

Otros grupos hormonales.

✓ Brasinoesteroides

✓ Jasmonatos

✓ Salicilatos

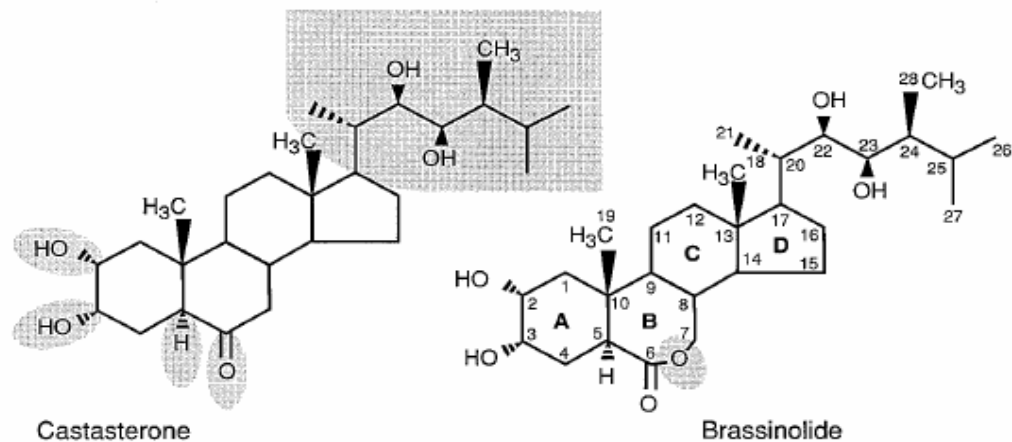
✓ Poliaminas

Brasinoesteroides

- ✓ Hormonas esteroides.
- ✓ Identificación a partir de polen de *Brassica napus*: brassins (1970).
- ✓ Brassinolide: esteroide poly-hidroxilado, similar a hormonas esteroides animales (1979).
- ✓ Ampliamente distribuidos en el reino vegetal, se han identificado mas de 40 (Angiospermas, Gimnospermas, Pteridofitas, Briofitas).
- ✓ Presentes en todos los órganos y tejidos, máximas concentraciones en grano de polen y semillas inmaduras.

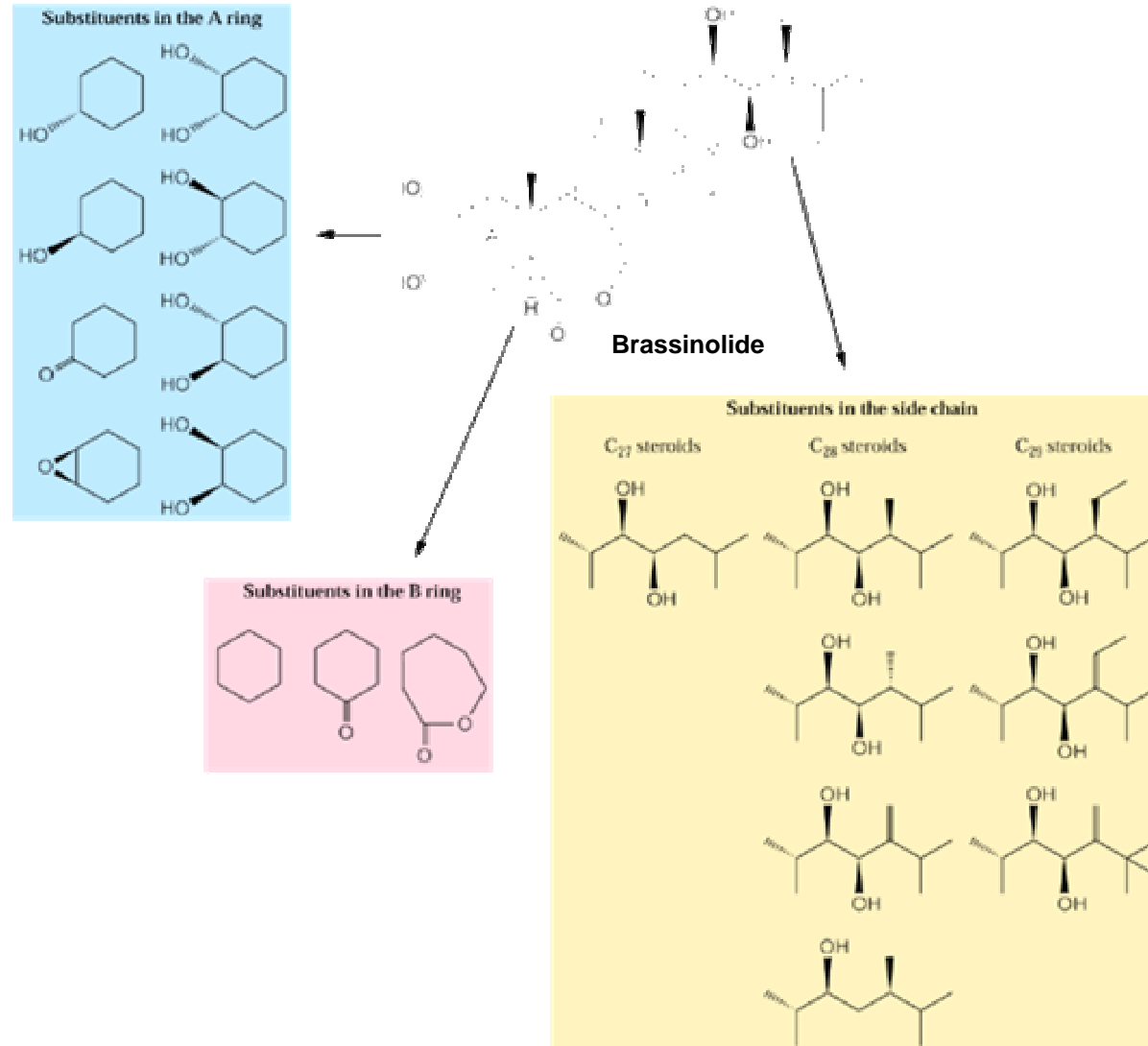
Brasinoesteroides

Estructura de los dos brasinoesteroides más frecuentes en plantas.



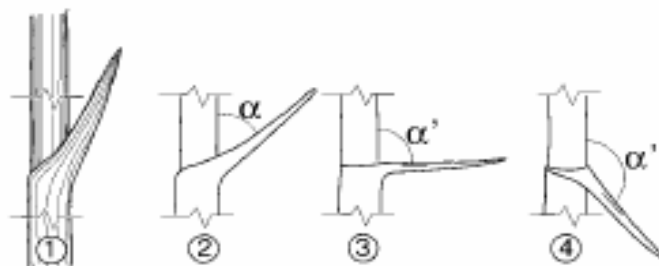
C₂₇, C₂₈ y C₂₉ esteroides con distintos sustituyentes en los anillos A y B y la cadena lateral.

