



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 5285-8665

Asignatura FISILOGIA VEGETAL

| | |
|---|--------------------------|
| Carrera: Licenciatura en Ciencias Biológicas | Código de la carrera: 05 |
| | Código de la asignatura: |
| CARÁCTER: | |
| Curso obligatorio de licenciatura (plan 2019) | NO |
| Curso electivo/optativo de licenciatura (plan 2019) | Electivo |

| | |
|--|-------|
| Duración de la asignatura (en semanas) | 16 |
| Cuatrimestre(s) en que dicta (indicar cuatrimestre o verano): | 1 |
| Frecuencia en que se dicta (cuatrimestral, anual, bianual, etc.) | Anual |

| ACTIVIDAD | Horas semanales | Número de semanas | de | Horas totales |
|--|-----------------|-------------------|----|---------------|
| Teóricas | 6 | 14 | | 84 |
| Problemas | 4 | 2 | | 8 |
| Laboratorios | 6 | 10 | | 60 |
| Seminarios | 3 | 9 | | 9 |
| Teórico- prácticos | - | - | | - |
| Si corresponde, especifique las horas de otras actividades | | | | - |
| Carga horaria semanal máxima | 5 | | | |
| Carga horaria semanal mínima | 14 | | | |
| Carga horaria total: | 160 | | | |

| | |
|---------------------------|--|
| Asignaturas correlativas: | QUIMICA BIOLOGICA (con final aprobado) GENETICA I (con trabajos prácticos aprobados) |
| Forma de Evaluación: | Parciales Teóricos, de Seminarios y Prácticos. Promoción o Examen Final. |

OBJETIVOS

El objetivo central de la materia es que el estudiante conozca y comprenda los procesos fisiológicos relativos al crecimiento, desarrollo y reproducción de las plantas, así como las razones de su dependencia con el medio ambiente.

Los trabajos prácticos tienen como objetivo que el estudiante pueda complementar su formación en el manejo de las metodologías propias de la disciplina. En el laboratorio, los alumnos desarrollarán técnicas utilizadas en las investigaciones científicas y se promueve la discusión científica de los resultados obtenidos durante la práctica.

Los seminarios propuestos se proponen generar el debate y la discusión, priorizando trabajos científicos de actualización en temáticas específicas.

Por último se busca que el estudiante conozca las tendencias actuales de la fisiología de las plantas y de las aplicaciones prácticas de este cuerpo de conocimientos en el estudio, la monitorización y la conservación de los ecosistemas.

CONTENIDOS MÍNIMOS (ya aprobados Anexo IV Plan 2019)

Relaciones hídricas. Las células vegetales y los procesos de transporte de agua. Difusión. Osmosis. Potencial hídrico. Balance de agua en la planta. Contenido relativo de agua. Modelo compuesto del pasaje de agua: apoplasto, simplasto y transcelular. Absorción de agua por las raíces y transporte por xilema. Arquitectura del sistema radical. Movimiento de agua de la hoja a la atmósfera. Continuo suelo-planta-atmósfera. Estomas, estructura y función. Transpiración. Nutrición mineral. Macronutrientes y oligoelementos. Absorción y transporte. Fuerzas impulsoras y relaciones iónicas. Mecanismos asociados a la absorción de nitrógeno. Fotosíntesis y respiración y sus factores de regulación. Metabolitos secundarios. Plasticidad bioquímica y comportamiento vegetal. Floema y translocación de fotosintatos. El floema como sistema de comunicación inter-órgano.

Las plantas como organismos sésiles. Interacción con el medio ambiente. Auxinas. Transporte polar de auxinas. Tropismos: fototropismo y gravitropismo. Etileno: la hormona gaseosa. Efectos fisiológicos. Sistema de dos componentes. Giberelinas. Reguladores de la altura de la planta. Modo de acción: Mutantes *gai* y *gai*. Citocininas. Reguladores de la división celular. Acido abscísico (ABA). Inhibidor natural del crecimiento vegetal. Brasinoesteroides. Acido jasmónico. Acido salicílico. Fotomorfogénesis. Fitocromos. Criptocromos. Fototropinas. Regulación mixta. Floración. Fases de desarrollo: vegetativo, reproductivo, floral. Modelo de coincidencia externa. Gametogénesis. Polinización. Fertilización. Interacción polen-pistilo. Estrés abiótico. Integración entre los diferentes estreses. Estrés biótico. Inmunidad tipo PTI (*PAMP-triggered immunity*) y ETI (*Effector-triggered immunity*). Interrelación entre hormonas y respuesta inmune.

