



FOTOTROPISMO

24 de enero del 2008

SINOPSIS

Los seres vivos necesitan adaptarse al medio que les rodea para asegurar su supervivencia. Los animales por ejemplo pueden desplazarse siempre que las condiciones varíen o encuentren otras mejores. Pero las plantas no. Así pues, ¿como se adaptan estas a los cambios ambientales que suceden a su alrededor? A pesar de tener sus raíces ancladas en el suelo, los vegetales también tienen estrategias propias que les permiten sobrevivir y adaptarse a los cambios. Incluso se “mueven” aunque no se trasladan...

QUEREMOS EXPLICAR

Adaptarse o morir.

Estimulo – respuesta.

Tropismos

¿Qué es el fototropismo?

Otros tropismos.

Nastias

Ritmos circadianos



ÍTEMS PRINCIPALES

ADAPTARSE O MORIR

Cuando las reservas de pasto se acaban las vacas no tienen problema, se desplazan hasta que encuentran un pedazo de hierba más fresca. No importa cuán lejos este ellas no tienen problema se levantan y andan hasta encontrar lo que necesitan. Las plantas no pueden desplazarse como lo hacen los animales. Cuando otra planta de mayor tamaño crece a su lado y le impide que le llegue la luz del sol no pueden “coger sus cosas” y largarse a otro emplazamiento y con vistas.

Pero lejos de amedrentarse el reino vegetal ha desarrollado planes alternativos. Si no puedes buscar un suelo mejor habrá que conformarse con lo que tenemos e intentar acomodarse de la mejor manera posible. Igual que nosotros con la vivienda, vamos.

Que no puedan cambiar de lugar no significa que las plantas no se muevan. A los movimientos que hacen las plantas para adaptarse a las nuevas condiciones son lo que llamamos tropismos. Pero la forma de moverse no es como lo haría un animal. Un animal levantaría una extremidad para posarla en otro sitio un poco más alejado. Las plantas no hacen eso. Lo que hacen es empezar a crecer de forma asimétrica, es decir, se desarrollan más por un lado que por otro. Este crecimiento asimétrico es lo que provoca que la planta se oriente hacia una dirección o hacia otra. O sea, estrictamente hablando no se mueven, crecen. Otra cosa que diferencia a las plantas de los animales es que el orden de “moverse” no proviene de un órgano central (el cerebro en la mayoría de animales). En las plantas, el movimiento se produce por respuesta a un estímulo, podríamos decir de forma “involuntaria” (aunque hablar de voluntad en un ficus sea un poco raro...). Quizás se parecería más a una



especie de reflejo instantáneo, inevitable, como cuando el doctor nos golpean la rodilla con el martillito aquel. Pero aún así siguen habiendo muchas diferencias, las plantas no tienen sistema nervioso. ¿Es decir, como le dice a un grupo de células que empiece a crecer y a otro grupo que esté tranquilito? Nosotros para mover un dedo necesitamos neuronas que den la orden, nervios que conduzcan el impulso nervioso hasta el músculo, el tacto para controlar la precisión del movimiento, la vista para asegurarnos que ponemos el dedo donde queríamos... ¡Para un dedo! Con todo esto... ¿no te parece admirable que una planta que no tiene nada de esto pueda hacer movimientos tan coordinados como el de un girasol que sigue la trayectoria del Sol? A mi sí.

O sea, las plantas no se desplazan, pero sí que pueden detectar cambios en el medio y responder ante ellos. Esta respuesta consiste en un movimiento bastante limitado pero eficaz llamado *tropismo*. La palabra *tropismo* viene del griego “*tropē*” y significa “volverse”. Y bien, si no tienen sistema nervioso, ¿cómo se entera la planta cuando tiene que moverse? La clave está en las hormonas vegetales. Sí, aunque a las plantas no les sale acné ni tienen descargas de adrenalina cuando ven a un zapato que las va a pisar o caen con el tiesto desde el balcón, también tienen hormonas (*ver ítems secundarios*). El nombre de la hormona clave en este sistema son las auxinas (en realidad no es una sola molécula si no un grupo de moléculas parecidas). Aunque no hace falta dar el nombre en el guión, la auxina más importante y más conocida es el ácido indolacético (AIA). Su efecto es como el de cualquier otra hormona; la molécula va circulando por los vasos de la planta (sí, también tienen vasos, aunque no son sanguíneos). Algunas células tienen receptores en su membrana para estas moléculas y cuando entran en contacto con ella provocan la activación de la expresión de determinados genes. La activación de estos genes provoca la proliferación celular, de modo que en la zona que están activos, se produce un crecimiento de la planta.