Brasinoesteroides



Brasinoesteroides

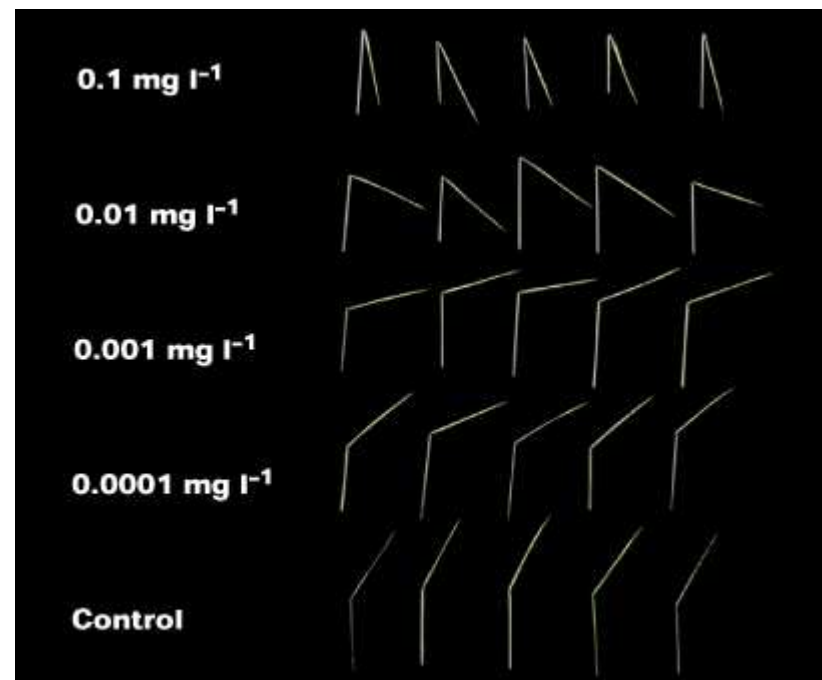
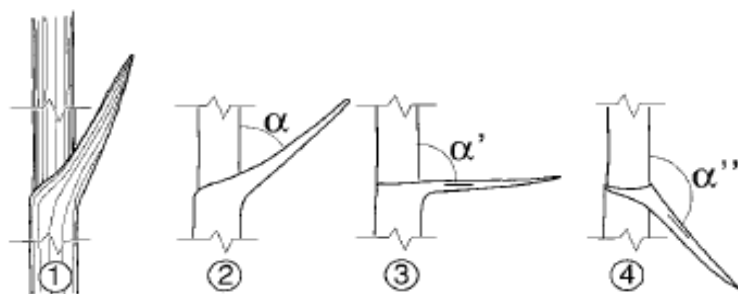
Bioensayo: se aplica una gota de solución en la unión entre la lámina y vaina de la segunda hoja (arroz). Luego de 2 días se mide el ángulo entre lámina y vaina, el cual es proporcional a la cantidad de Brassinoesteroide aplicado.



Permite distinguir entre BRs biológicamente activos y otros compuestos inactivos y cuantificar la cantidad de BRs presentes.

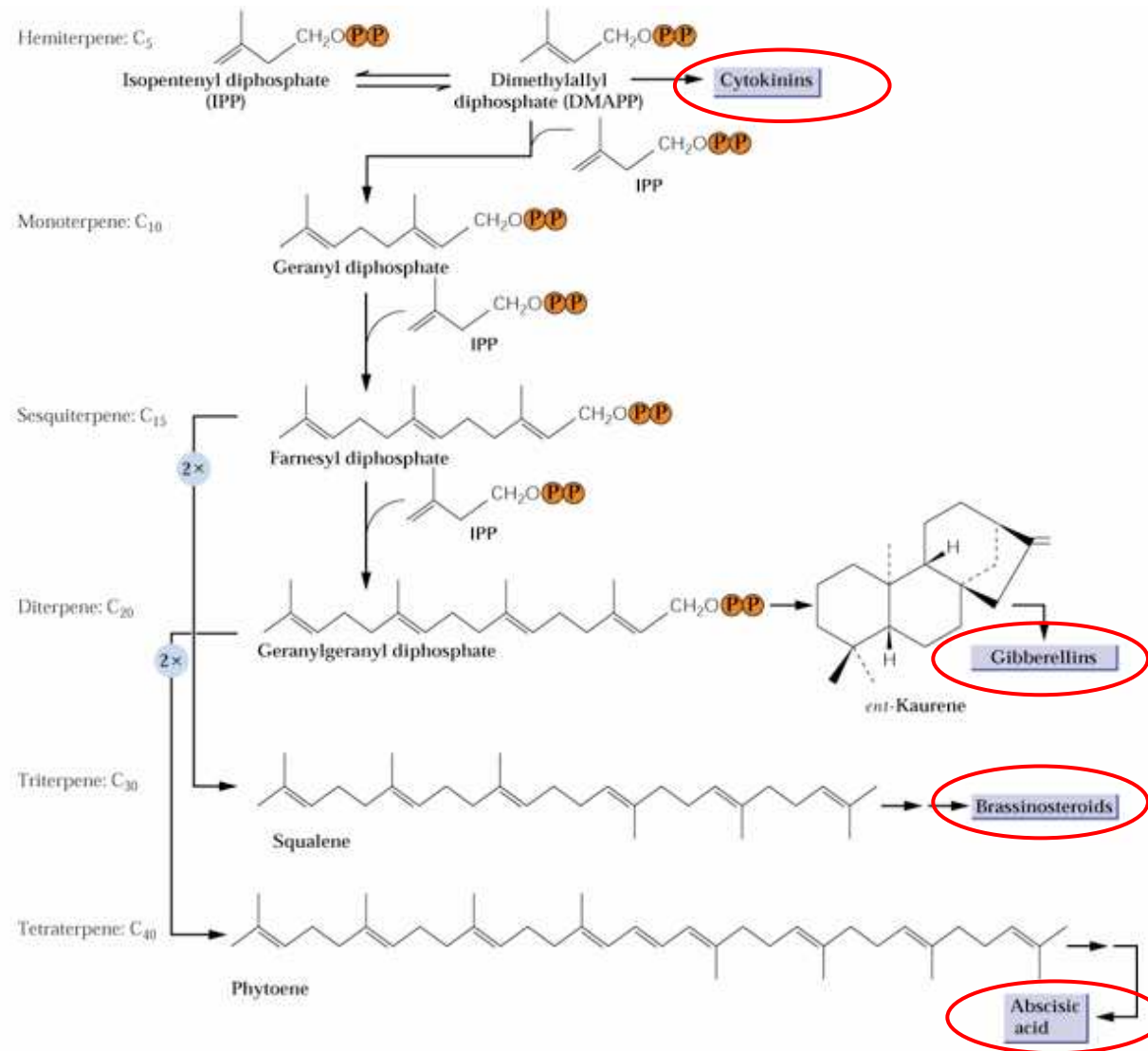
Brasinoesteroides

Efecto de concentraciones crecientes de BR en la inclinación de la lámina de hoja de arroz.



Brasinoesteroides

Biosíntesis: Derivan de la vía de los terpenoides (igual que otros grupos hormonales: Citoquininas, GAs, ABA).



Brasinoesteroides

Metabolismo:

- ✓ Feedback negativo
- ✓ Inactivación: oxidación y conjugación con glucosa o lípidos (entre otros)
- ✓ Resultados de diversos ensayos sugieren que actúan en o cerca del sitio de biosíntesis.
- ✓ Cada órgano sintetizaría y respondería a sus propios BRs.

Brasinoesteroides

Efectos fisiológicos:

- ✓ Promueven elongación
- ✓ Crecimiento del tubo polínico
- ✓ A bajas concentraciones inducen diferenciación de raíces laterales (acción sinérgica con auxinas)
- ✓ Xilogénesis
- ✓ Respuestas a condiciones de estrés (biótico y abiótico)

Brasinoesteroides

Efectos fisiológicos

Elongación de epicótilos en soja (*Glycine max*) tratados con BRs.

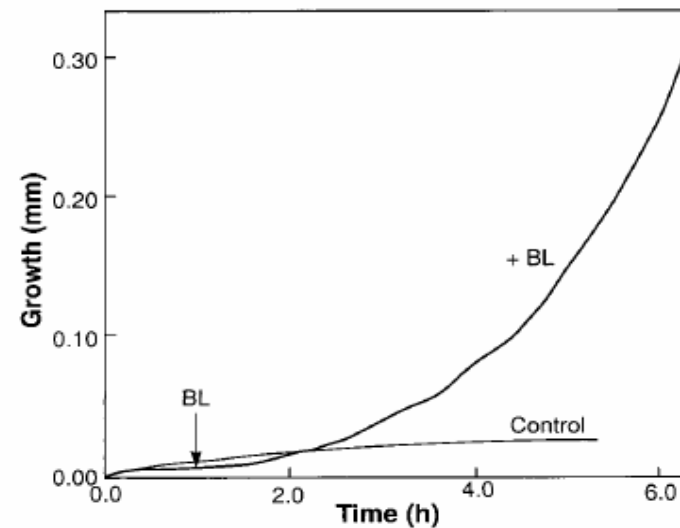


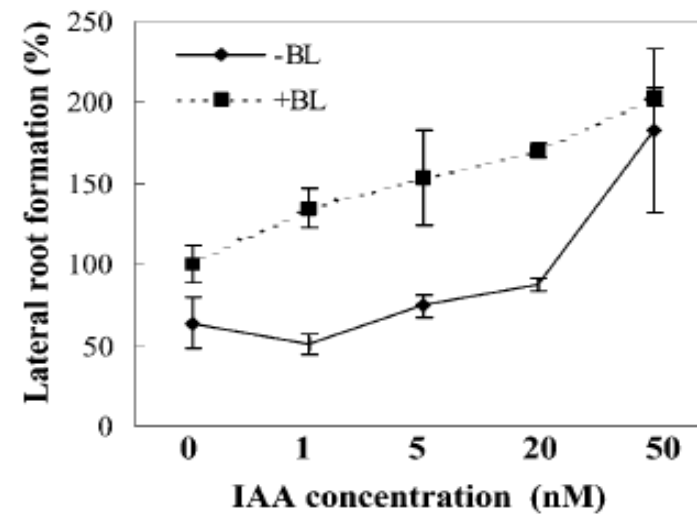
FIGURE 9-2 Stem elongation by exogenous brassinolide (BL) in soybean (*Glycine max*). Epicotyl segments treated with BL or without (control) were monitored continuously for elongation growth using a special instrument and a recording device (for this method, see Chapter 15). Acceleration of growth began 45 min after addition of BL and reached a maximum steady state after 4–5 h. From Zurek *et al.* (1994).

