

## Fisiología Vegetal

Clase - 14

### ¿Preguntas de la clase anterior?

<http://www.biouls.cl>

## La capacidad motriz de las plantas

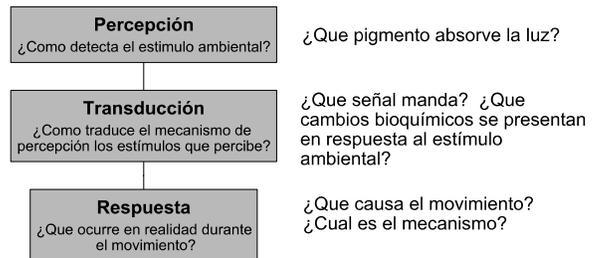
- Tropismo: la dirección del estímulo ambiental determina la dirección del movimiento.
- Nastigmo: el estímulo gatilla una respuesta pero la dirección del estímulo no determina la dirección del movimiento.
- Crecimiento verdadero (plástico, irreversible)
- Cambio de volumen celular (elástico, reversible)

## Estímulo - Respuesta

- Estímulo: Cambio ambiental que induce una respuesta en el vegetal
  - El estímulo induce (gatilla) la respuesta.
- Receptor: mecanismo de la planta que percibe el estímulo.
- Transducción: transformación del estímulo en una señal.
- Respuesta: ocurre a consecuencia de la señal (p.e., movimiento).

## Movimiento en las plantas

(Haupt & Feinleb, 1979)



## Mecanismos

Generalizaciones

- Mecanismos similares de una planta causan con frecuencia respuestas diferentes
  - Movimiento de  $K^+$ .
- Mecanismos diferentes pueden producir respuestas similares.
  - Distintos sistemas de pigmentos que perciben la luz.

## Movimientos Násticos

- Reversibles: causados por cambio de volumen en la zona del púlvino (o estructura semejante).

## Nictinastía: movimientos día - noche.

Nicti= noche

Movimientos rítmicos controlados por interacción entre ambiente y el "reloj biológico".

Movimientos de sueño

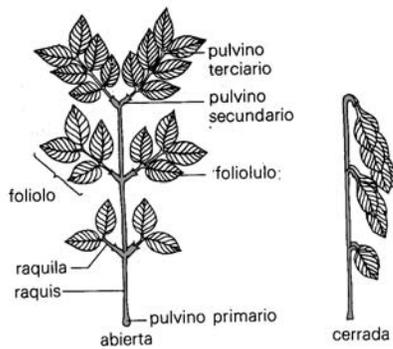


Día



Noche

Hojas de *Albizzia julibrissin* con luz de día normal y en la posición nocturna típica.

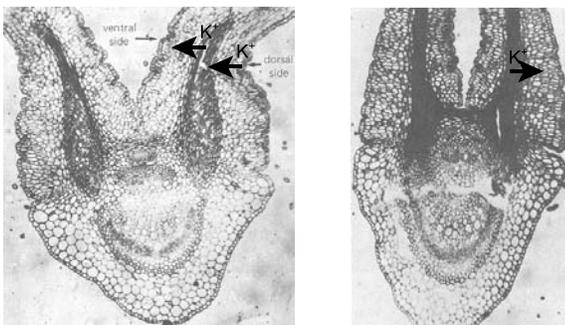


Hojas de *Samanea saman* en las posiciones de día y noche

## Mecanismo

¿Que hace que el agua fluya de un lado a otro del pulvino?

- $K^+$  es inusualmente elevada en el pulvino.
- Iones  $K^+$  salen de las células que pierden agua y aumenta en las que ganan agua (dorsal -ventral).
- El  $K^+$  que sale (o entra) en cada zona se acumularía en otras células o en el apoplasto del pulvino.
- Movimiento de agua en respuesta a gradiente osmótico.

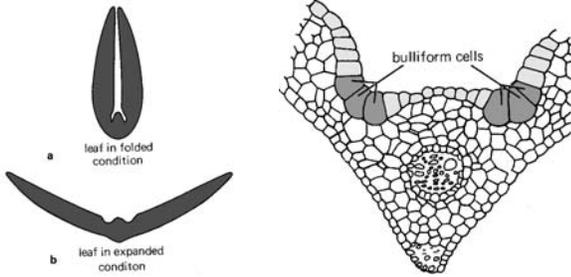


Sección longitudinal a través del púlvinus y tejido adyacente en foliolos de *Albizzia julibrissin*. Posición de día: abierta (izquierda) y noche: cerrada (derecha).