PROGRAMA ANALÍTICO

I. Introducción

UNIDAD 1. La célula vegetal

La fisiología vegetal. Historia. Postulados básicos. Relaciones con otras disciplinas. La célula vegetal. Membranas biológicas, composición estructura y función. Pared celular: composición, estructura, función, biosíntesis. Organelas. Citoesqueleto. Plasmodesmos. Regulación del ciclo celular. La planta como unidad funcional. Procesos vegetales y de su relación con el ambiente. La fisiología y la biodiversidad.

II. Relaciones hídricas

UNIDAD 2. Agua

Las células vegetales y el agua. Estructura y propiedades de la molécula de agua. Calor específico. Calor latente de vaporización y fusión. Viscosidad. Adhesión y cohesión. El agua como solvente. Procesos de transporte de agua. Difusión. Osmosis. Teoría cinética. Energía libre de Gibbs. Ley de Fick.

Potencial químico. Presión osmótica. Propiedades coligativas. Coeficiente de reflexión. Potencial hídrico y sus componentes principales. Potencial hídrico celular. Plasmólisis y turgencia. Diagrama de Höfler.

UNIDAD 3. Balance de agua

El agua como recurso. Disponibilidad de agua. La economía del agua como proceso integrado en la planta: ganancia, pérdida y balance de agua. Estado del agua en la planta. Contenido relativo de agua. Potencial hídrico como fuerza impulsora. Metodologías para medir potencial hídrico y/o sus componentes. Concepto del continuo suelo-planta-atmósfera (SPAC). Analogía del movimiento de agua en el SPAC a un circuito eléctrico. Potencial hídrico del aire. Humedad relativa y temperatura. Interfase planta-aire. Potencial hídrico del suelo. Interfase suelo-agua. Coloides. 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.

UNIDAD 4. Del suelo a la planta

Absorción de agua por las raíces y transporte por xilema. Agua edáfica: estado de saturación, agua gravitacional, agua de capilaridad e higroscópica. Capacidad de campo. Agua disponible. Punto de marchitez permanente. Movimiento del agua desde el suelo hacia la raíz. Zonas absorbentes de la raíz. Movimiento radial del agua dentro de la raíz. Conductividad hidráulica de la raíz. Fuerzas impulsoras. Arquitectura del sistema radical. Anatomía de la raíz. Barreras apoplásticas. Ascenso de agua por la planta. Anatomía del trayecto del ascenso. Presión radical. Teoría de la cohesión-tensión. Gutación. Cavitación, embolia, causas y recuperación.

UNIDAD 5. De la planta a la atmósfera

Movimiento de agua de la hoja a la atmósfera. Concepto de transpiración y evapotranspiración. Factores que la afectan. Tasa de transpiración. Conductividad hidráulica de la hoja. Resistencia cuticular y estomática. Capa límite. Factores directos e indirectos que afectan la transpiración. Estomas, estructura y función. Vías de transducción de la señal para la apertura y cierre. Mecanismos de regulación de la apertura estomática. Patrones diurnos. Acople del control estomático a la transpiración foliar y a la fotosíntesis de la hoja. Importancia de la transpiración. Desarrollo y densidad estomática. Conductancia estomática nocturna.

III. Adquisición de recursos

UNIDAD 6. Nutrición mineral

Nutrición mineral. Los elementos en la materia vegetal seca. El papel de los nutrientes. Concepto de nutriente esencial, criterios de un elemento esencial. Funciones. 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 del microbioma en la nutrición mineral. Fito-remediación.

UNIDAD 7. Transporte de Solutos I

Absorción y transporte de minerales. Fuerzas impulsoras. Transporte pasivo y activo. Gradiente electroquímico y ecuación de Nernst. Potencial de membrana. Potencial de reposo. Corrientes iónicas. Técnicas de medición. Transportadores, clasificación, estructura, función. Canales iónicos, estructura, selectividad y función. Mecanismos de regulación. Las acuaporinas y el transporte de gases y solutos. Acoplamiento agua-soluto. Bombas: H⁺ATPasas. Localización, estructura y función. H⁺Pirofosfatasa. Transportadores ABC.

UNIDAD 8. Transporte de Solutos II

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.