Brasinoesteroides

Efectos fisiológicos:

Diferenciación de raíces laterales.

BRs actúan sinérgicamente con auxinas.



Brasinoesteroides

Efectos fisiológicos:

Xilogénesis

Expresión de genes relacionados con la formación de pared celular secundaria y muerte celular programada.

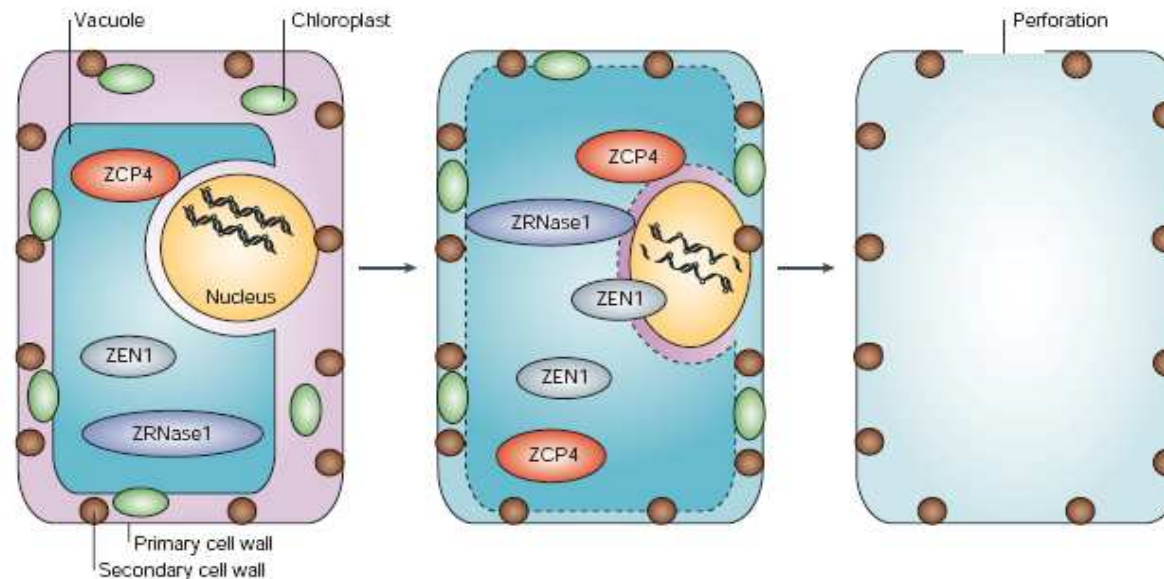


Figure 5 | **Programmed cell death during tracheary-element differentiation.** Brassinosteroids (BRs) induce tracheary element (TE) differentiation through the expression of genes that are related to secondary-cell-wall formation and programmed cell death (PCD). In developing TEs, PCD-specific hydrolytic enzymes — such as an S1-nuclease (ZEN1), RNases (ZRNase1) and cysteine proteases (ZCP4) — are newly synthesized and accumulate in the vacuole. The vacuole enlarges and the enlarged vacuole then bursts, shrinks and fragments. Vacuole collapse causes the insulated hydrolytic enzymes to be released into the cytoplasm and to attack various organelles, resulting in autolysis of the cell contents and part of the cell walls. Finally, perforation of the wall leads to the loss of all cell contents from TEs and the formation of mature hollow tubes that are reinforced by secondary walls. It takes about 6 hours to lose all the cell contents after the formation of visible secondary-wall thickenings and only 15 minutes to lose nuclear DNA after vacuole collapse.

Fukuda, 2004.

Efectos fisiológicos:

Respuestas a condiciones de estrés biótico y abiótico.

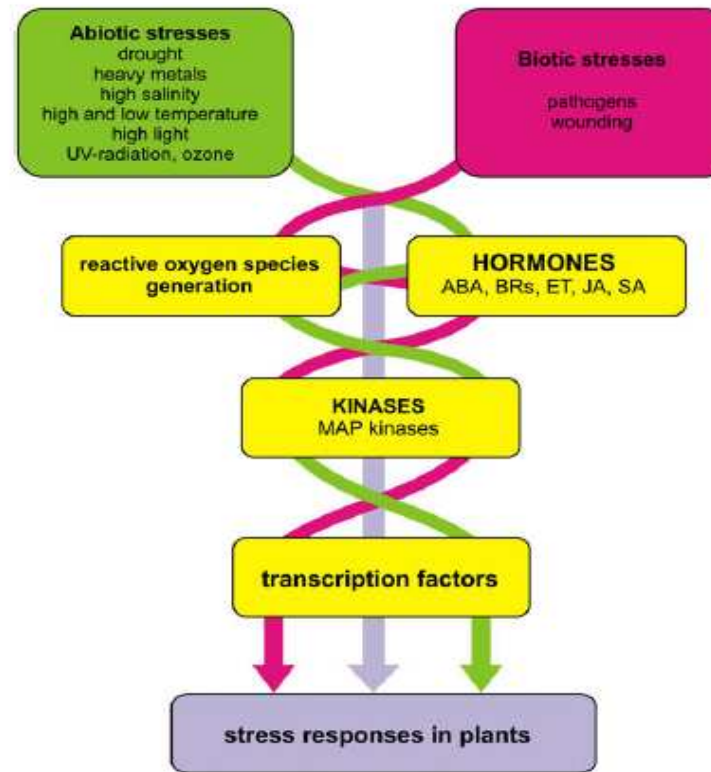
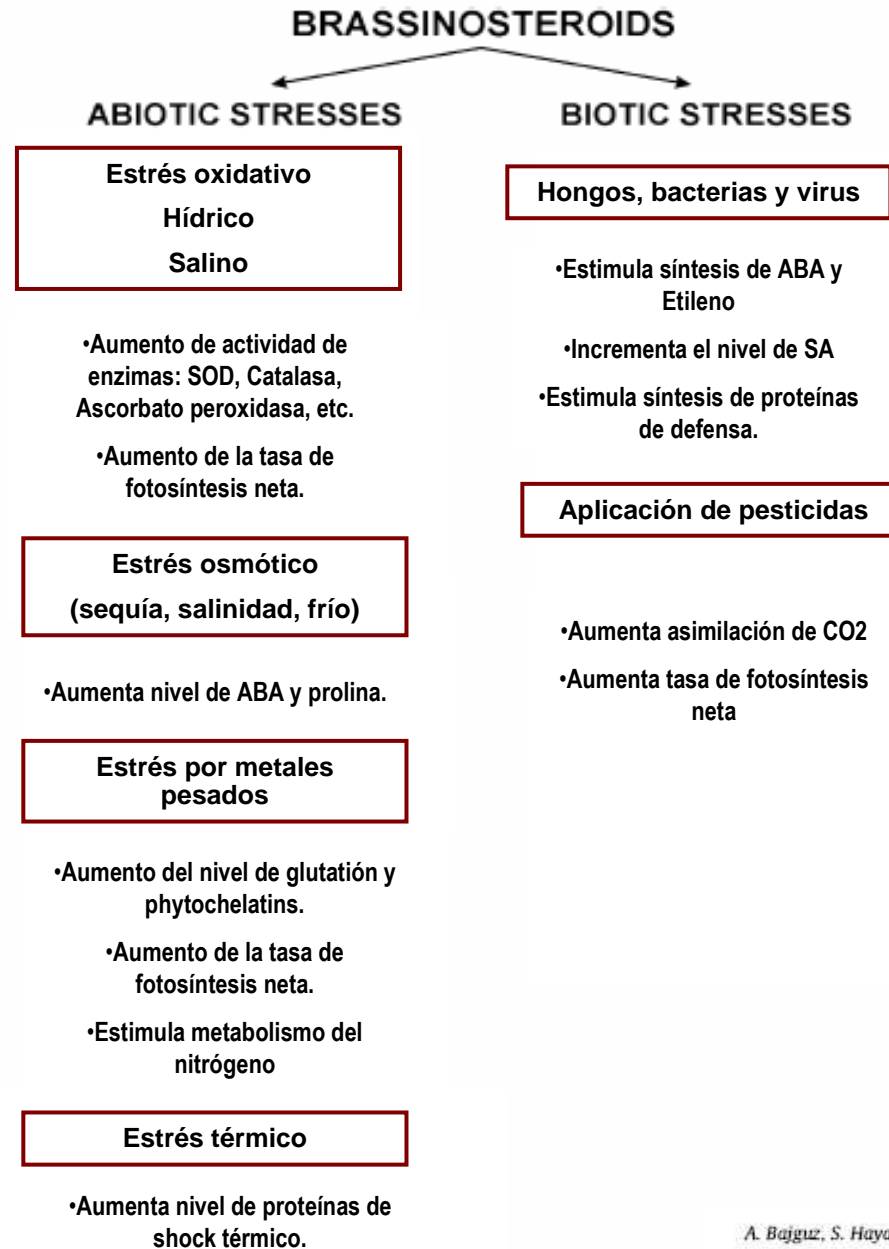