## Hidronastia

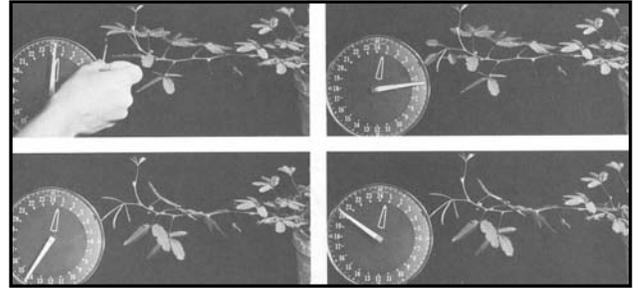
Hidro = agua

- Apertura y cierre de hoja en respuesta a disponibilidad de agua
- Plantas con pulvino responden a estrés hídrico cerrando sus hojas.
- Células buliformes en gramíneas.



Esquemas de una hoja de pasto azulado (*Poa pratensis*). Los cambios de turgor de las células buliformes controlan el plegamiento y apertura de la hoja.

## Tigmonastia



Respuesta de Mimosa púdica a calor. Respuesta equivalente a tocarla.

## Tigmonastia

Tigmo = tocar

- Movimiento en respuesta al contacto
- Hojas se cierran al ser tocadas, agitadas, etc. (P.e., *Mimosa pudica*).
- Cierre es por movimiento de  $K^+$
- Transmisión de la señal.
  - ▶ Eléctrica: potencial de acción ( $2 \text{ m s}^{-1}$ )
  - ▶ Química: efecto Ricca (substancia se mueve por xilema = turgorina)

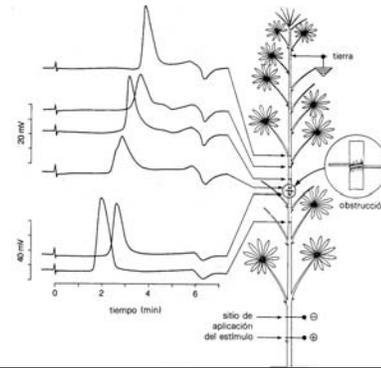
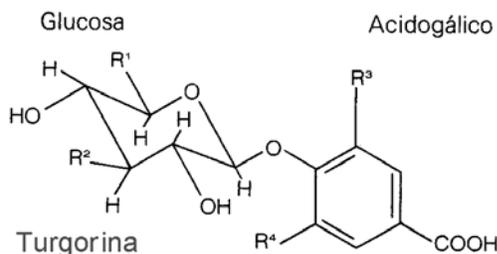
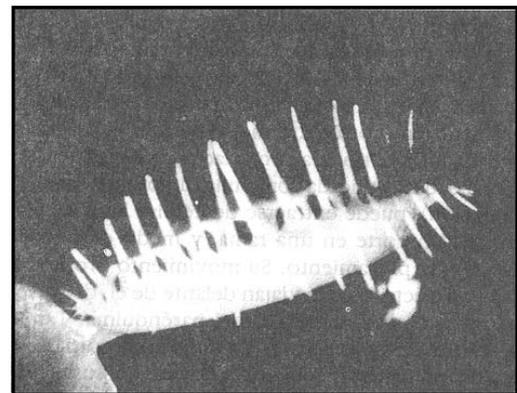


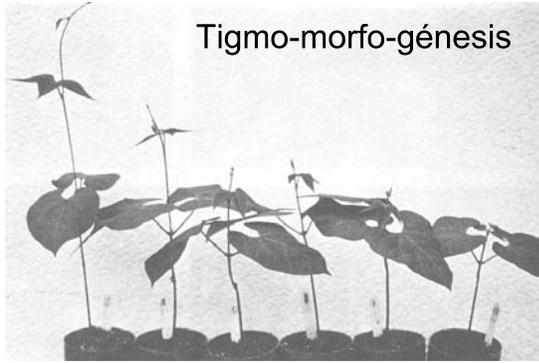
Figura 10-4 Un ejemplo de potenciales de acción medidos en *Mimosa pudica*. El propósito de este estudio fue examinar el movimiento de los potenciales de acción al pasar un subsistema en el tallo, el cual se origina al tocar un limbo alrededor del tallo (delineado en el círculo). El dibujo del tallo muestra la localización del Anodo (1) y el cátodo (2), el oblicuo y la tierra necesaria para medir los potenciales de acción. Las flechas indican la localización de los electrodos a lo largo del tallo. Las curvas de los potenciales de acción muestran los voltajes como función del tiempo, y la pequeña curva de cada curva es un artefacto causado por la aplicación del estímulo (la corriente eléctrica directa entre el Anodo y el cátodo).



