



Universidad de Buenos Aires
 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Carrera de Ciencias Biológicas
 Depto. de Biodiversidad y Biología Experimental

Int. Güiraldes 2620
 Ciudad Universitaria - Pab. II, 4º Piso
 CPA: C1428EHA Nuñez, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
 Argentina
 : <http://www.dbbe.fcen.uba.ar>

Carrera: Licenciatura en Ciencias Biológicas	Código de la carrera: 05
Carrera: Doctorado en Ciencias Biológicas	Código de la carrera: 55
	Código de la materia:

TOPICOS DE ACTUALIZACION EN FISILOGIA DE PLANTAS

CARÁCTER:	[SI / NO]	PUNTAJE:
Curso obligatorio de licenciatura (plan 19)	NO	--
Curso optativo de licenciatura (plan 1984)	NO	--
Curso de postgrado	SI	3

Duración de la materia:	16 SEMANAS	Cuatrimestre en que dicta:	PRIMER
Frecuencia en que se dicta:	TODOS LOS AÑOS		

Horas de clases semanales:	Discriminado por:	Hs.
	Teórico	6
	Práctico	2
	Teórico-Práctico	
Carga horaria semanal:		8
Carga horaria total del curso:		128
Salidas de Campo (en días)		NO

Asignaturas correlativas:	
Curso PG. Dirigido a:	Lic. en Cs Biológicas, Química, Ing. Agrónomos y carreras afines.
Forma de Evaluación:	Dos exámenes parciales escritos y exposición de seminarios

Profesores a cargo:	GABRIELA AMODEO	JORGE MUSCHIETTI
Firmas:		
Aclaración:		

Temas de Actualización en Fisiología de Plantas

Docentes responsables:

Dr. Jorge Muschietti y Dra. Gabriela Amodeo (BBE FCEN UBA)

Por la presente solicitamos se considere a la presentación de una nueva materia de posgrado para Licenciados en Ciencias Biológicas, Agronomía, Bioquímicas y otras carreras afines.

Se pretende que el graduado que busca especializarse en el área vegetal pueda abordar de manera integral una actualización en los aspectos más relevantes de los avances en el campo de la fisiología de las plantas superiores con una mirada de exploración desde el organismo integrado a su medio ambiente.

En la oferta actual de materias de posgrado, el alumno puede optar por materias que le brindan una buena cobertura de sistemática, biología molecular y genética así como materias que incluyen aspectos más relacionados con la ecofisiología e interacciones planta patógeno. La propuesta aquí presentada intenta por lo tanto cubrir un campo que consideramos tiene vacancia.

El programa que se adjunta pone manifiesto el grado de desarrollo que se le darán a los temas, barriendo un área de investigación y conocimiento que ha avanzado en forma vertiginosa en los últimos tiempos.

El desarrollo incluirá clases teóricas, de seminarios así como clase de problemas. Se prevé además que en la materia los estudiantes resuelvan problemas analizando resultados de otros investigadores. Los alumnos del curso tendrán dos clases en las cuales deberán exponer trabajos de investigación relacionados con los temas tratados.

Resumen de características de la materia propuesta:

Departamento: Biodiversidad y Biología Experimental

Nombre del Curso: Tópicos de Actualización en Fisiología de Plantas

Docentes responsables:

Dr. Jorge Muschietti y Dra. Gabriela Amodeo, ambos Profesores Adjuntos Regulares del BBE

Modalidad de dictado: Clases teóricas, de problemas y seminarios

Modalidad de aprobación: 2 exámenes (uno a mitad de cuatrimestre y otro al final)

Horas totales del curso: 128 hs

Periodo de dictado: 16 semanas (cuatrimestral)

Horas por semana: 8 hs; 6 hs de teórico y 2 hs de seminarios/problemas (en promedio).

JM

GA

Puntaje previsto para aquellos que deseen cursarlas como materia de posgrado: 3 puntos.