ESTIMULO – RESPUESTA

Tal y como venimos explicando, las condiciones cambian. Nada es eterno y solo sobreviven aquellas especies capaces de adaptarse a las nuevas condiciones. A los cambios que se producen en el medio ambiente en ecología se les denomina estímulos (los jefes llaman igual a los marrones que te caen de repente.... ¿Curioso verdad?)

Ejemplos de estímulos son el agua, la tierra, la luz, las sustancias químicas... Cuando se produce un cambio en ellos las plantas deben tener una respuesta determinada o sencillamente mueren.

El reino vegetal posee diversas estrategias para enfrentarse a los estímulos (los empleados listos también).

- los tropismos:
- Las nastias
- Y los ritmos circadianos.

La relación de la planta con el estímulo puede ser positiva (cuando se aproxima a él) o negativa (cuando se aleja de él). Así hablamos de tropismos positivos o negativos. Los estímulos para una planta pueden ser diversos. Aunque no reaccionarían ante un delicioso pastel de chocolate, si que reaccionan a las sustancias químicas (quimiotropismo), a la luz (fototropismo), al agua (hidrotropismo), a la gravedad (geotropismo) o al contacto (tigmotropismo). Los veremos más detalladamente mas adelante.

FOTOTROPISMO

Es un tropismo que merece una atención especial. Al fin y al cabo el Sol es la fuente de energía de todos los vegetales. Es una respuesta del vegetal frente al estímulo luminoso. Implica un crecimiento de la planta, orientado por este estímulo. Cada parte de ella responde de distinta forma a este estímulo.



En el caso del tallo, se observa un fototropismo positivo, porque este crece hacia la fuente luminosa.

La raíz, en cambio, no necesita de la luz, por lo tanto presenta un fototropismo negativo. En las hojas, se aprecia una reacción muy interesante. Estas adoptan diferentes posiciones, que le permiten captar mejor la luz del Sol. Además, los granos de clorofila que poseen también se desplazan en dirección a los rayos solares, y esto permite hacer más eficiente el proceso de fotosíntesis.

Charles Darwin y su hijo estudiaron el fototropismo. Los Darwin descubrieron que las puntas de la planta se curvan primero y que la curvatura se extiende gradualmente hacia abajo a lo largo del tallo. Cubriendo las puntas con papel de estaño previnieron la curvatura de la punta. Concluyeron que algún factor se transmitía desde la punta de la planta a las regiones inferiores causando su curvatura.

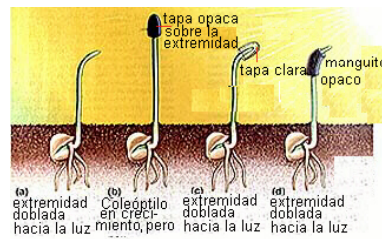
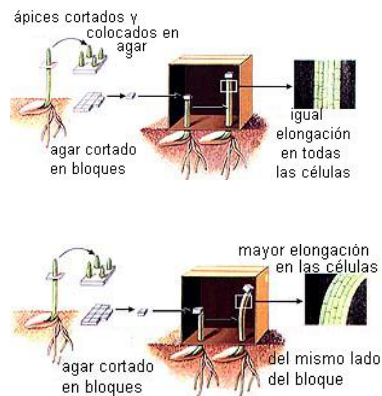