| Turgorina  | Estructura   |          |       |       | Conc. mínima (mol/L)  |
|------------|--------------|----------|-------|-------|-----------------------|
|            | $R^1$        | $R^2$    | $R^3$ | $R^4$ |                       |
| PLMF 1     | $CH_2OSO_3H$ | OH       | OH    | OH    | $2.33 \times 10^{-7}$ |
| PLMF 2     | $Cl_2OSO_3H$ | $OSO_3H$ | OH    | OH    | $1.96 \times 10^{-7}$ |
| S-PLMF 2   | $CH_2OSO_3H$ | OH       | OH    | H     | $2.42 \times 10^{-8}$ |
| M-LMF 5    | $COOH$       | OH       | OH    | OH    | $2.75 \times 10^{-8}$ |
| PLMF-synth | $CH_2OSO_3H$ | OH       | H     | H     | $2.51 \times 10^{-8}$ |
| LMF-synth  | $COOH$       | OH       | H     | H     | $1.57 \times 10^{-8}$ |



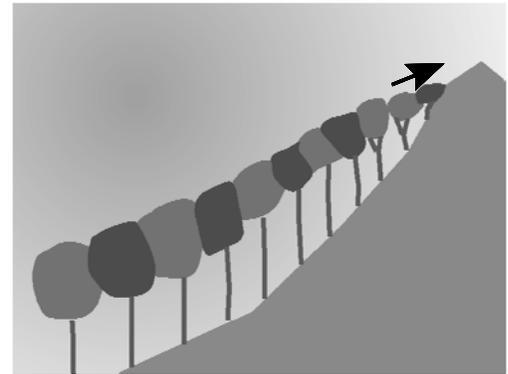
Atrapamoscas de venus (*Dionaea muscipula*). Potenciales de acción se mueven desde los pelos situados en la hoja bilobulada, y esta se cierra.



### Tigmo-morfo-génesis

Efecto del número de roces diarios del tallo en el crecimiento de poroto jóvenes. De izquierda a derecha, el número de estímulos (presión moderada con el índice y pulgar) fue 0, 2, 5, 10, 20 y 30.

### Tigmomorfogénesis en el límite arboreo



Viento sube por ladera

## Tropismos

Crecimiento diferencial direccional

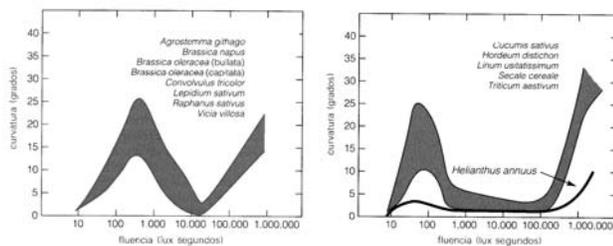
- Gravitropismo (ex geotropismo)
  - ▶ En respuesta a fuerzas gravitacionales.
- Fototropismo (ex heliotropismo)
  - ▶ En respuesta a luz
- Tigmotropismo
  - ▶ En respuesta a tacto

## Fototropismo

En coleoptilos y tallos

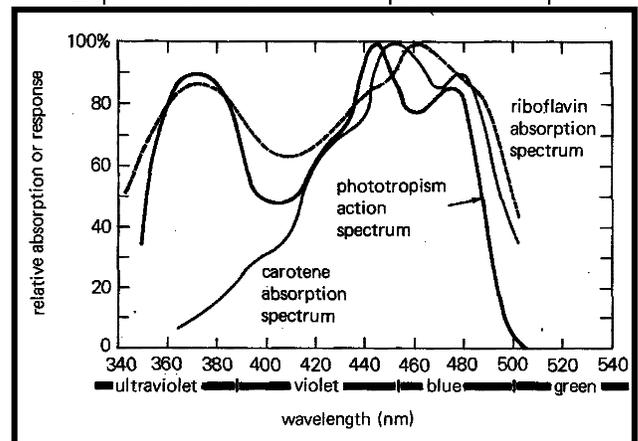
- Darwin & Darwin (1880).
  - ▶ Los coleoptilos no se curvaban hacia la fuente luminosa si las puntas eran cortadas o sombreados.
- Went (1926)
  - ▶ Descubrimiento de las Auxinas y respuesta del coleoptilo con crecimiento diferencial.