PROGRAMA TEORICO

Relaciones hídricas, balance de agua en la planta

La economía del agua como proceso integrado en la planta: ganancia, pérdida y balance de agua. Estado del agua en la planta. Concepto del continuo suelo-planta-atmósfera (SPAC) y su analogía del movimiento de agua en el SPAC a un circuito eléctrico. Evaluación del potencial hídrico de las plantas. Conductividad hidráulica, permeabilidad osmótica. Modelo compuesto del pasaje de agua: apoplasto, simplasto y transcelular. Pasaje de agua a través de membranas. Acuaporinas: estructura y función. Mecanismos de regulación. Conductividad hidráulica de la raíz. Fuerzas impulsoras. Anatomía de la raíz. Arquitectura del sistema radical. Barreras apoplásticas. Conductividad hidráulica de la hoja. Factores directos e indirectos que afectan la transpiración. Vías de transducción de la señal para la apertura y cierre estomático. Patrones diurnos. Acople del control estomático a la transpiración foliar y a la fotosíntesis de la hoja. Desarrollo estomático, conductancia estomática nocturna.

Nutrición mineral

Factores que afectan su disponibilidad, absorción, distribución y almacenamiento. Macronutrientes y oligoelementos. Métodos para su estudio. Hidroponía. Conceptos de deficiencia y toxicidad. Minerales en excesos, estrategias para su eliminación. Resistencia a metales pesados. Agentes quelantes. Papel de las micorrizas en la nutrición mineral.

Transporte de Solutos

Canales iónicos, estructura, selectividad y función. Mecanismos de regulación. Las acuaporinas y el transporte de solutos. Acoplamiento agua-soluto. Bombas: H^+ ATPasas. Localización, estructura y función. H^+ Pirofosfatasa. Transportadores ABC. Absorción y transporte de minerales. Relaciones iónicas. La ionómica. Mecanismos asociados a la absorción de K^+ . Sistemas de alta y baja afinidad. Bases moleculares de la regulación del transporte de K^+ . Transportadores de sodio, exclusión y redistribución iónica. Concepto de ajuste osmótico. Mecanismos asociados al transporte de hierro. El calcio, sistemas de transporte asociados. Mecanismos de control de eflujo e influjo. Osciladores de calcio. Transporte del nitrógeno. Asimilación y absorción del nitrato. Mecanismos de regulación.

Fotosíntesis y Respiración

Absorción de la luz por las plantas. Distribución de luz, canopia, escape al sombreado, adaptaciones a nivel de la hoja. Fotoprotección, fotoinhibición. Ventajas ecológicas de los distintos tipos de metabolismo de CO_2 . Fotorrespiración. Funciones. Factores que regulan la fotosíntesis y el rendimiento fotosintético. Aspectos ambientales y agrícolas. Red de estrategias en el manejo de la luz. Concepto de factor limitante. Factores internos: control metabólico, transporte de hidratos de carbono, deficiencias minerales, ontogenia, regulación génica. Factores externos: radiación fotosintéticamente activa, flujo, punto de compensación lumínico, plantas de sol y de sombra, efectos de la luz en un dosel vegetal, disponibilidad de CO_2 temperatura, oxígeno, agua y nutrientes. Tasas y eficiencia fotosintética y producción. Respiración. Glicolisis, ciclo del ácido cítrico, reacciones del ciclo pentosa fosfato, fosforilación oxidativa. Factores ambientales que regulan la respiración. Aporte de las micorrizas a la respiración. Metabolismo de los lípidos, oleosomas, glioxisomas.

Floema. Metabolitos secundarios

Relación fuente y destino. Naturaleza de las sustancias transportadas. El mecanismo de translocación en el floema. Descarga del floema. Características y regulación del transporte: dirección, velocidad, capacidad del sistema de transporte. Factores que afectan el transporte. Partición de asimilados en la planta. El floema como sistema de comunicación inter-órgano. Metabolitos secundarios. Definición. Clasificación. Fenólicos, terpenos, compuestos nitrogenados. Aceites esenciales, metabolitos volátiles. Mecanismos de defensa y adaptación. Liberación de metabolitos. Plasticidad bioquímica y comportamiento vegetal.

