



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Comisión de Carrera de Ciencias Biológicas
<http://cccbfcen.wixsite.com/cccb>
 Int. Güiraldes 2620
 Ciudad Universitaria - Pab. II, 4º Piso
 CPA: C1428EHA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
 ARGENTINA.
 ☎: +54 11 4576-3349 / 5285-8665

1

Asignatura: Fisiología Molecular de Plantas

Carrera: Licenciatura en Ciencias Biológicas	Código de la carrera: 05
	Código de la asignatura:
CARÁCTER:	Tache lo que no corresponde
Curso obligatorio de licenciatura (plan 2019)	NO/SI
Curso electivo/optativo de licenciatura (plan 2019)	Electivo/ O ptativo

Duración de la asignatura (en semanas)	8
Cuatrimestre(s) en que dicta (indicar cuatrimestre o verano):	2
Frecuencia en que se dicta (cuatrimestral, anual, bianual, etc.)	anual

ACTIVIDAD	Horas semanales	Número de semanas	Horas totales
Teóricas	6	5	30
Problemas			
Laboratorios			
Seminarios	6	6	36
Teórico- prácticos o Teórico-problemas	14	1	14
Si corresponde, especifique las horas de otras actividades (salidas de campo, etc.)			
Carga horaria semanal máxima	14		
Carga horaria semanal mínima	6		
Carga horaria total:	80		

1

Asignaturas correlativas:	Genética I, con final aprobado
Forma de Evaluación:	Parciales Teóricos, de Seminarios y Prácticos. Promoción/Final

OBJETIVOS II

El objetivo central de la materia es que los/as alumnos/as que sigan la orientación vegetal tengan acceso a conocer la regulación génica de los procesos fundamentales en el desarrollo de las plantas haciendo hincapié en la planta modelo *Arabidopsis thaliana*.

CONTENIDOS MÍNIMOS (ya aprobados Anexo IV Plan 2019)

Caracteres diferenciales del desarrollo vegetal. Desarrollo del embrión y la semilla. Desarrollo de la flor. Desarrollo radicular. Fotomorfogénesis. Ritmos circadianos. Floración. Gametogénesis masculina y femenina. Polinización y fertilización. Autoincompatibilidad. Apomixis. Estrés abiótico. Estrés biótico.

PROGRAMA ANALÍTICO

- 1. Caracteres diferenciales del desarrollo vegetal.** Conceptos de crecimiento, diferenciación y morfogénesis. Comparación con sistemas animales. Bases moleculares y genéticas de la diferenciación celular. El desarrollo como proceso integrado determinante de la forma de la planta. Sistemas de señalización y desarrollo: Ubiquitinación, ARNs pequeños, modificaciones epigenéticas, complejos proteicos. Señalización negativa como paradigma en plantas. Diferencias con la señalización en animales.
- 2. Desarrollo del embrión y la semilla. Morfogénesis del embrión.** Síntesis, transporte polar y percepción de auxinas. Genes *YUCCA* y *PIN* de *Arabidopsis*. Polaridad. Establecimiento de dominios. Genes *GNOM*, *MONOPTEROS*, *BODENLOS*, *PLETHORA* de *Arabidopsis*. Control de la polaridad por factores de transcripción antagonicos. Desarrollo del cotiledón. Germinación. Rol de las hormonas, ABA y GA, su síntesis, regulación y sus efectos. Genes *GAI*, *LEC1*, *PIL5* de *Arabidopsis*.
- 3. Desarrollo radicular.** Establecimiento de tipos celulares, elongación, raíces secundarias, pelos radiculares. Rol de las hormonas auxinas y citocininas: su síntesis, regulación y sus efectos. Genes *PIN*, *PGP*, *SHY2*, *TIR1*, *CRE1* y *AHK2/3* de *Arabidopsis*. Sistema automático de fenotipo de raíces. Sistema artificial ccvTIR1.cvxIAA. Estudios GWAS. Endodermis y corteza. Genes *SHR* y *SCR* de *Arabidopsis*. Probes moleculares para detección de variaciones en calcio, ROS y pH. Pelos radicales. Genes *RALF1*, *RSL4* y *FER* de *Arabidopsis*.
- 4. Desarrollo de la flor.** Modelo ABC. Genes tipo *MADS*. Su estructura y regulación. La regulación epigenética en la transición al desarrollo reproductivo. Extensión del modelo ABC, genes tipo D y tipo E. Mecanismos que originan la diversidad de flores en las angiospermas.
- 5. Fotomorfogénesis.** Breve reseña histórica. Espectros de acción. El descubrimiento de los fitocromos (PHY). Criptocromos, fotorreceptores con dominios LOV, fototropinas. Relación entre la estructura y la función de los fotorreceptores. Las aproximaciones genéticas que posibilitaron su identificación. Vías de señalización. Los

