

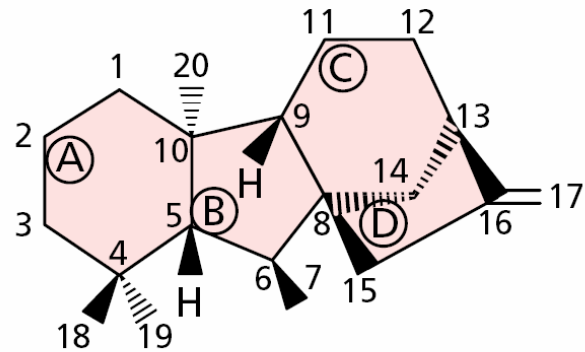
Hormonas vegetales (2)

Angela Blanco Balbontín

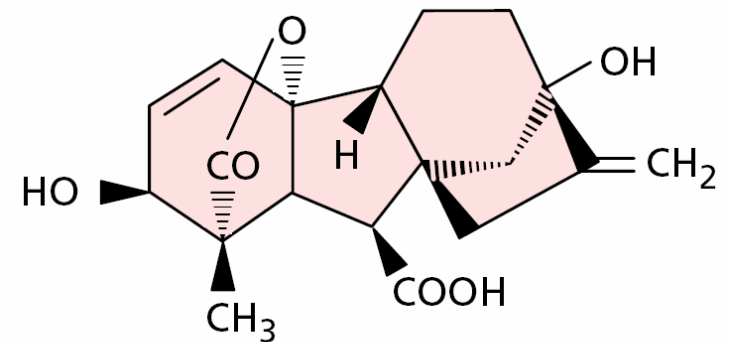
Giberelinas

Giberelinas

- Descubierta en 1950
- Agricultores japoneses observaron la elongación anormal del tallo en las plántulas de arroz
- Sustancia química producida por *Giberella fujikuroi* (Hongo *Fusarium moniliforme*)
- Su designación es **AG** (ácido giberélico) seguida de un número y al momento hay mas de 150 formas conocidas de esta hormona.



ent-Gibberellane structure



Gibberellic acid (GA₃)

Biosíntesis

- Las giberelinas son terpenos; por lo tanto son sintetizadas por la vía del terpenoide, formando kaureno.
- Son sintetizadas en tres etapas:
 - Etapa 1: Producción de los precursores terpenoides y entkaureno en plastidios
 - Etapa 2: Reacciones de oxidación en el retículo endoplásmico a partir de GA_{12} y GA_{53}
 - Formación en el citosol de todas las demás giberelinas a partir del GA_{12} y GA_{53}

Biosíntesis

- Las giberelinas son biosintetizadas en los tejidos apicales y transportados al resto de la planta vía floema
- También se sugiere que pueden ser sintetizadas en las raíces y son transportadas vía xilema
- Además se pueden encontrar en órganos reproductores, semillas inmaduras y frutos, entrenudos
- Las giberelinas regulan su propio metabolismo (feedback regula la transcripción)
- Las condiciones ambientales pueden alterar esta transcripción (fotoperíodo y temperatura)
- Las auxinas promueven la síntesis de giberelinas (falta de ápice)