Imagen con Copyright

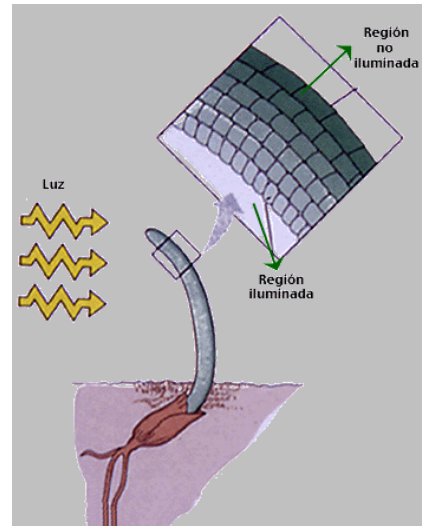
Conocemos, por los experimentos realizados en 1926 por Frits Went, que las auxinas, unas hormonas de las plantas, se mueven hacia el lado oscuro de la planta, causando que las células en este punto crezcan más que las que se encuentran en el lado iluminado de la planta. Esto produce una curvatura de la punta del tallo que se dirige a la zona iluminada, lo que llamamos fototropismo.



Imágenes con Copyright



El fototropismo, que hace que las plantas crezcan orientando sus tallos hacia el Sol, es especialmente visible en el girasol (*Helianthus annuus*) debido a su tamaño y a sus necesidades de luz solar. Se debe al crecimiento diferencial del tallo. En el lado opuesto a la fuente luminosa se acumula auxina, una hormona reguladora del crecimiento vegetal, que hace que esa parte crezca más rápidamente que la soleada, lo que inclina el tallo hacia el Sol. De esta manera recibe la mayor cantidad de luz posible para realizar la fotosíntesis.



El girasol tiene heliotropismo, o sea, sigue el Sol (Helios es Sol en griego). Este heliotropismo positivo lo muestra únicamente en los primeros estadios de su crecimiento, hasta el fin de la etapa vegetativa. Entonces el girasol queda inmóvil mirando hacia el este.

OTROS TROPISMOS

En el apartado anterior nos hemos centrado en el fototropismo. En este explicaremos un poco más detalladamente algunas de las otras respuestas que pueden presentar las plantas.

Geotropismo: es un tipo de respuesta que corresponde a un movimiento orientado por la fuerza de gravedad. En una planta, el tallo y la raíz son afectados por este estímulo. El tallo crece en sentido opuesto a la fuerza de gravedad, por lo tanto presenta un geotropismo negativo. Por el contrario, la raíz crece penetrando la tierra,



Imagen con **Copyright**



en lo que constituye un geotropismo positivo.

Este tipo de respuesta asegura la función que tiene la raíz -que es absorber el agua y las sales minerales-, y además permite fijar y dar firmeza a la planta. En el tallo, esta estrategia evita que la planta quede tendida a ras del suelo, donde sería mucho más vulnerable.

Hidrotropismo: corresponde a un movimiento del vegetal hacia zonas húmedas, donde se encuentra el agua. Frente a este estímulo la raíz manifiesta una clara respuesta positiva, por lo cual se habla de un hidrotropismo positivo.

Quimiotropismo: en este caso, el movimiento de orientación del vegetal, es provocado por la presencia de sustancias químicas, como sales disueltas, anhídrido carbónico, oxígeno, etcétera. Este comportamiento permite que el vegetal tenga un encuentro más directo con dichas sustancias. De lo anterior se deduce que los vegetales presentan un quimiotropismo positivo para ellas.

Tigmotropismo: en este tipo de respuesta, el estímulo es el contacto físico. Los vegetales pueden tener respuestas positivas o negativas frente a él. Por ejemplo, mientras la parte aérea -es decir, tallos y hojas- presenta un tigmotropismo positivo, en la raíz éste es negativo.

El tigmotropismo permite a la raíz evitar los obstáculos como rocas o piedras, las cuales podrían entorpecer su función. Las enredaderas y los zarcillos de la vid (parra) responden positivamente. Esto indica que



Imagen con
Copyright



gracias al contacto con alguna superficie, crecen en dirección a la luz.

LAS NASTIAS

Son otro tipo de movimiento de las plantas. Pero a diferencia de los tropismos no implican un crecimiento de esta. Un claro ejemplo de este tipo de movimiento es la mimosa que al tocar sus hojas estas se pliegan. La respuesta de la planta ante nuestro tacto es “esconderse”, y lo hace.

Los movimientos provocados por las nastias tampoco tienen relación con la dirección del estímulo (a diferencia de los tropismos) y por lo tanto tampoco podemos hablar de nastias positivas o negativas.

