

Aspectos generales

Título:	Las hormonas en el desarrollo y la respuesta al estrés de las plantas
Programas de posgrado o planes de estudio en donde se ofertará adicionalmente:	
Solo en este debido a que en Ciencias Biológicas no se pueden proponer nuevos cursos. Sin embargo, los estudiantes de maestría y doctorado de C. Biológicas y C. Bioquímicas son bienvenidos.	
Área del conocimiento:	Fisiología
Semestre:	2026-2
Modalidad:	Tópico selecto
Horario:	Los miércoles de 10 am - 2 pm
No. sesiones:	16
Horas por sesión:	4.0
Total alumnos PDCB:	10
Total alumnos:	20
Videoconferencia:	Si
Lugar donde se imparte:	Instituto de Ecología
Informes:	Investigadora Titular A de T.C., Instituto de Ecología, UNAM bgarcia@ecologia.unam.mx

Métodos de evaluación

MÉTODO	PORCENTAJE	NOTAS
Participación en la discusión de los artículos en clase	60%	
Presentación de proyectos finales	20%	
Trabajo final escrito	20%	

Contribución de este curso/tópico en la formación del alumnado del PDCB:

Las hormonas vegetales son indispensable en el desarrollo y en la respuesta al ambiente, en especial al estrés abiótico y biótico. Para cualquier estudiante en formación en el campo de la biología de las plantas requiere de entender el metabolismo, el transporte, la señalización y las funciones de las hormonas para conocer los diversos procesos de desarrollo y/o las respuesta de las plantas en su interacción con el ambiente. Aunque resulta imposible abarcar todos los temas en los que se han implicado las hormonas vegetales, con este tópico se darán ejemplos representativos de su participación. Mas importante aún, se desea que el estudiante se lleve una visión integral de la acción de las hormonas al conocer cómo interactúan entre ellas a nivel molecular. A través del curso, el estudiante conocerá las metodologías que se usan para poder abordar el estudio de las hormonas y se espera que al final, los estudiantes sean capaces de diseñar un protocolo de investigación en el se plantee un tema de interés relacionado con el temario y el cómo abordarlo. El curso apoyará a los estudiantes a desarrollar la reflexión, la crítica y la discusión, así como a tener una visión más amplia de lo que abarca su proyecto de investigación, así como aplicar lo aprendido en este curso a su proyecto.

Profesor (a) responsable

Nombre:	García Ponce de León Berenice
Teléfono:	(55) 21882518
Email:	bgarcia@ecologia.unam.mx

Profesores (as) participantes

PARTICIPANTE	ENTIDAD O ADSCRIPCIÓN	SESIONES
--------------	-----------------------	----------

GARCÍA PONCE DE LEÓN BERENICE Responsable	Instituto de Ecología	<p>Algunos ejemplos de crosstalk entre hormonas en el desarrollo</p> <p>El ABA en el desarrollo y la respuesta a estrés hídrico</p> <p>El ácido salicílico en la respuesta a bacterias y virus</p> <p>Las auxinas y citoquininas en el desarrollo de la raíz</p> <p>Las giberelinas en la floración y el crecimiento por expansión</p> <p>Las oxilipinas y el etileno en el desarrollo y la interacción planta-herbívoro y patógenos</p> <p>Los brasinosteroides en el crecimiento, tropismos y la respuesta al estrés</p> <p>Otras funciones de las citoquininas</p> <p>Tipos de hormonas</p> <p>Vías de señalización por fosforilación</p> <p>Vías de señalización por ubiquitinación</p> <p>Vías de síntesis y transporte de las hormonas (sesión 2)</p> <p>Vías de síntesis y transporte de las hormonas en general</p>
ARMADA RODRÍGUEZ ELISABET Integrante	Instituto de Ecología	<p>Las estrigolactonas en la interacción con la rizósfera</p> <p>Las hormonas durante la nodulación</p> <p>Presentación de proyectos</p>