PHYTOCHROME INTERACTING FACTORS (PIFs). Su descubrimiento, composición de la familia multigénica y su rol en la transducción de las señales. Localización y modificaciones post-traduccionales de los fotorreceptores. Interacciones con otras proteínas en el proceso de transducción. Redes transcripcionales. Acción de los mecanismos de ubiquitinación en la estabilidad de los fitocromos y las proteínas PIF. Degradación proteica coordinada.

6. **Respuestas fotomorfogénicas a nivel molecular.** Integración entre las señales percibidas por los fotorreceptores y las vías de transducción hormonales. Respuestas a auxinas y escape al sombreado. Respuestas a auxinas y fototropismo.
7. **El reloj circadiano.** Generalidades sobre los relojes. Identificación de los primeros componentes: CCA1, LHY, TOC1. Los bucles regulatorios que forman el reloj circadiano. Los genes *PRR*, el "evening complex". Concepto de *Gating*. El reloj en la respuesta de aclimatación al frío. El reloj en la respuesta de escape al sombreado.
8. **El proceso de la floración.** La floración como programa de desarrollo. Breve historia del fotoperiodismo, el concepto del florígeno. Plantas de día largo y día corto. Descubrimiento de los genes de la floración. Vías reguladoras de la floración: fotoperiódica, de vernalización, termosensora, hormonales y endógenas. Los genes de la vía fotoperiódica, *CONSTANS*, *FLOWERING LOCUS T* de *Arabidopsis*. La regulación de su síntesis y transporte. Integración temporal y espacial de las señales fotoperiódicas. Integración entre las señales ambientales percibidas por los fotorreceptores, la temperatura, el reloj circadiano y el programa de la floración. El gen *FLOWERING LOCUS C* como un paradigma de la memoria epigenética.
9. **Gametogénesis masculina y femenina.** Saco embrionario. Auxina como morfógeno. Genes *YUCCA* de *Arabidopsis*. Desarrollo del grano de polen. Acción de los genes *GEM1*, *SIDECAR* y *DUO1* de *Arabidopsis*. Transcriptoma de polen de *Arabidopsis*. Genes tempranos y tardíos. Genes específicos de tubos polínicos. Gen *NIP2* de *Arabidopsis*. Gametofitos. Reprogramación epigenética y ARN pequeños en el silenciamiento de elementos transponibles en polen. Pared celular de polen: intina y exina. *Pollen kit*. Esporopolenina. Gen *INP1* de exina. La polinización. Genes y moléculas involucrados en las interacciones polen-pistilo (*ROP*, *RALF*, *ANXR*, *LLG3*, *LRX8-11*, *LAT52*, *STIG1*, *LePRK1-3*, *ACA*). Tubo polínico. *Cytoplasmic streaming*. Crecimiento oscilatorio y polarizado. Ejemplos. Unidad germinal masculina. Filamentos de actina. Exocitosis. Formación de pared celular. Dependencia del calcio, Ros y pH en el crecimiento polarizado. Quimioatracción. Genes *LURE* y *PRK6-Mik2* de *Arabidopsis*. Doble fertilización. Recepción de tubos polínicos y prevención de polispermia. Péptidos *RALF* y receptores quinasas. Rol de las células sinérgicas y de *EIN3*. Control paterno. Gen *SSP* de *Arabidopsis*. Reproducción en *Amborella sp.*
10. **Barreras reproductivas interespecíficas e intraespecíficas.** Autoincompatibilidad gametofítica y esporofítica. Modelos de estudio: *Nicotiana sp*, *Brassica sp* y *Papaver sp*. Proteínas del locus S: *SLG*, *SFB/SLF* y *SRK*. Regiones hipervariables en el locus S. Haplotipos. Acción de los mecanismos de ubiquitinación. Sistema de reconocimiento colaborativo *non-self*. Genes *PLD*, *Exo70A1* y *PCP*. Apomixis. Aspectos embriológicos y moleculares. Sistema modelo *Hieracium murorum*. Apomeiosis y partenogénesis. Diplosporía, aposporía y embrionía adventicia. Conversión de meiosis en mitosis: genes *OSD1*, *AtSPO11* y *AtREC8*. Gen *SW1* de *Arabidopsis* y gen *BABY-BOOM* de arroz. Madre subrogante: *Cupressus sp.* Reproducción clonal sintética. Estrategias para utilizar la apomixis en la mejora de calidad de los cultivos.
11. **Estrés abiótico.** Mecanismos moleculares de percepción, señalización y respuesta. Respuestas fisiológicas de aclimatación. Genes *SOS*. Aclimatación sistémica adquirida.