## Relación dosis - respuesta

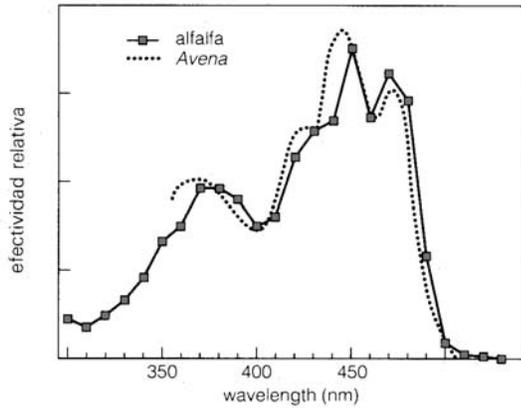


Respuesta fototrópica a iluminación lateral.

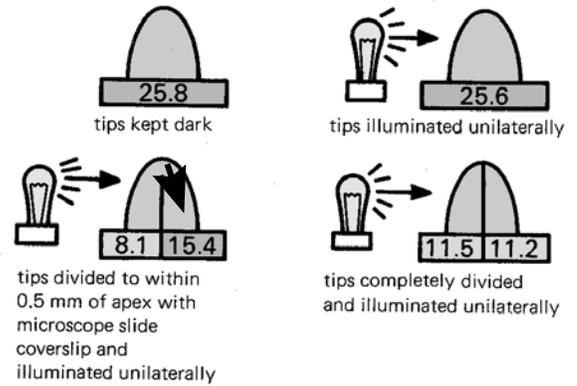
## Espectro de absorción / respuesta fototrópica



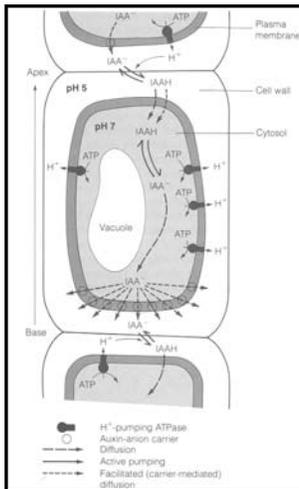
### Espectro de acción (respuesta) fototrópica



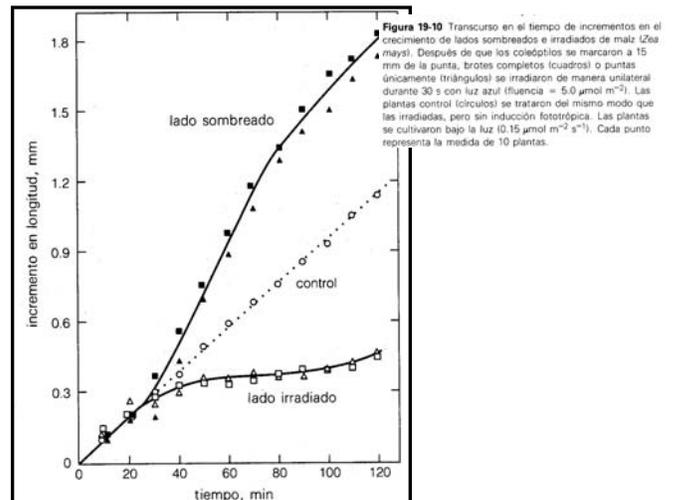
### CONCENTRACIÓN DE AUXINA



### Transporte polar de la auxina



**FIGURE 16.10.** Hypothetical scheme for polar auxin transport. The chemiosmotic model of polar auxin transport is illustrated above, showing one cell in a column of auxin-transporting cells in a stem or coleoptile. (For clarity the volume of the vacuole has been reduced and the thickness of the plasma membrane has been increased.) The proton-pumping ATPases in the plasma membrane use the energy of ATP hydrolysis to maintain a transmembrane pH gradient. This causes the extracellular space to be acidic (pH 5) and leads to an electrical potential (outside positive) across the plasma membrane. Both of these factors play a role in the chemiosmotic model of polar auxin transport. Note that the IAA<sup>-</sup> carriers are located at the basal end of the cell. (From Jacobs, 1983.)