Introducción

Las fitohormonas son fundamentales para que se den todos los procesos de desarrollo a lo largo del ciclo de vida de las plantas. Están presentes en todo el reino vegetal, pero en este curso nos centraremos en las angiospermas en donde se les ha estudiado desde el desarrollo embrionario hasta la formación de las flores. El avance en el conocimiento de las vías de señalización ha sido vital para entender los procesos de desarrollo de las plantas, así como su plasticidad ante los cambios ambientales y por eso en este curso se ahondará en cada una de ellas. Más aún, es muy importante entender que las hormonas actúan de forma integral y por eso conocer las interacciones entre ellas es fundamental. Al agregar una hormona o inhibirla en un diseño experimental no sólo se modifica ésta, sino que cambian las relaciones con las otras hormonas y son parte de los conocimientos que se adquirirán en el curso. Así mismo, las plantas han desarrollado una serie de mecanismos que les permiten interactuar con otros organismos o defenderse de ellos. Las hormonas regulan estos mecanismos, por lo que se analizarán algunos ejemplos de estos procesos como la relación simbiótica entre las leguminosas y las bacterias del género *Rhizobium* durante la nodulación, o las diferentes respuestas al estrés por herbívoros o patógenos diversos como las bacterias, hongos y virus. Anteriormente se consideraba que existían las hormonas del desarrollo y las hormonas de la respuesta al estrés. Aunque ciertamente existe preponderancia de algunas de ellas, cada vez existe más evidencia de que todas tienen ambas funciones, lo que será parte de la actualización en conocimientos durante este curso.

Temario

4/02/26 Presentación del curso y tipos de hormonas. Qué es una hormona. Se describirán los tipos de hormonas vegetales y de dónde se derivan (Dra. Berenice García).

11/02/26 Vías de síntesis y transporte de las hormonas en general. Descripción de la síntesis y metabolismo de cada hormona haciendo énfasis en las enzimas claves (Dra. Berenice García).

18/02/26 Transporte polar de las auxinas (Dra. Berenice García).

25/02/26 Vías de señalización por ubiquitinación. La señalización de cada hormona es uno de los puntos más relevantes para entender su regulación. La degradación por ubiquitinación de represores es un elemento común en la señalización de varias hormonas (Dra. Berenice García).

4/03/26 Vías de señalización por fosforilación. Diferentes hormonas utilizan cascadas de fosforilación similares aunque los receptores y los efectores sean diferentes (Dra. Berenice García).

11/03/26 Las auxinas y citoquininas en el desarrollo de la raíz. La raíz sirve de modelo para estudiar la proliferación y diferenciación celular, por lo que se usará de ejemplo para el crosstalk entre estas hormonas (Dra. Berenice García).

18/03/26 Otras funciones de las citoquininas (CK). Se verán otras funciones de CK como su participación en la adquisición de nutrientes, enverdecimiento de callos, desarrollo del xilema y del fruto (Dra. Berenice García).

25/03/26 Las giberelinas en la floración y el crecimiento por expansión. Estas hormonas tienen un papel preponderante en la transición a la floración independientemente de las señales externas. También tienen un papel importante en el crecimiento de las células por expansión (Dra. Berenice García).

8/04/26 Brasinosteroides en el crecimiento, tropismos y la respuesta al estrés. Los brasinosteroides (BR) son hormonas esteroideas que también participan en el crecimiento. Recientemente también se ha encontrado que tienen efecto en la respuesta al estrés (Dra. Berenice García).

15/04/26 Estrigolactonas en la interacción con la rizósfera. Las estrigolactonas son hormonas que durante mucho tiempo permanecieron poco estudiadas. Actualmente hay un auge en ellas especialmente por su participación en la interacción con otros organismos en la rizósfera (Dra. Elisabet Armada).

22/04/26 Las hormonas durante la nodulación. La nodulación es un proceso de desarrollo muy relevante en la adquisición de nitrógeno por las raíces de las plantas leguminosas. En este apartado se analizará la participación de algunas hormonas en este proceso (Dra. Elisabet Armada).