Regulación transcripcional (genes *ABF/AREB*, *CBF/DREB1*, *ICE*). Regulación post-transcripcional (modificaciones en el *splicing*, en la poliadenilación de los ARNm, en la expresión de *miRNAs*). Regulación traduccional (genes: *LARP1* y *XRN4*). Regulación epigenética. Genes de respuesta (genes *LEA*, *HSPs*, *CSP*, *IBPs*, etc.). Estrategias para aumentar la tolerancia a estreses abióticos.

12. **Estrés biótico.** Interacción molecular planta-microorganismo patógeno, planta-insecto y planta-planta parasítica. Estrategias de defensa en plantas (constitutivas e inducibles). Liberación de moléculas efectoras apoplásticas y citoplasmáticas durante la interacción planta-patógeno, y sus blancos de acción. Receptores inmunes de membrana y citoplasmáticos: mecanismos de activación (*RLKs*, *NLRs*, sensores y helpers, *NRCs*, *EDS1*, *SAG101* y *PAD4*). Resistosomas y respuestas de defensa desencadenadas (inmunidad desencadenada por patrones moleculares o PTI, inmunidad desencadenada por efectores o ETI, respuesta hipersensible). Herramientas de predicción de estructura proteica y análisis filogenético para la identificación de receptores inmunes y sus mecanismos de acción potenciales. Vías de señalización de ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y etileno (ET) en la regulación de la respuesta inmune en plantas. Respuestas de defensa mediadas por fitoalexinas y proteínas PR. Genes de susceptibilidad. *LncRNAs* y defensa. Interacción entre respuestas de defensa y desarrollo: ¿Crecer o defenderse?

BIBLIOGRAFIA III

Para los aspectos más elementales: Plant Physiology and Development, séptima edición. Autores: Lincoln Taiz, Ian Max Møller, Angus Murphy, and Eduardo Zeiger, Emeritus Author

Bibliografía de uso: Se utilizarán las revisiones, comentarios y actualizaciones que aparecen en las revistas internacionales de investigación periódica sobre plantas:

1. Annual Review Plant Biology <http://www.annualreviews.org/journal/arplant>
2. The Plant Cell <http://www.plantcell.org>
3. New Phytologist <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/journal/14698137>
4. Plant Physiology <http://www.plantphysiol.org>
5. Trends in Plant Science <http://www.cell.com/trends/plant-science/current>
6. Current Opinion in Plant Biology <https://www.sciencedirect.com/journal/current-opinion-in-plant-biology>
7. Journal of Experimental Botany <https://academic.oup.com/jxb>
8. The Plant Journal <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1365313x>
9. Molecular Plant <http://www.cell.com/molecular-plant/home>
10. Molecular Plant Microbe Interactions <https://www.apsnet.org/publications/mpmi/pages/default.asp>