**Figura 19-10** Transcurso en el tiempo de incrementos en el crecimiento de lados sombreados e irradiados de maíz (*Zea mays*). Después de que los coleóptilos se marcaron a 15 mm de la punta, brotes completos (cuadrados) o puntas únicamente (triángulos) se irradiaron de manera unilateral durante 30 s con luz azul (fluencia = 5.0 μmol m<sup>-2</sup>). Las plantas control (círculos) se trataron del mismo modo que las irradiadas, pero sin inducción fototrópica. Las plantas se cultivaron bajo la luz (0.15 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Cada punto representa la medida de 10 plantas.

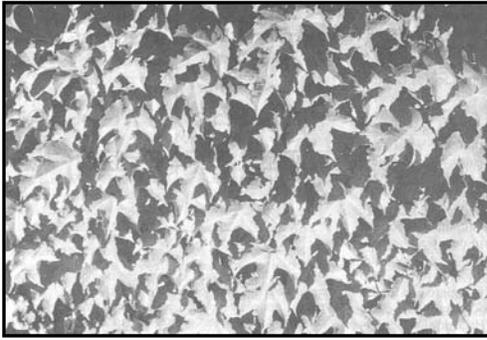
## TEORIAS QUE EXPLICAN EL FOTOTROPISMO

- Teoría de Cholodny-Went: migración de auxina por el lado oscuro, promoción del crecimiento.
- Teoría de Blaauw: Inhibición del crecimiento en el lado iluminado.

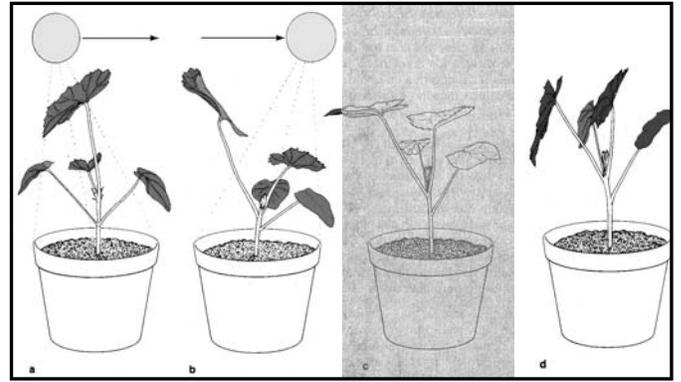
## OTROS ASPECTOS DEL FOTOTROPISMO

- Mosaicos foliares
- Rastreo del sol = diafototropismo positivo (ex diaheliotropismo). El órgano se orienta hacia la fuente luminosa, la cual es móvil.
- Rastreo negativo del sol = diafototropismo negativo.
  - ▶ en plantas de desierto, especialmente cuando hay déficit hídrico.

## MOSAICO FOLIAR



**Figura 19-11** Mosaico foliar típico en una hiedra de América del Norte (*Parthenocissus tricuspidata*) creciendo sobre las paredes de un edificio. Nótese cómo casi todas las hojas se encuentran expuestas a la luz. Los mosaicos foliares se desarrollan con frecuencia en plantas de ornato que dependen de la luz que llega de una sola dirección (como de una ventana, por ejemplo).



**Figura 19-12** Rastreo o búsqueda del sol por parte de una planta con hojas en forma de copa, como las de algunos miembros de la familia de las malváceas (por ejemplo, *Malva* o *Lavatera*). La lámina foliar (las hojas) recibe señales direccionales del sol y se inclina para apuntar hacia éste a medida que las células pulvinares que se localizan en su articulación con el peciolo o ganan o pierden agua. **la y b)** Las hojas rastrean el sol durante el día, de manera muy parecida a como un radiotelescopio rastrea un satélite. **le)** Una o dos horas después de la puesta del sol, las láminas se encuentran en una posición "relajada", la que mantienen durante la mayor parte la noche. **ld)** Casi una hora antes de que salga el sol, las láminas se habrán movido para apuntar hacia el punto en el horizonte por donde saldrá el sol a la mañana siguiente.

## Leer

- Salisbury, F.B. y C.W. Ross (1992) Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México. Capítulo 19.