Muchos de las nastias se basan en el cambio de turgencia de grupos de células que varían su volumen mediante el control de la entrada y salida del agua.

Si las clasificamos según el estímulo que las provoca nos podemos encontrar, entre otras muchas, las siguientes tipos de nastias:

- **Fotonastias:** un ejemplo es la apertura o cierre de las flores al amanecer y al anochecer. El estímulo que las provoca es la luz.
- **Sismonastias:** Si el estímulo es el contacto. Un claro ejemplo son las plantas carnívoras o la mimosa que antes hemos nombrado.
- **Termonastias:** Son la respuesta de las plantas a los cambios de temperatura. Un ejemplo de este tipo de nastia es el tulipán.
- **Hidronastias:** Los helechos son una representación de este tipo de movimiento. Abren sus esporas cuando las condiciones de humedad son las correctas.





RITMOS CIRCADIANOS

Son un tercer tipo de movimientos. De hecho se trata de la respuesta de la planta a los estímulos ambientales y de acuerdo con su ritmo biológico, el de la propia planta. Los movimientos de la planta según sea de día o de noche (también llamados fotoperiódicos) como son el cierre de las flores por la noche, el movimiento de las hojas para captar mayor cantidad de luz para la fotosíntesis, etc; o dependiendo de la época del año en la que se encuentre (también llamados estacionales) (como el periodo de floración o la germinación de las semillas) serian un ejemplo de este tipo de movimientos.

Dos de los estímulos que al parecer están más relacionados con los ritmos circadianos son la luz y la temperatura. Y una de la sustancia que se relaciona con estas respuestas son los fitocromos. Son un pigmento azul verdoso que se encuentra en las hojas y que detecta la longitud del día y crea un a respuesta por parte de la planta. (Ver Ítems Secundarios, Las plantas y los sentidos)

ÍTEMs SECUNDARIOS

LAS PLANTAS Y LOS SENTIDOS

Cuando una persona tiene un accidente y sus funciones cerebrales quedan inhibidas los médicos nos dicen que está en estado vegetativo. Lo llaman así por que no responde a los estímulos. No oye, no ve, no siente, no se mueve. Igual que una planta. ¿Seguro? Quizá las plantas no responden de igual manera que nosotros a estos estímulos pero ya no esta tan claro que no vean o no oigan.



Los animales, como nosotros, nos “enfrentamos” a la luz con los ojos. Las plantas no tienen ojos, sin embargo, saben detectar la luz. Poseen unas proteínas que son sensibles a la luz y que pueden captar fotones (paquetes de energía luminosa). Estas proteínas son sensibles, al igual que las células de nuestra retina, a todo el espectro de ondas luminosas visibles. Más aún, pueden ver longitudes de onda que nosotros no vemos. Y es que quizá las plantas tienen otro tipo de ojos, distintos de los nuestros.

Los fitocromos y los criptocromos son dos de las sustancias involucradas en estos procesos. Es decir actúan como los ojos de las plantas. Los fitocromos son sensibles a la luz en el lado rojo del espectro (entre 600 y 750 nanómetros). Estos permiten a la planta detectar la calidad de la luz, lo que le es muy importante en su competencia con las plantas vecinas. Los criptocromos se estimulan con la luz del extremo visible del espectro, desde el azul-verde (alrededor de 500 nanómetros), hasta la luz ultravioleta (alrededor de 320 nanómetros), lo cual permite a la planta conocer cuando es de noche y cuando es de día, así como detectar la longitud del día (lo que a la vez le da información de la estación del año en que se encuentra), la calidad de la luz y la dirección de donde ésta proviene.

Pero, ¿y gusto? ¿Tienen gusto las plantas? Además de la luz del Sol las plantas necesitan de los nutrientes para crecer. Los captan a través de las raíces con ellas busca las zonas de terreno más ricas en sales de nitrato y amonio

¿Y olfato? Hay Semillas capaces de razonar ante la presencia de humo. ¿Será que lo huelen? Lo cierto es que si reaccionan ante el es que, a su manera son capaces de detectarlo. De hecho hay estudios que demuestran que el humo activa la germinación en semillas enterradas. Algunos de estos experimentos se han realizado con semillas de lechugas o apios, demostrando que se



pueden hacer germinar en la oscuridad si se exponen a aguas saturadas con compuestos que contiene el humo. Incluso ya han puesto en el mercado papeles filtro impregnados con sustancias químicas del humo para hacer germinar semillas.