Fig. 1. Generalized model of the plant stress signalling networks. ABA, abscisic acid; BRs, brassinosteroids; ET, ethylene; JA, jasmonic acid; SA, salicylic acid.

A. Bajguz, S. Hayat / Plant Physiology and Biochemistry 47 (2009) 1–8

BRs presentan una nueva perspectiva para la resistencia de plantas ante condiciones ambientales adversas.

Efecto de los BRs en plantas sujetas a distintos tipos de estrés



Brasinoesteroides

Usos potenciales en agricultura:

Estudios a pequeña escala para evaluar efecto en incrementar rendimientos:

- Lechuga: 25% de incremento (peso hojas/planta).
- Habas: 45% de incremento (peso semillas/planta).
- Incrementos similares en rendimiento de trigo, cebada, arroz.
- Papa: incrementa tamaño de tubérculo y resistencia a enfermedades.

Estudios a mayor escala: Resultados muestran que BRs no tienen mucho efecto cuando las condiciones de crecimiento son óptimas, pero sí cuando las plantas crecen en condiciones de estrés.

Jasmonatos

Antecedentes

Inicialmente aislados y reconocidos como inhibidores de crecimiento (1971).

Derivados de ácidos grasos.

Compuestos utilizados en la industria cosmética (aceites esenciales de *Jasminum grandiflorum*).

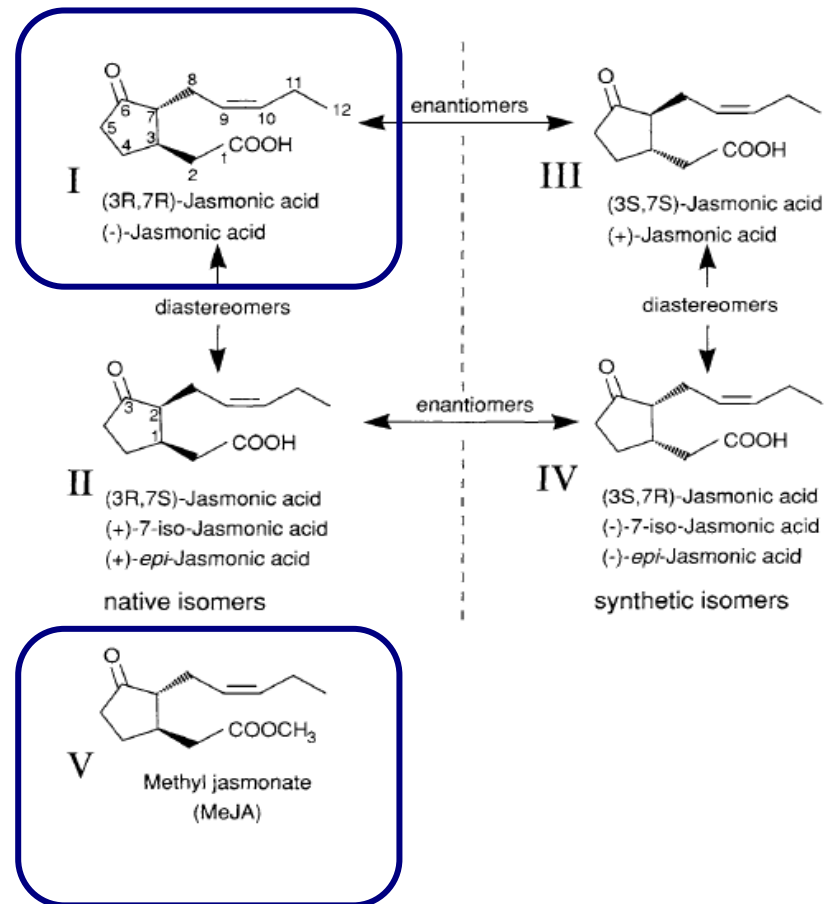


Jasminum grandiflorum



Jasmonatos

Estructura química del ácido jasmónico y metil-jasmonato



Jasmonatos

Biosíntesis

- Síntesis a partir del ácido α -linolénico (18:3).
- Niveles endógenos varían considerablemente en función del estado de desarrollo y condiciones ambientales.
- Presentes en todos los órganos de la planta.
- Inducción: etileno, ácido salicílico.
- Heridas en hojas promueven la síntesis.

Jasmonatos

Ruta de biosíntesis

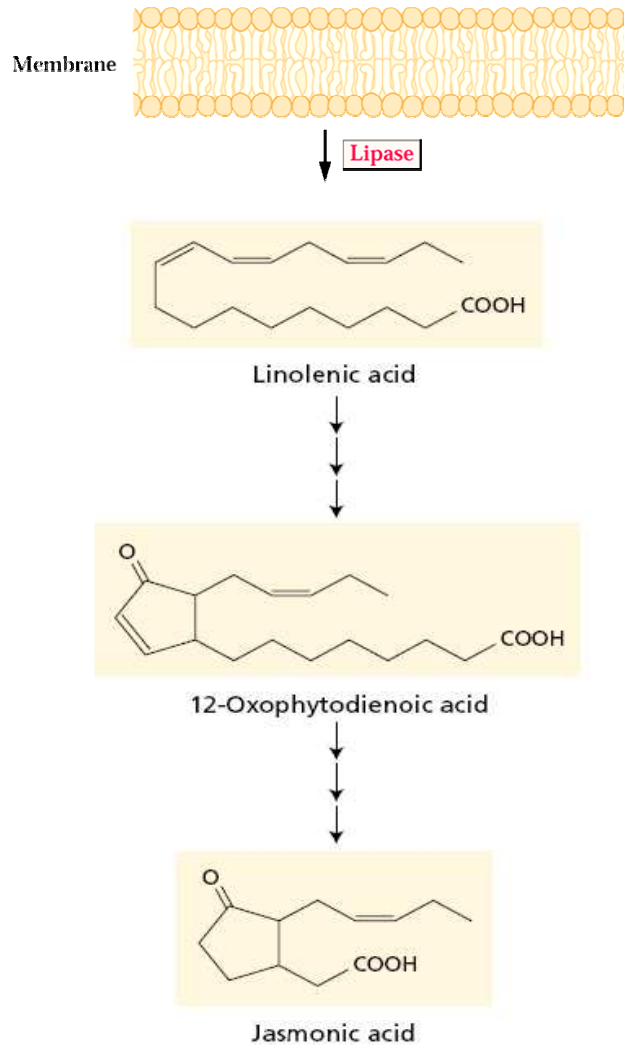


FIGURE 13.24 Steps in the pathway for conversion of linolenic acid (18:3) to jasmonic acid.