Introducción al desarrollo y morfogénesis

Las plantas como organismos sésiles. Interacción con el medio ambiente. Comparación con animales. Transducción de las señales en plantas. Sistema de dos componentes. Regulación negativa. Señalización mediada por ubiquitina. Hormonas vegetales. Definición general. Características funcionales. Comparación con hormonas animales. Regulación de los niveles hormonales: biosíntesis, conjugación, hidrólisis, transporte, señalización y respuesta final. Mutantes de vías de producción y señalización hormonal. Identificación y caracterización.

Auxinas

Auxinas. Introducción. Historia. Aislamiento. Caracterización. Auxinas naturales y sintéticas. El ácido indolacético (AIA) y otras auxinas distintas al AIA. Relación entre estructura de auxinas y la actividad. Concentración efectiva de auxina. Efecto dual. Regulación de los niveles de auxinas. Transporte polar de auxinas. Genes PIN. Efectos fisiológicos de las auxinas: gradientes de auxina en la formación de nuevos órganos. Formación de raíces. Dominancia apical. Tropismos: fototropismo y gravitropismo. Modo de acción: Las auxinas y la expresión génica. Genes *Aux-IAA* y *ARF*. Receptores de auxina. Genes *TR1* y *ABP*. Estructura del receptor unido a hormona. Señalización mediada por ubiquitina. Regulación negativa.

Etileno

Etileno: la hormona gaseosa. Estructura, biosíntesis del etileno. Familia de genes *ACS*. Mutantes en la síntesis de etileno. Efectos fisiológicos del etileno: Cierre del gancho plumular, abscisión, maduración del fruto, senescencia y respuestas al estrés. Usos comerciales del etileno. Modo de acción: Receptores del etileno. Sistema de dos componentes. Mutante dominante *etr1*. Mutante *ctr1*. Vía de transducción de la señal etileno. Genes *EIN2* y *EIN3*. Señalización mediada por ubiquitina. Regulación negativa.

Giberelinas

Giberelinas. Reguladores de la altura de la planta. Biosíntesis y metabolismo. Distribución y diversidad. Lugares de síntesis. Transporte. Efectos fisiológicos sobre el crecimiento y desarrollo: elongación de entrenudos, desarrollo del fruto y movilización de sustancias en semillas. Revolución verde. Usos comerciales de las giberelinas. Modo de acción: Mutantes *ga1* y *gai*. Motivos DELLA. Receptores de giberelinas. Genes *GID1*. Estructura del receptor unido a hormona. Señalización mediada por ubiquitina. Regulación negativa.

Citocininas. Acido abscísico (ABA)

Citocininas. Reguladores de la división celular Descubrimiento, identificación y propiedades de las

87

89

citocininas. Biosíntesis. Metabolismo. Efectos fisiológicos de las citocininas: División celular y formación de órganos. Retardo de la senescencia. Desarrollo de yemas laterales. Efectos sobre tallos y raíces. Efecto contrapuesto con las auxinas. Mecanismo de acción. *Agrobacterium tumefaciens*. Usos comerciales de las citocininas. Receptores de citocininas. Sistema de dos componentes. Reguladores de respuesta final tipo A y B.

Acido abscísico (ABA). Inhibidor natural del crecimiento vegetal. Estructura química. Biosíntesis y catabolismo. Lugares de síntesis. Distribución. Transporte. Efectos fisiológicos: Latencia y desarrollo de las semillas, tolerancia al estrés, cierre estomático. Modo de acción: receptores de ABA. Proyectos fallidos. Proteínas fosfatasa, reguladores negativos de la acción del ABA.

Brasinoesteroides. Acido jasmónico. Acido salicílico.

Brasinoesteroides. Descubrimiento. Estructura química. Distribución. Biosíntesis y metabolismo. Efectos fisiológicos. Modo de acción. Aplicaciones de los brasinoesteroides. Receptor BRI1 de brasinoesteroides. Receptores quinasas. Mecanismos de señalización. Genes *BAK*, *BIN2*, *BSU1*, *BZR*.