UNIDAD 9. Nitrógeno

Fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Organismos fijadores. Fijación de nitrógeno por leguminosas: nodulación, nitrogenasa, metabolismo del carbono, del hidrógeno y del oxígeno en nódulos. Simbiosis, transducción de señales. La formación de nódulos. Transporte del nitrógeno. Asimilación y absorción del nitrato. Mecanismos de regulación y reducción. Asimilación del amonio. Ciclo fotorrespiratorio del nitrógeno.

UNIDAD 10. Fotosíntesis I

Naturaleza de la luz. Espectro de absorción y de acción. Conversión de la energía lumínica en otras formas de energía. Fotosíntesis. Absorción y utilización de la luz en la membrana fotosintética. Pigmentos fotosintéticos en distintos tipos de organismos. Cloroplastos: Estructura y pigmentos fotosintéticos. Algunos principios de la absorción de la luz por las plantas. Absorción de luz en las hojas, adaptaciones. Distribución de luz, canopia. Transferencia de energía. Fotosistemas cooperativos. Los cuatro grandes complejos de los tilacoides. Transporte de electrones. Fotoprotección, fotoinhibición. Fijación de CO₂ y síntesis de carbohidratos. Productos de la fijación del CO₂. Ciclo de Calvin y su regulación. Mecanismos de concentración de CO₂ en fotosíntesis: C₄, CAM (metabolismo ácido de crasuláceas) y acuáticas. Características fotosintéticas. Ventajas ecológicas de los distintos tipos de metabolismo de CO₂. Fotorrespiración. Funciones.

UNIDAD 11. Fotosíntesis II

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 CO₂ temperatura, oxígeno, agua y nutrientes. Tasas y eficiencia fotosintética y producción.

UNIDAD 12. Respiración. Metabolismo de Lípidos

Respiración aeróbica, sustratos. Glicolisis, ciclo del ácido cítrico, reacciones del ciclo pentosa fosfato, fosforilación oxidativa. Regulación bioquímica. Factores ambientales que regulan la respiración. Aporte de las micorrizas a la respiración. Metabolismo de los lípidos, oleosomas, glioxisomas. Lípidos de membranas celulares, propiedades y funciones. Mecanismos de señalización.

UNIDAD 13. Metabolitos especializados Metabolitos especializados o secundarios. Definición. Clasificación. Fenólicos, terpenos, compuestos nitrogenados. Aceites esenciales, metabolitos volátiles. Mecanismos de defensa y adaptación. Liberación de metabolitos. Plasticidad bioquímica y comportamiento vegetal.

UNIDAD 14. Floema

Estructura y ultraestructura del floema. Translocación. El tubo criboso, ordenación y estructura. Proteínas P, calosa. Células de compañía. Células de transferencia. Conexiones simplásticas del complejo tubo criboso-células de compañía. Relación fuente y destino. Naturaleza de las sustancias transportadas. Composición del fluido. Carga y descarga de los tubos cribosos: síntesis de las moléculas de transporte. Carga apoplástica. Carga simplástica. 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.

IV. Desarrollo y morfogénesis

UNIDAD 15. 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.

UNIDAD 16. 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 *TRI* y *ABP*. Estructura del receptor unido a hormona. Señalización mediada por ubiquitina. Regulación negativa.

UNIDAD 17. 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.

UNIDAD 18. 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.

UNIDAD 19. Citocininas. Acido abscísico (ABA)

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

UNIDAD 20. Brasinoesteroides.

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*.

UNIDAD 21. Fotomorfogénesis I.

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*.

UNIDAD 22. Fotomorfogénesis II.

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.

UNIDAD 23. 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.

UNIDAD 24. 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*. Florígeno. Lugar de síntesis y de respuesta. Síntesis. Transporte. Vernalización. Características. Cambios fisiológicos durante la vernalización. Gen *FLC*. Vernalización en cereales.

UNIDAD 25. 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.

UNIDAD 26. 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.

V. Fisiología del estrés

UNIDAD 27. 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.