29/04/26 Algunos ejemplos de crosstalk entre hormonas en el desarrollo. En esta sección se integrará la interacción de diversas hormonas o crosstalk en algunos procesos de desarrollo (Dra. Berenice García)

6/05/26 El ABA en el desarrollo y la respuesta a estrés hídrico. Actualmente se sabe que aquellas hormonas que se consideraban de estrés, en realidad tienen funciones durante el desarrollo y visceversa. El ácido abscísico (ABA) se sabe que participa en la latencia de las semillas, desarrollo de la raíz, cerrado de estomas, etc y además tienen un papel fundamental en el estrés hídrico y osmótico (Dra. Berenice García).

13/05/26 Las oxilipinas y el etileno en el desarrollo y la interacción planta-herbívoro y patógenos. El ácido jasmónico es una de las oxilipinas que participa en el desarrollo y la respuesta al estrés por herbívoros. Por su parte el etileno participa en la maduración de frutos y en la respuesta a hongos patógenos (Dra. Berenice García).

20/05/26 El ácido salicílico en la respuesta a bacterias y virus. El ácido salicílico es relevante en la respuesta inmune de la planta. Se verán ejemplos del crosstalk entre el ácido salicílico y otras hormonas (Dra. Berenice García).

27/05/26 Presentación de proyectos. Al final del curso los estudiantes presentarán sus diseños de proyectos de investigación en el que apliquen los conocimientos aprendidos (Dras. Elisabet Armada y Berenice García).

Bibliografía

- Ali, A., Pardo, J. M., & Yun, D. J. (2020). Desensitization of ABA-Signaling: The Swing From Activation to Degradation. *Front in plant sci*, 11, 379. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00379>
- Bari R, Jones JD.(2009). Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant Mol Biol*. 69(4):473-88. doi: 10.1007/s11103-008-9435-0.
- Guo F, Lv M, Zhang J, Li J. (2024). Crosstalk between Brassinosteroids and Other Phytohormones during Plant Development and Stress Adaptation. *Plant Cell Physiol*. 65(10):1530-1543. doi: 10.1093/pcp/pcae047.
- Fiedler L, Friml J. Rapid auxin signaling: Unknowns old and new. *Curr Opin Plant Biol*. 2023 Oct;75:102443. doi: 10.1016/j.pbi.2023.102443. Epub 2023 Sep 2. PMID: 37666097.
- Jang G, Yoon Y, Choi YD. (2020) Crosstalk with Jasmonic Acid Integrates Multiple Responses in Plant Development. *Int J Mol Sci*. 21(1):305. doi: 10.3390/ijms21010305.
- Kuromori, T., Seo, M., & Shinozaki, K. (2018). ABA Transport and Plant Water Stress Responses. *Trends in plant sci*, 23(6), 513–522. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.04.001>
- Manghwar, H., Hussain, A., Ali, Q., & Liu, F. (2022). Brassinosteroids (BRs) Role in Plant Development and Coping with Different Stresses. *IJMS*, 23(3), 1012. <https://doi.org/10.3390/ijms23031012>
- Omoareloje LO, Kulkarni MG, Finnie JF, Van Staden (2019). Strigolactones and their crosstalk with other phytohormones. *J. Ann Bot*. 124(5):749-767. doi: 10.1093/aob/mcz100.
- Saini S, Sharma I, Kaur N, Pati PK (2013). Auxin: a master regulator in plant root development. *Plant Cell Rep*. 32(6):741-57. doi: 10.1007/s00299-013-1430-5.
- Wang, F., Cui, X., Sun, Y., & Dong, C. H. (2013). Ethylene signaling and regulation in plant growth and stress responses. *Plant cell reports*, 32(7), 1099–1109. <https://doi.org/10.1007/s00299-013-1421-6>
- Wei, Z., & Li, J. (2016). Brassinosteroids Regulate Root Growth, Development, and Symbiosis. *Molec plant*, 9(1), 86–100. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.12.003>

Observaciones

El curso es teórico y enfatiza la discusión de los artículos que se verán en clase. Es deseable que los estudiantes hayan llevado un curso de biología molecular en algún posgrado. El curso se puede dar de forma híbrida para aquellos estudiantes que se encuentren en instituciones foráneas.