Acido Jasmónico. Descubrimiento. Estructura química. Biosíntesis y metabolismo. Acción del ácido jasmónico en la producción de compuestos volátiles. Señalización mediada por el ácido jasmónico.

Acido salicílico. Descubrimiento. Estructura química. Biosíntesis y metabolismo. Acción del ácido salicílico en la resistencia sistémica adquirida (SAR). Señalización mediada por el ácido salicílico. Usos comerciales del ácido salicílico

Fotomorfogénesis

Fotomorfogénesis. Introducción. Espectro electromagnético. Fitocromos. Propiedades del fitocromo: estructura molecular, tipos de fitocromo. Familia génica en *Arabidopsis thaliana*. Metabolismo del fitocromo: biosíntesis, distribución, fototransformación, destrucción y reversión. Regulación de los niveles de fitocromos. Respuestas a muy baja, baja y alta fluencia (VLFR, LFR y HIR). Respuesta de escape al sombreado. Procesos fotomorfogénicos mediados por el fitocromo. Mecanismos de acción: Acción en el citoplasma y translocación al núcleo. Regulador de la expresión génica. Mutantes constitutivas de fotomorfogénesis. Genes *COP* y *DET*. Singalosoma de COP9. Acción del calcio y del GTP en la señalización. Genes *PIF*.

Criptocromos. Respuestas a la luz azul. Elongación del hipocótilo. Apertura de estomas. Genes *CRY1* y *CRY2*. Interacción con fitocromos y COP1. Eventos de fosforilación sobre CRY2. Fototropinas. Genes *PHOT1* y *PHOT2*. Modo de acción: Fototropismo. Movilización de cloroplastos. Interacción con COP1 en apertura de estomas. Receptores de UV.

Regulación mixta

Regulación mixta. Regulación de largo de raíz mediado por auxina, giberelinas y etileno. Interacción de PIF4 con giberelinas. Interacción de luz azul y ABA en cierre y apertura de estomas. Regulación de la germinación por giberelinas y PIL5. El rol de las auxinas en el escape al sombreado. Strigolactonas y su relación con auxinas y citocininas en la ramificación del tallo.

Floración

Floración. Fases de desarrollo: vegetativo, reproductivo, floral. Estadios de desarrollo floral. Dependencia ambiental. Genes de identidad de meristema. Genes *LEAFY* Y *APETALA 1*. Genes de identidad de órganos florales. Genes homeóticos. Modelo ABC del desarrollo floral. Auxina, giberelinas

y su influencia en la floración. Fotoperiodismo. Floración en plantas de día corto y día largo. Fitocromo, criptocromos, ritmos circadianos y floración. Modelo de coincidencia externa. Genes *CONSTANS* y *FT*. Florigeno. Lugar de síntesis y de respuesta. Síntesis. Transporte. Vernalización. Características. Cambios fisiológicos durante la vernalización. Gen *FLC*. Vernalización en cereales.

Gametogénesis

Gametogénesis. Desarrollo de las gametas en plantas. Diferencias con animales. Gametofito haploide. Microgametogénesis. Desarrollo del grano de polen. Mitosis asimétrica. Fase gametofítica (Haploide). Células vegetativa y generativa. Mitosis simétrica. Células espermáticas. Polen bi y tricelular. Transcriptoma de polen. Doble pared celular en polen. Intina y exina. Funciones. Megagametofito. Saco embrionario. Estructura, desarrollo y funcionalidad de las diferentes células del saco embrionario. Rol de las auxinas en el desarrollo del saco embrionario. Polinización. Estigmas húmedos y secos. Hidratación del grano de polen y germinación del tubo polínico. Crecimiento apical y polarizado del tubo polínico. Crecimiento oscilatorio. Rol de la actina, calcio y pH. Movimiento citoplasmático de fuente reversa. Exocitosis.