Taiz & Zeiger, 2002.

Jasmonatos

Efectos fisiológicos

- Resistencia a insectos y enfermedades
- Síntesis de proteínas de almacenamiento
- Estimulan bulbificación y tuberización
- Promueven la senescencia

Jasmonatos

Efectos fisiológicos

Daños causados por insectos herbívoros inducen mecanismos de defensa sistémicos.

Niveles de JA aumentan notablemente y desencadenan la síntesis de proteínas de defensa.

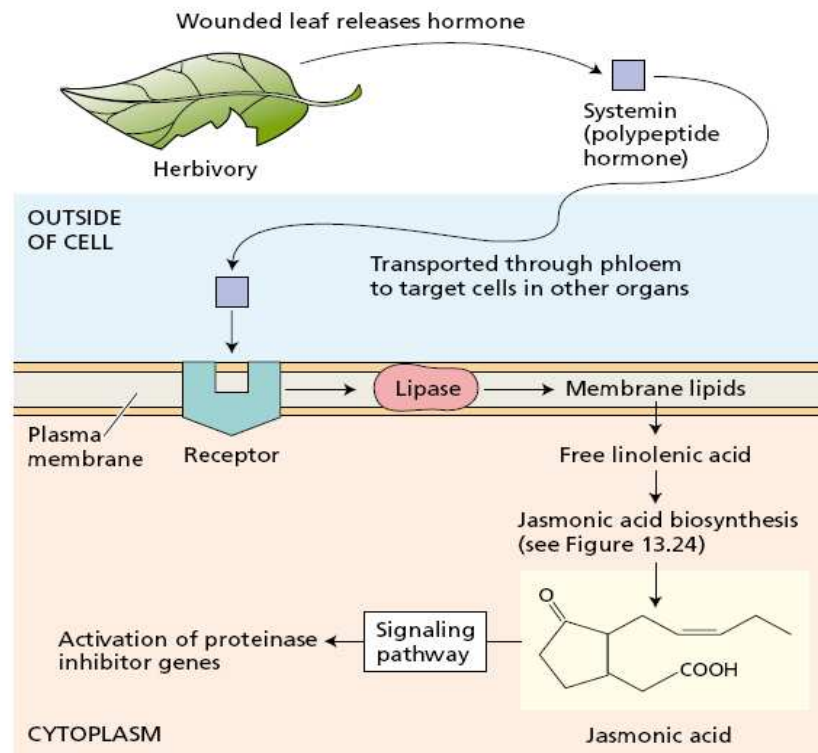


FIGURE 13.23 Proposed signaling pathway for the rapid induction of proteinase inhibitor biosynthesis in wounded tomato plants.

Taiz & Zeiger, 2002.

Jasmonatos

Efectos fisiológicos

Incremento en los niveles endógenos de JA en hojas en respuesta a heridas.

TABLE 12-1 Increase in Endogenous Levels of JA in Leaves of *Bryonia dioica* and *Avena* Following Wounding^a

Species	JA (pmol g fw ⁻¹)		
	Control	Wounded	Increase (× control)
<i>Bryonia</i>	47 ± 12	314 ± 57	× 6.7
<i>Avena</i>	64 ± 22	218 ± 79	× 3.4

^aWounded leaves were harvested after 30 (*Avena*) or 120 (*Bryonia*) min. Results are averages of four separate experiments for each species (± SD). JA levels were measured by ELISA using monoclonal antibodies prepared against (-)-JA. From Albrecht *et al.* (1993).

Jasmonatos

Efectos fisiológicos

Incremento en los niveles endógenos de JA en hojas en respuesta a heridas

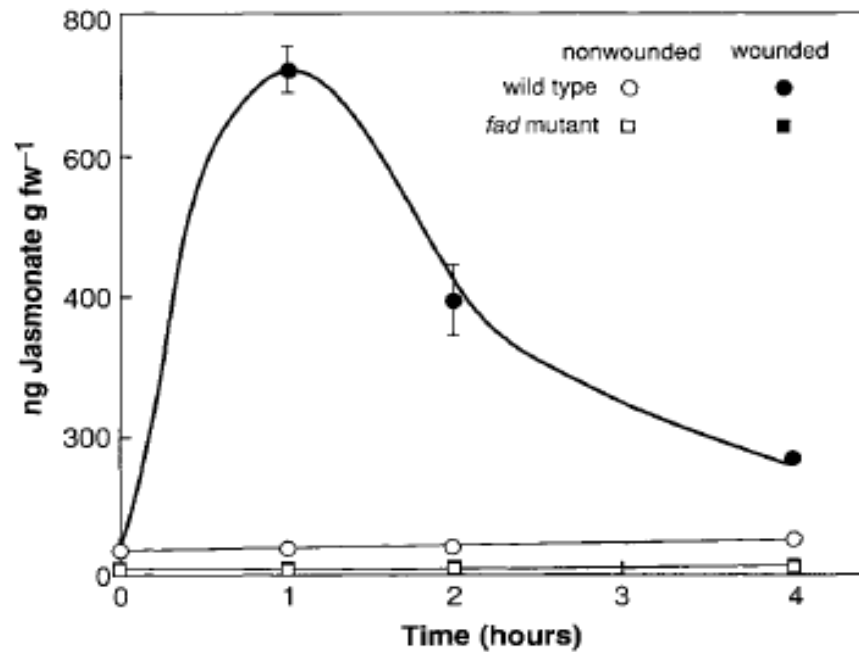


FIGURE 12-11 Kinetics of jasmonate accumulation in leaves of *Arabidopsis* wild-type and *fad3-2 fad7-2 fad8* mutant after wounding. Reprinted with permission from McConn *et al.* (1997), © National Academy of Sciences, USA.

Srivastava, 2002.

Ácido salicílico

Antecedentes

Propiedades medicinales Sauce y otras especies (S IV a.c.).

Aislamiento SA y derivados (S XIX).

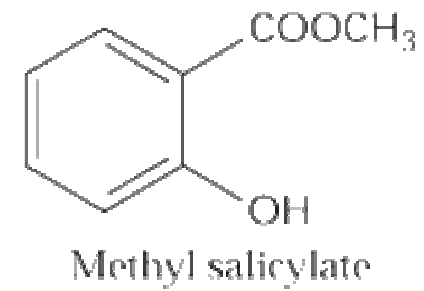
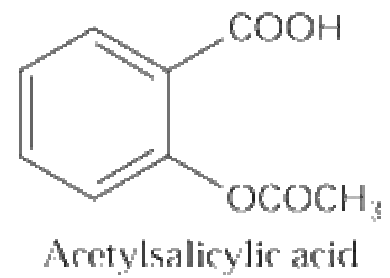
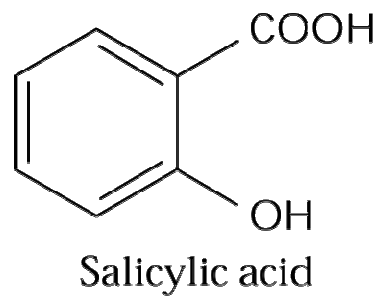
Derivado del ácido benzoico.