Traslado

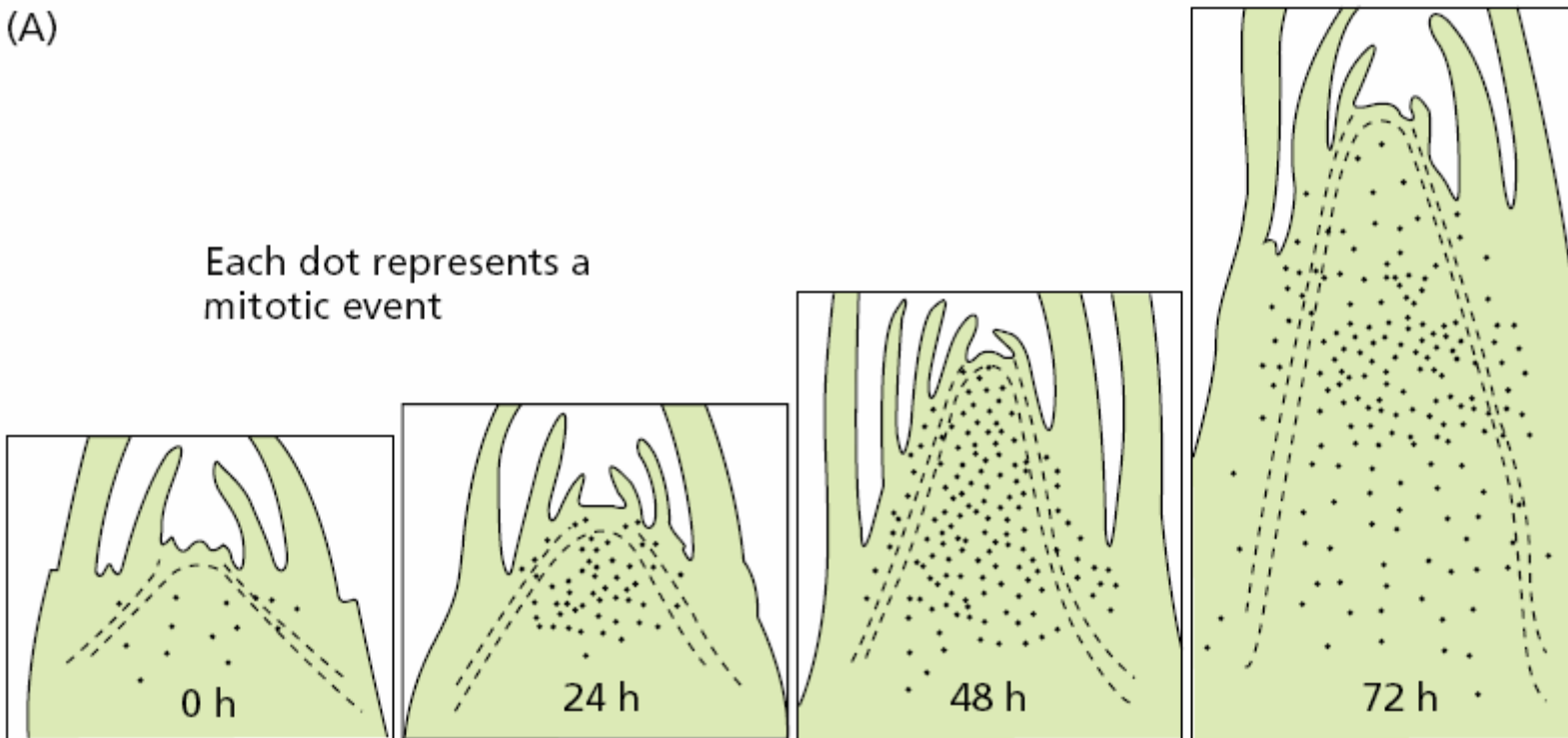
- Su traslado se realiza a través de floema y xilema
- No es polar como en el caso de las auxinas.

Modo de acción

- Las giberelinas provocan la **división celular** al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN.

(A)

Each dot represents a mitotic event



Distribution of cell division following application of GA

Modo de acción

- Estimula la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial agua
- Lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión, inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio.
- También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos.

Efectos fisiológicos

- Controlan el crecimiento y elongación de los entrenudos de tallos (estimula la división y la elongación celular)
- Elongación del escapo floral, que en las plantas en roseta es inducido por el fotoperíodo de día largo.
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada
- Crecimiento y desarrollo de frutos (Inducción de la partenocarpia en algunas especies frutales)
- Eliminación de la dormancia que presentan las yemas y semillas de numerosas especies.
- Retraso en la maduración de los frutos.
- Pueden retrasar la senescencia en hojas y frutos de cítricos.

Efectos fisiológicos

- Estimulan germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula (estimulan la producción de α -amilasa durante la germinación).
- Induce masculinidad en flores de plantas monoicas.
- Sustitución de las necesidades de frío (vernalización) o de día largo requeridas por muchas especies para la floración (hortícolas en general).