Fertilización

Fertilización. Interacción polen-pistilo. Componentes involucrados. Mutante *pop2*. Oxido nítrico. Proteínas receptoras quinasas y del tipo Rho y GEF. Dinámica de los microfilamentos de actina durante el crecimiento del tubo polínico. Doble fertilización. Características. Mutante *feronia*. Quimioattractantes del saco embrionario. Control parental del patrón de desarrollo embrionario.

Estrés abiótico

Estrés abiótico. Adaptación y aclimatación al estrés. Estrés hídrico. Rol del ABA. Señalización asociada al estrés hídrico. Rol de las citocininas y calcio. Cambios en la expresión génica. Genes *LEA*. Estrés oxidativo. Genes *DREB2*. Estrés por frío. Gen *HOS1*. Integración entre los diferentes estreses. Estrategia para la ingeniería de la tolerancia a estreses.

Estrés biótico

Estrés biótico. Interacción planta-patógeno. Resistencia basal. Patógenos biotróficos y necrotrofos. Respuesta compatible e incompatible. Genes tipo PAMP (*pathogen-associated molecular patterns*). Inmunidad tipo PTI (*PAMP-triggered immunity*) y ETI (*Effector-triggered immunity*). Receptores tipo PRR (*pattern recognition receptors*): FLS2, EFR, SERK3. Resistencia tipo ETI. Genes R. Modelo gen-a-gen. Modelo de guardia. Respuesta hipersensible (HR). Resistencia sistémica adquirida (SAR). Rol de ácido jasmónico y salicílico. Interrelación entre hormonas y respuesta inmune.

BIBLIOGRAFIA

Plant Physiology (6th Ed.) Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Sinauer Associates Inc., Publishers. Sunderland. 2010. ISBN 9780878938667

Physicochemical and Environmental Plant Physiology (4th Edition) Park Nobel Academi Press; 2009 ISBN-9780123741431

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

- Annual Review Plant Biology <http://www.annualreviews.org/journal/arplant>
- The Plant Cell <http://www.plantcell.org/>
- Plant Physiology <http://www.plantphysiol.org/>
- Trends in Plant Science <http://www.cell.com/trends/plant-science/current>
- Current Opinion in Plant Biology www.current-opinion.com

57

20



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 504.747/15

Buenos Aires,

11 MAY 2015

VISTO

la nota de la Dra. Nora Ceballos, Directora del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Actualización en fisiología de plantas**, que será dictado entre el 17 de marzo al 4 de julio de 2015 por la Dra. Gabriela Amodeo y el Dr. Jorge Muschetti

CONSIDERANDO:

- lo actuado por la Comisión de Doctorado,
- lo actuado por la Comisión de Postgrado,
- lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
- en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE:

Artículo 1°: Autorizar el dictado del curso de posgrado **Actualización en fisiología de plantas** de 128 horas de duración.

Artículo 2°: Aprobar el programa del curso de posgrado **Actualización en fisiología de plantas** obrante a fs 4 a 6 del expediente de la referencia.


Artículo 3°: Aprobar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera de Doctorado.

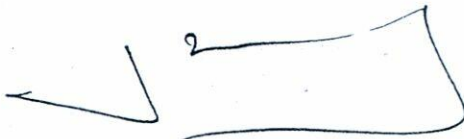
Artículo 4°: Aprobar un arancel de 20 módulos. Disponer que los montos recaudados sean utilizados conforme a lo dispuesto por Resolución CD N° 072/03.

Artículo 5°: Comuníquese a la Dirección del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental y a la Biblioteca de la FCEN con la fotocopia del programa incluida.

Artículo 6°: Comuníquese a la Dirección de Movimiento de Fondos (Tesorería), a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Dirección de Alumnos y a la Secretaría de Postgrado. Cumplido archívese.

Resolución CD N° 1045 A
SP/iga/23/04/2015


Dr. JOSÉ OLABE PARRAGUIRRE
SECRETARIO DE POSGRADO
FCEN - UBA


Dr. JUAN CARLOS REBORADA
DECANO