Salix alba

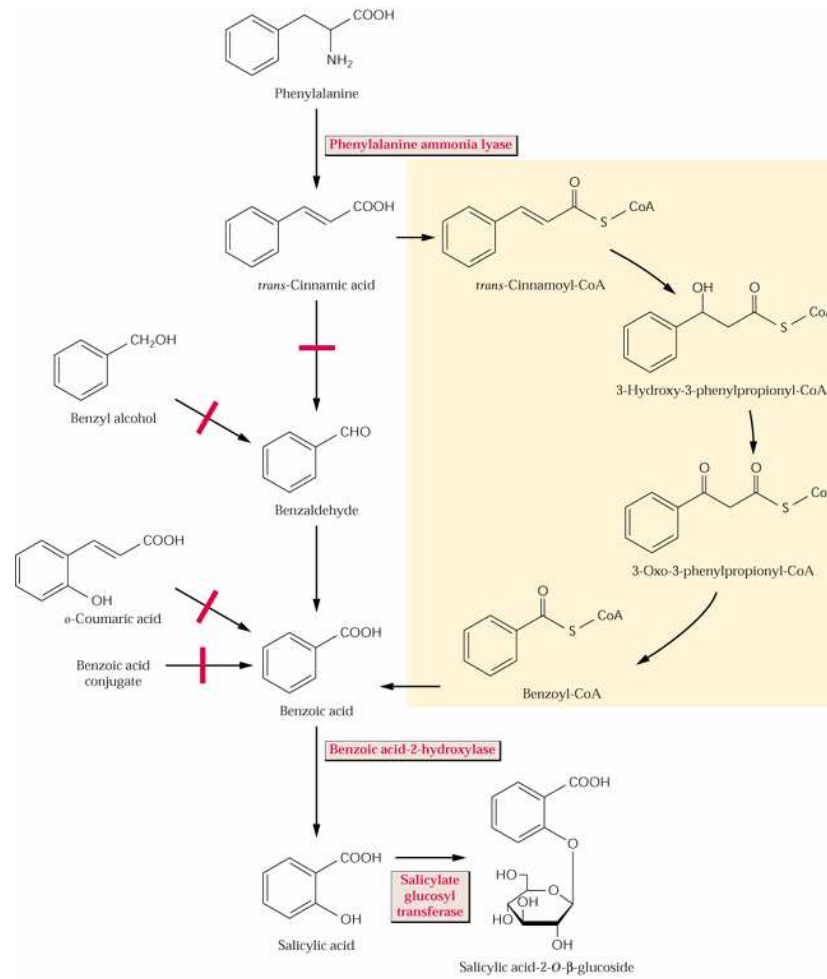
Ácido salicílico

Estructura química



Ácido salicílico

Biosíntesis



Buchanan, 2000.

Ácido salicílico

Efectos fisiológicos:

- ✓ Resistencia sistémica a patógenos
- ✓ Retraso de senescencia en pétalos
- ✓ Termogénesis

Ácido salicílico

Efectos fisiológicos:

Resistencia sistémica a patógenos

Infección inicial incrementa resistencia a futuros ataques a través del mecanismo de Resistencia Sistémica Adquirida.

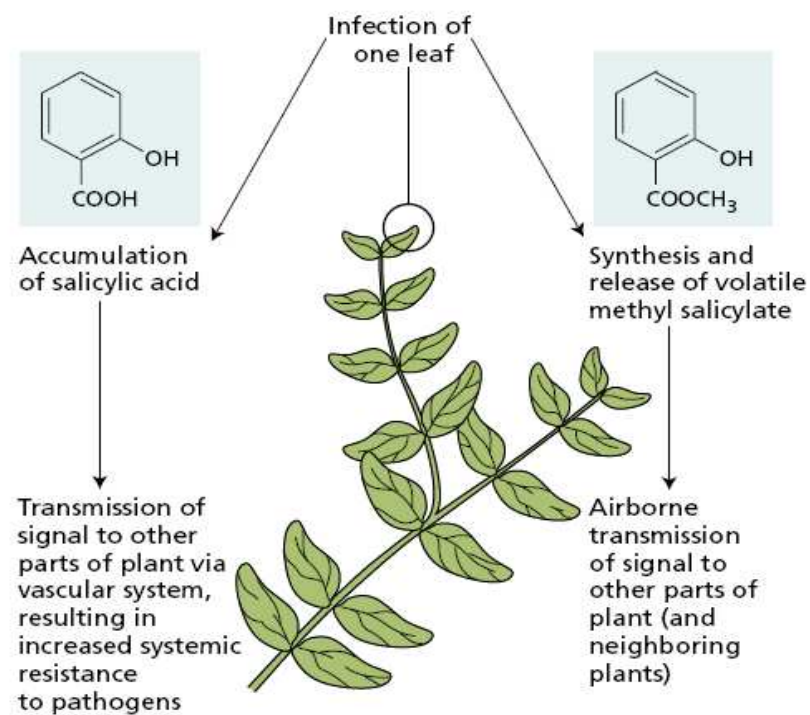


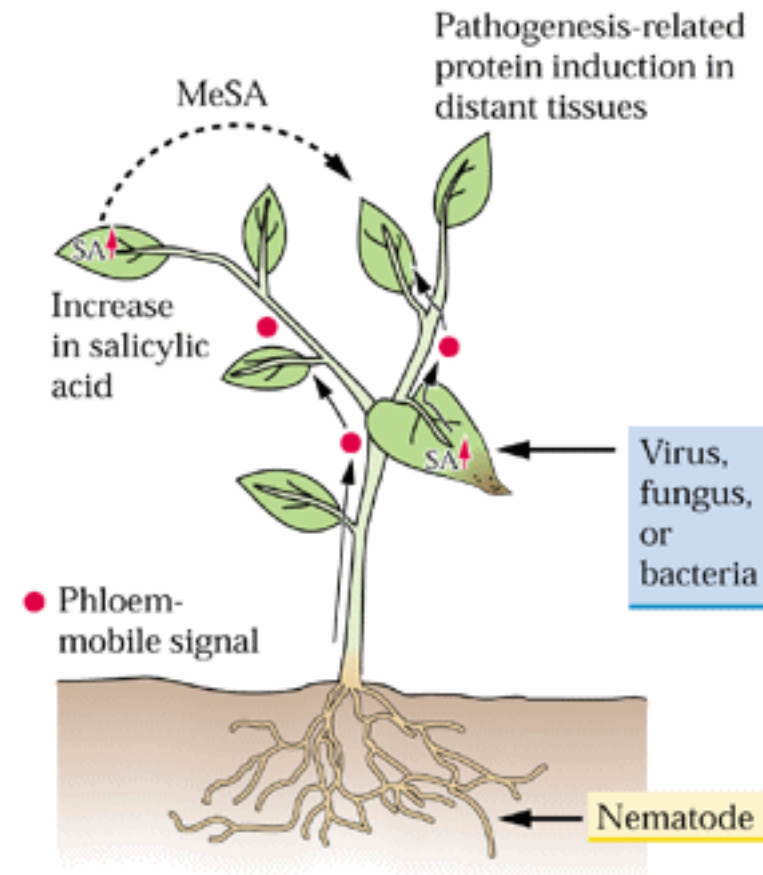
FIGURE 13.27 Initial pathogen infection may increase resistance to future pathogen attack through development of systemic acquired resistance.

Ácido salicílico

Efectos fisiológicos:

Resistencia sistémica a patógenos

(A) Systemic acquired resistance



Ácido salicílico

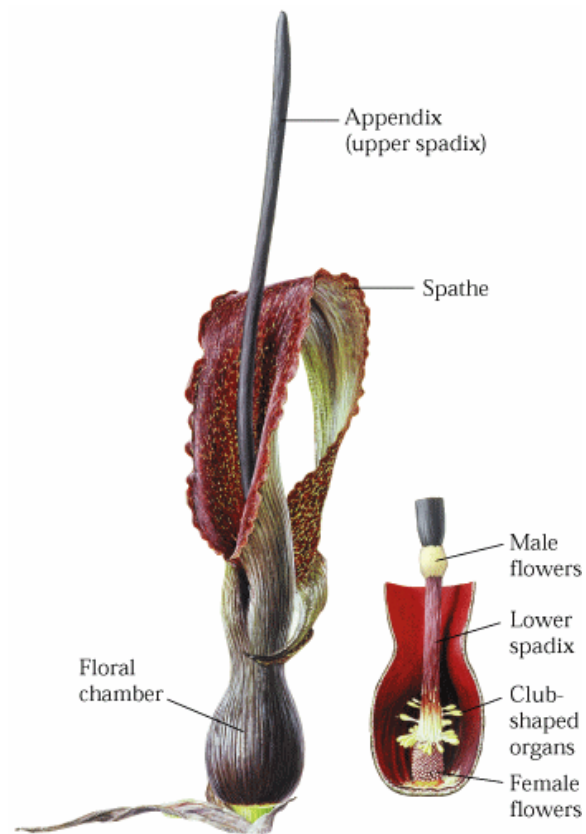
Termogénesis (producción de calor):

Especies de la familia Araceae.

Altas tasas respiratorias en antesis.

Incrementos de temperatura entre 10°C y 25°C.

Volatilización de compuestos que atraen polinizadores.

