr.) Sacc., causa la desecación y muerte de ramas de diversos agrios, vides, plantas de café y especies arbóreas, como el arce. En Europa se manifiesta su variedad *mori*, agente de las lesiones cancerosas que se encuentran en ramas de moreras e higueras.

*Gibberella xylarioides*, destruye plantaciones de café en vastas regiones africanas.

Y nuestro protagonista, *G. fujikuroi*, tanto en su forma perfecta como en la imperfecta *Fusarium moniliforme* Sheldon, no solamente causa perjuicios a los arrozales, sino que también ataca numerosas gramíneas, como el maíz, en cuyas mazorcas causa la enfermedad conocida como *podredumbre rosada*.

### Utilización

Aunque el ácido giberélico y las giberelinas son fabricados por un cierto número de firmas comerciales, a escala relativamente reducida, el coste de estos compuestos es todavía elevado.

Parece ser que su uso queda restringido, por el momento, a cultivos de valor elevado, de invernadero.

Pero el campo de utilización que nos ofrece es inmenso. En un futuro próximo puede ser posible, gracias a ellas, influir a voluntad sobre el desarrollo vegetal, pues es especialmente prometedora su utilización para adelantar la maduración de frutos y semillas, estimular el rápido crecimiento de ciertas plantas en fases propensas a enfermedades, acelerar el desarrollo de plantas de crecimiento lento, incrementar el peso seco en el momento de

la recolección de las plantas forrajeras, estimular la producción de semillas en vegetales de ciclo bianual, etc.

En definitiva, el hombre podrá mejorar ostensiblemente la producción agrícola, forestal y ganadera. Y todo ello gracias al extraordinario regalo que nos ofrece la Naturaleza a través de uno de sus más humildes hijos: un hongo!