Las plantas también poseen el sentido del tacto. Así, por ejemplo, las plantas carnívoras sienten a la mosca posarse en sus hojas y reaccionan inmediatamente. Otro ejemplo son las plantas trepadoras, como los guisantes y habas, aferran sus zarcillos a una superficie sólida para trepar.

Vista, gusto, olfato y tacto. Pero ¿oído? ¿Poseen la capacidad de oír las plantas? Quizá oír, oír como nosotros, no. Pero si esta claro que responden al estímulo del sonido. Hay experimentos en los que se ha sometido una planta de guisante a una fuente sonora de 70 a 80 decibelios (que es un poco por encima de la voz humana) y se vio como esta aumentaba su crecimiento. Se cree que la hormona vegetal llamada ácido giberélico, que normalmente hace crecer las raíces y también germinar la semilla, es la responsable de la reacción de las plantas ante este estímulo.

Así pues, vista, oído, olfato, gusto y tacto. Casi nada. ¿Será que los médicos deberán cambiar su definición de estado vegetativo ante los nuevos avances de la botánica?

HORMONAS VEGETALES

Primero definiremos que es una hormona. Es una sustancia química producida por células especializadas, que actúan sobre otras células del individuo y que se encuentran lejos del lugar de producción de la hormona.

Todos tenemos claro que los animales tienen hormonas y que estas, entre otras muchas funciones tiene que ver con el crecimiento o la madurez sexual de estos animales. ¿Pero y las plantas? ¿Tienen hormonas? Pues aunque no



estemos acostumbrados a oír hablar de ellas tanto como de las de los animales, Si las plantas también tienen hormonas y al igual que en los animales también están relacionadas con su crecimiento y con los tropismos.

Los estudios realizados por Darwin primeramente, y luego por un botánico holandés llamado Fritz Went, han permitido a los actuales científicos comprender que las plantas responden a los estímulos gracias a la producción de ciertas hormonas.

Las hormonas vegetales son producidas por células. Pero en las plantas las células productoras de hormonas no se agrupan en glándulas como ocurre en los animales. La importancia de las hormonas en las plantas se debe a que estas no poseen un sistema nervioso, como los animales; un vegetal que se acerca hacia la luz no lo hace porque "le conviene", ya que no es consciente de ello, sino por el efecto de una hormona que determina que la planta se curve en esa dirección.

Esta respuesta al estímulo es vital para la planta, porque de esta forma obtiene la energía luminosa para realizar fotosíntesis. Pero debe quedar en claro que esta respuesta es involuntaria y se debe a la producción de una sustancia química específica.

Las hormonas determinan una enorme gama de funciones en las plantas. Participan en el crecimiento de los vegetales gracias a que producen el alargamiento de sus células. También participan en la maduración de los frutos, en la caída de las hojas y cicatrización de las heridas.



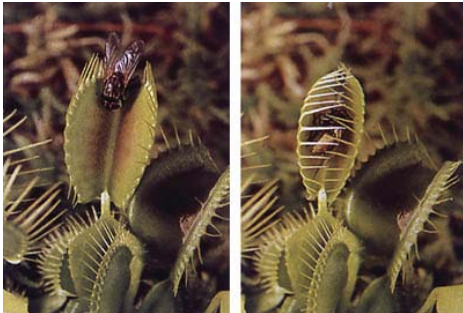
LINKS DE INTERÉS

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/reino_vegetal/contenidos9.htm

INFORMACIÓN ADICIONAL

(Todas las imágenes tienen Copyright)

Movimiento de las hojas modificadas de una planta carnívora cuando un insecto se posa en ellas.



Imágenes con Copyright

Efecto de la estimulación en la planta sensitiva mimosa púdica.



Imágenes con Copyright



Orientación solar

a) Lupino, orienta sus hojas al sol. b) Girasol, orienta sus flores al sol.