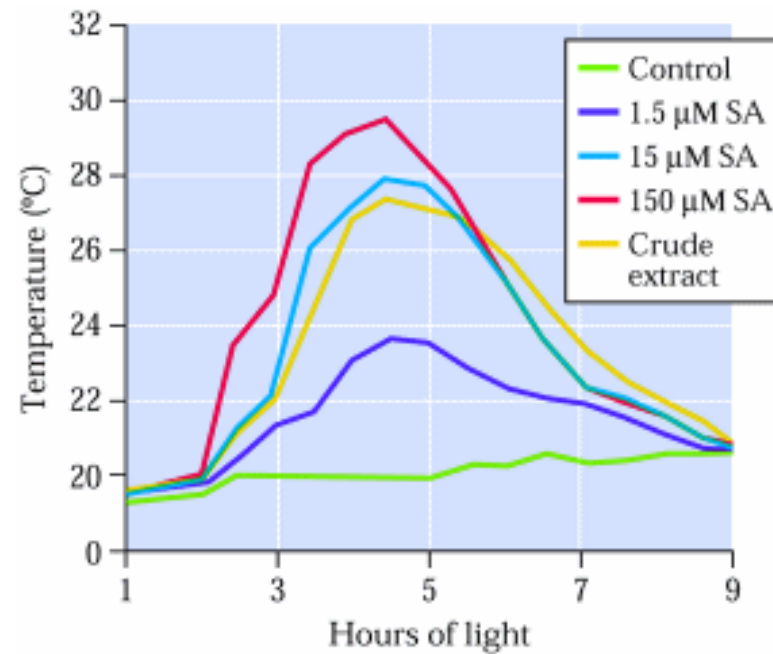


Sauromatum guttatum

Buchanan, 2000.

Ácido salicílico

Termogénesis (producción de calor):



Respuesta de *Sauromatum guttatum* a la aplicación de SA o un extracto crudo de flores masculinas a inflorescencias inmaduras. Ambos tratamientos exógenos resultan en un incremento marcado de la temperatura de la flor.

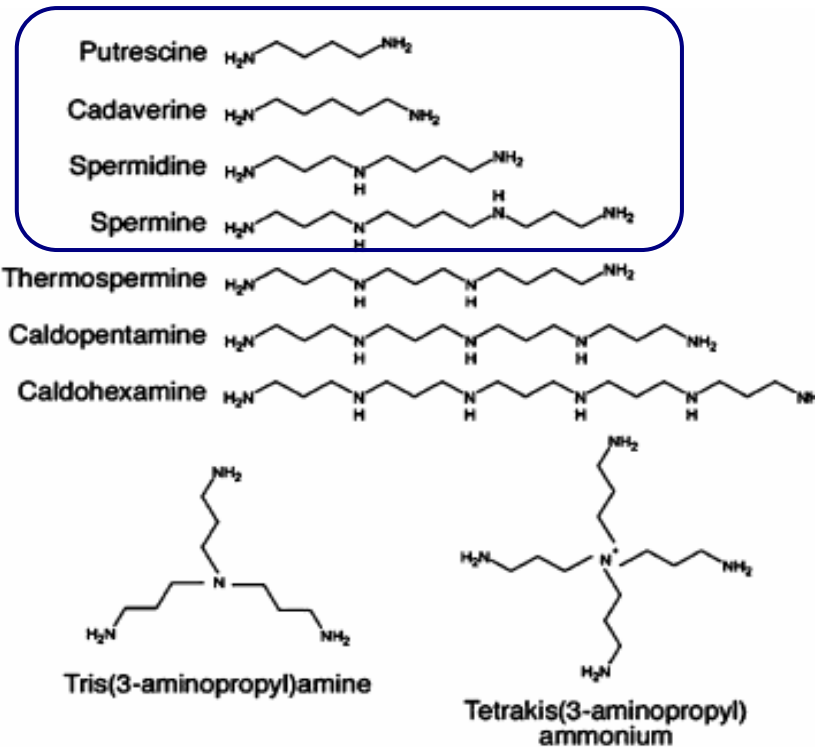
Poliaminas

- ✓ Presentes en células vegetales, animales y bacterias.
- ✓ Concentraciones mayores a restantes hormonas (mM).
- ✓ Translocación limitada.
- ✓ Poliaminas más frecuentes en plantas: putrescina, espermidina y espermina.
- ✓ Presentes como aminos libres o formando conjugados.

Poliaminas

Estructura química: cadenas alifáticas policatiónicas de bajo peso molecular.

Capacidad de ligarse a macromoléculas (ADN, ARN, proteínas).



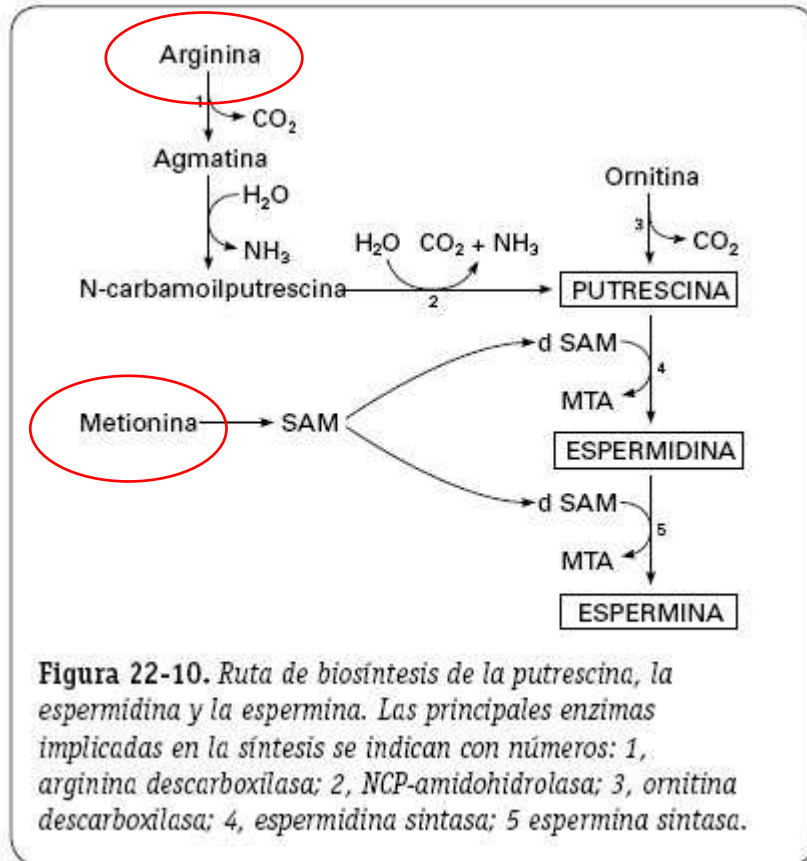
Poliaminas

Biosíntesis:

- ✓ A partir de AA: Arginina y Metionina.
- ✓ Vías de biosíntesis conservadas en animales, plantas y bacterias.
- ✓ Competencia con etileno?

Degradación:

- ✓ Enzimas PAO (Poliamina-oxidasas).



Poliaminas

Efectos fisiológicos:

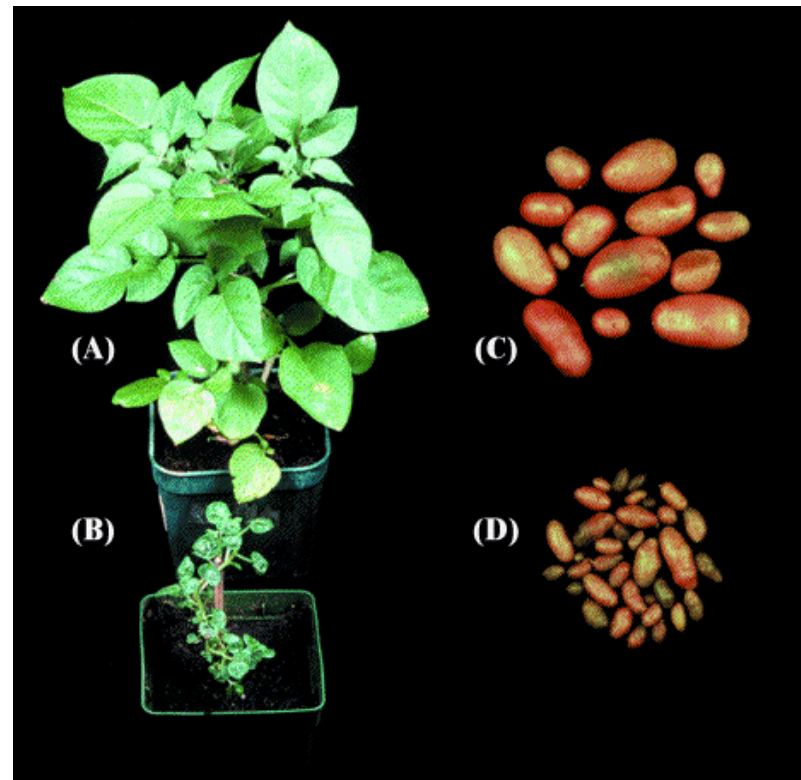
- ✓ Formación de tubérculos
- ✓ Resistencia a la sequía
- ✓ Embriogénesis
- ✓ Desarrollo floral