Aplicaciones en la Agricultura

- En perejil para aumentar crecimiento (en épocas de frío principalmente)
- En cítricos retarda la coloración de los frutos
- En vid para alargar de los pedúnculos florales para evitar enfermedades fúngicas, obtener bayas de mayor tamaño sin semillas
- En manzano para aumentar tamaño y calidad de la fruta



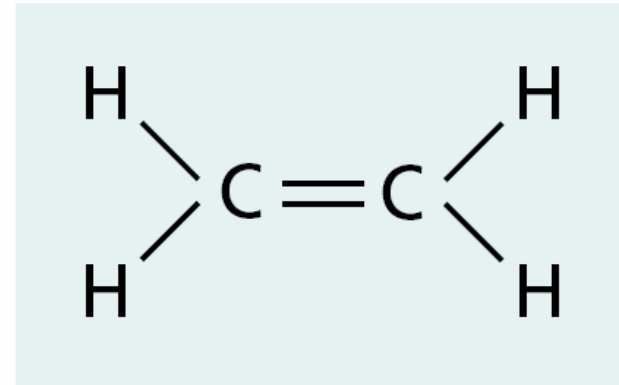
Aplicaciones en la Agricultura

- En Coníferas, para incrementar la producción de semillas induciendo la floración precoz
- En caña de azúcar para aumentar rendimiento en sacarosa
- Romper latencia en tubérculos de papa y **dormancia** en semillas.
- En malterías para aumentar la hidrólisis del almidón del endosperma de cebada

Etileno

Etileno

- Es un hidrocarburo sencillo ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$)
- Se descubrió a comienzos del siglo pasado en Alemania, cuando se demostró que el gas que perdían las lámparas de la calle era el principal causante de la defoliación que ocurría en los árboles cercanos a ellas



Ethylene

Biosíntesis

- Puede ser producido por la mayoría de las partes de las plantas superiores
- La tasa de producción depende del tipo de tejido y de la etapa de desarrollo
- En general, las regiones meristemáticas y nodales son las más activas en la biosíntesis
- También aumenta durante la abscisión foliar, senescencia de flores y madurez de los frutos
- Cualquier tipo de herida puede inducirla
- Estrés por Inundación, congelamiento, enfermedad o temperatura pueden llevar a su síntesis

Factores de formación

- Es estimulado por varios factores:
 - Estado de desarrollo (madurez de la fruta)
 - Condiciones ambientales (estrés)
 - Otras hormonas (auxina)
 - Daños físicos y químicos
- La cantidad varía, tiene su peak es durante el día y disminuye al mínimo durante la noche
- Madurez de la fruta

Mecanismo de acción

- No está claro, se sabe que se une a una proteína transmembrana que genera una señal de transducción, modulando la expresión génica

Efectos fisiológicos

- Estimula la maduración de algunos frutos
 - Frutos climactericos: aumentan su tasa respiratoria antes de la fase de maduración. Justo antes se ha visto un aumento en la producción de etileno (autocatálisis).
 - Frutos no climactericos: No muestran aumento en el etileno ni en la tasa de respiración.

Frutos climactericos y no climactericos	
Climactericos	No climactericos
Manzana	Cereza
Palta	Cítricos
Plátano	Uva
Chirimoya	Piña
Higo	Frutilla
Mango	Sandía
Aceituna	
Durazno	
Pera	
Ciruela	
Tomate	
Melón	