Poliaminas

Efectos fisiológicos: Formación de tubérculos

A y C: plantas normales. →

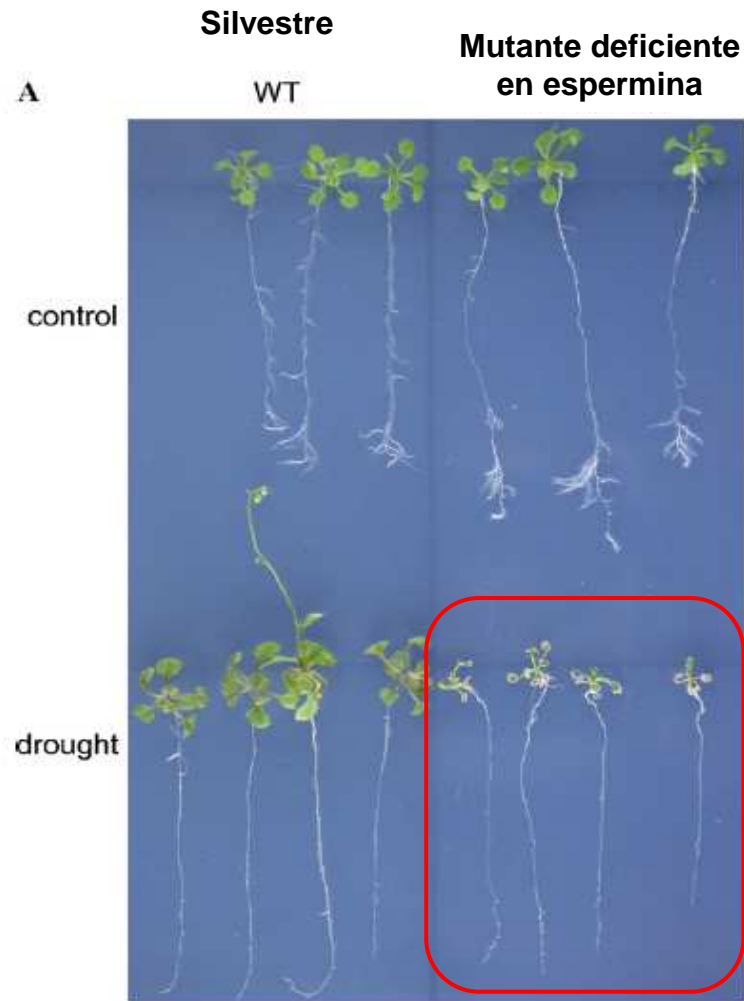
B y D: plantas transformadas con síntesis reducida de poliaminas. →



Buchanan, 2000.

Poliaminas

Efectos fisiológicos: Resistencia a la sequía.



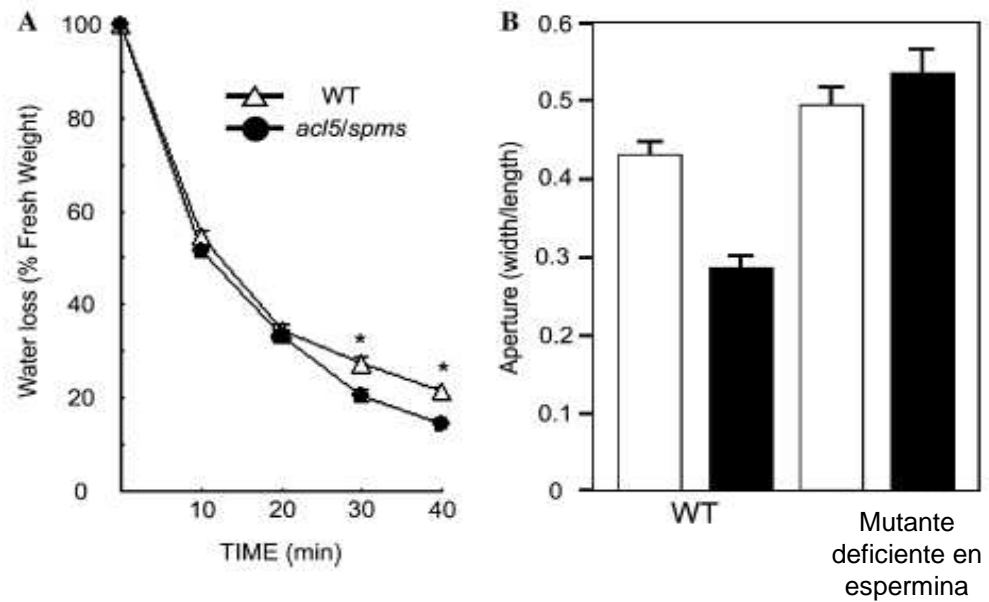
Sin limitantes hídricas, no se observan diferencias entre plantas silvestres y mutantes.

Detención del crecimiento luego de someter plantas mutantes a 45' de sequía.

Yamaguchi, 2007.

Poliaminas

Efectos fisiológicos: Resistencia a la sequía.



□ Antes de someterlas a estrés.
■ Después de someterlas a estrés.

Yamaguchi, 2007.



Contents lists available at ScienceDirect

Plant Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/plantsci



Review

Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke

Sheila D.S. Chiwocha^a, Kingsley W. Dixon^{c,d}, Gavin R. Flematti^b, Emilio L. Ghisalberti^b, David J. Merritt^{c,d}, David C. Nelson^a, Julie-Anne M. Riseborough^{a,d}, Steven M. Smith^{a,b,*}, Jason C. Stevens^{c,d}



Karrikins are a chemically defined family of plant growth regulators discovered in smoke from burning plant material. Karrikins are potent in breaking dormancy of seeds of many species adapted to environments that regularly experience fire and smoke. The recent discovery that karrikins trigger seed germination and control seedling growth in taxa that would rarely experience fire indicates that their significance could extend far beyond fire ecology. This is exemplified by new studies showing that seeds of *Arabidopsis thaliana* respond sensitively and specifically to karrikins in smoke. These exciting discoveries might be explained if karrikins are produced in the environment by processes other than fire, such as by chemical or microbial degradation of vegetation in response to disturbance of the soil or removal of the plant canopy. Another hypothesis is that plants contain endogenous karrikins that function naturally in the control of seed germination and that species from fire-prone habitats have evolved to respond also to exogenous karrikins. A variant on this hypothesis is that karrikins mimic endogenous plant hormones such as terpenoids that control seed germination. The evidence for these hypotheses is discussed, but whatever the explanation karrikins are now firmly established as an important family of naturally occurring plant growth regulators.

© 2009 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

- ✓Karrikinas: una familia química de reguladores de crecimiento descubiertos en el humo cuando se quema vegetación.
- ✓Importante efecto en levantar dormición de semillas de varias especies adaptadas a ambientes que regularmente sufren incendios.
- ✓Recientemente se descubrió que también pueden inducir germinación en especies que raramente experimentan fuegos.



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com



Current Opinion in
Plant Biology

Strigolactones: a new hormone with a past

Yuichiro Tsuchiya and Peter McCourt

Review

Cell
PRESS

Strigolactones: discovery of the elusive shoot branching hormone

Elizabeth A. Dun¹, Philip B. Brewer^{1,2} and Christine A. Beveridge^{1,2}

¹ The University of Queensland, Australian Research Council Centre of Excellence for Integrative Legume Research, St Lucia, QLD 4072, Australia

² The University of Queensland, School of Biological Sciences, St Lucia, QLD 4072, Australia

2009 Elsevier Ltd.