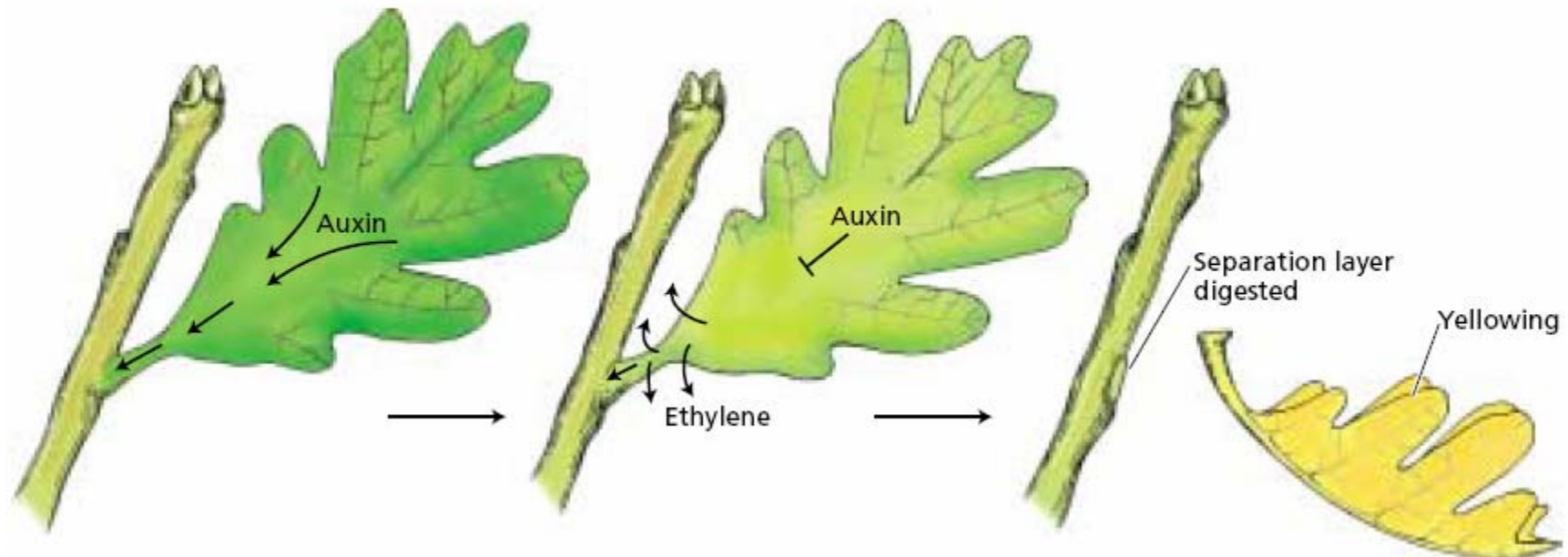
Efectos fisiológicos

- Produce epinastia en plantas en estrés
- Induce la triple respuesta en plántulas:
 - Reduce tasa de elongación
 - Incrementa la expansión lateral
 - Produce un ensanchamiento bajo el gancho
- Rompe la dormancia de semillas y yemas en algunas especies
- Promueve la elongación de especies acuáticas
- Induce la formación de raíces y pelos radicales



Efectos fisiológicos

- Estimula la floración en Bromeliaceas
- Estimula la senescencia floral y foliar
- Produce respuestas de defensa
- Estimula la abscisión de hojas y frutos.
- Induce la feminidad en flores de plantas monoicas.



Compuestos anti-etileno

- Inhibidores de la síntesis de etileno:
 - Aminoetoxi-vinil-glicina (AVG)
 - Ácido aminooxiacético (AOA)
- Inhibidores de la acción del etileno:
 - Iones de plata, nitrato de plata o tiosulfato de plata son potentes
 - Altas concentraciones de dióxido de carbono
 - 1-Metilciclopropeno (MCP)

Aplicaciones en la Agricultura

- Homogeneizar cosecha
- Estimular su maduración en la etapa final del mercadeo
- También se le ha utilizado para inducir la floración en piña, estimular la pigmentación de uvas rojas, “aflojar” frutos de naranja para cosecha mecánica
- Por ser un gas, el etileno no es fácil de aplicar en los cultivos. Comercialmente se utilizan otros compuestos que al aplicarse a las plantas se convierten en etileno adentro del tejido, con lo que se puede ejercer el efecto hormonal de ese tipo.

Ácido Abscísico

Ácido Abscísico

- El crecimiento de las plantas está regulado positiva y negativamente por reguladores.
- Este se considera un inhibidor de crecimiento
- Ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como
 - Letargo
 - Abscisión de hojas y frutos
 - Estrés hídrico

Biosíntesis

- Se sintetiza en base a un intermediario del carotenoide
- Toma lugar en cloroplastos y otros plastidios

Distribución

- Es transportado por xilema y floema, aunque es más abundante en este último
- Cuando hay estrés hídrico, el ABA es sintetizado en las raíces (contacto directo con el suelo seco)
- El ABA sintetizado en las raíces puede ser transportado a los brotes vía xilema.

Funciones fisiológicas

- Induce y mantiene la latencia
- Estimula el cierre estomático (el estrés hídrico aumenta la síntesis de ABA)
- Inhibe el crecimiento del tallo pero no el de las raíces; en algunos casos puede incluso inducirlo.
- Induce en las semillas la síntesis de proteínas de almacenamiento. Inhibe la germinación de la semilla
- Inhibe el efecto de las giberelinas de inducir la producción a α -amilasa.
- Induce la transcripción génica de inhibidores de proteasas en respuesta a heridas lo que explicaría su aparente papel en la defensa contra patógenos.
- Propicia la caída de las hojas

Procesos del crecimiento

- El ácido abscísico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes y la base del ovario.

Desarrollo vegetal bajo el control

1. Promueve la latencia en yemas y semillas
2. Inhibe la división celular
3. Causa el cierre de los estomas
4. Antagónico de las giberelinas
5. Inhibe el crecimiento