UNIDAD 28. 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). Ácido Jasmónico. Estructura química. Biosíntesis y metabolismo. Acción del ácido jasmónico en la producción de compuestos volátiles. Señalización mediada por el ácido jasmónico. Ácido salicílico. 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. Interrelación entre hormonas y respuesta inmune.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía obligatoria

- Plant Physiology (6th Ed.) Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Sinauer Associates Inc., Publishers. Sunderland. 2015. ISBN 978-1605352558
- Physicochemical and Environmental Plant Physiology (4th Edition) Park Nobel. Academic Press; 2009 ISBN-9780123741431

Bibliografía optativa

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 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/13695266>

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Profesores/as a cargo: | |
| Firmas y Aclaraciones | Fecha: |

CONTENIDOS DESGLOSADOS

a) Clases de Problemas

1. Transporte y solutos: *que el alumno realice ejercicios de cálculo y análisis de registros eléctricos generados con técnicas electrofisiológicas y que dan cuenta del funcionamiento de canales y transportadores*
2. Análisis y discusión de las principales figuras de un trabajo científico: *que el alumno utilice los resultados generados en un trabajo científico como fuente de información para analizar en forma crítica los alcances e impacto de los hallazgos.*

b) Prácticos de Laboratorio

3. Balance de agua en la planta
Que el alumno realice un análisis del estado hídrico de plantas de pimiento control (regadas a capacidad de campo) y sin riego (dos condiciones) a través de parámetros complementarios: contenido relativo de agua, potencial hídrico y osmótico
4. Potencial hídrico
Que el alumno pueda determinar el potencial hídrico (Ψ_h) de un trozo de tejido de papa con dos métodos alternativos, uno cualitativo (Chardakov) y el otro cuantitativo (gravimétrico).
5. Transpiración en plantas *Solenostemon sp*:
Que el alumno pueda aplicar los conceptos del método del lisímetro para estudiar la transpiración de una planta adquirida comercialmente y confinada en una maceta. Realizar mediciones de conductancia estomática para relacionar las mediciones de transpiración con la dinámica de apertura estomática.
6. Nutrición mineral
Que el alumno pueda estudiar cómo afecta la fuente de nitrógeno a la biomasa vegetal y parámetros fotosintéticos de plantas cultivadas de girasol en condiciones de hidroponía.
7. Transporte y solutos
Que el alumno pueda familiarizarse con el empleo de técnicas de simulación y modelado in silico y del aporte que las mismas brindan a nuestro campo de estudio.
8. Fotosíntesis
*Que el alumno analice la tasa de fotosíntesis y respiración en discos obtenidos de hojas de cala (*Zantedeschia aethiopica*) sometidas a dos intensidades lumínicas diferentes*
9. Análisis de una propuesta para mejorar la calidad del aire en ambientes cerrados con plantas
Que el alumno realice un análisis desde el punto de vista de la fisiología vegetal de una propuesta realizada por Kamal Meattle ("How to grow fresh air") en una charla TED y someter la discusión a un debate. En base a los conocimientos adquiridos en esta primera etapa de la materia se espera que los alumnos puedan emplear criterio científico para analizar la propuesta.
10. Efecto de la deficiencia en agua sobre el desarrollo de plántulas de maíz (*Zea mays*)
*Que el alumno analice el impacto de la disponibilidad de agua sobre la germinación y el desarrollo de plántulas de *Zea mays* en plantas control y tratadas con soluciones con diferentes potenciales hídricos que simulen falta en la disponibilidad del agua.*
11. Acción de las giberelinas sobre el crecimiento en trigo (*Triticum aestivum L.*)
Que el alumno analice la acción de las giberelinas en la respuesta al sombreado por plantas vecinas en plántulas de trigo.

12. Apertura estomática en *Vicia faba*
Que el alumno estudie la fisiología de los estomas analizando apertura estomática (diferentes metodologías de medición, analógicas y digitales) y densidad estomática en plantas crecidas en invernáculo y cámara de crecimiento.
13. Fotomorfogénesis
Que el alumno determine cuáles son las bandas espectrales (rojo, rojo lejano o azul) en las que participan los principales fotorreceptores involucrados en el proceso de des-etiolación en Arabidopsis thaliana.

c) Seminarios

14. Seminario de agua: *que el alumno complemente los temas abordados en las relaciones hídricas a través de trabajos científicos que estimulen la discusión y el debate.*
15. Seminarios cortos: *que el alumno realice a través de una búsqueda bibliográfica un abordaje en sesiones muy breves donde se sintetice un tema específico seleccionado por el docente.*
16. Seminario de auxinas y etileno: *que el alumno analice aspectos críticos y de relevancia del papel de estas hormonas en el desarrollo y crecimiento de las plantas a través de una publicación de relevancia en la temática seleccionada por el docente.*
17. Seminario de gametogénesis y fertilización: *que el alumno analice aspectos críticos y de relevancia de la gametogénesis y fertilización a través de una publicación de relevancia en la temática seleccionada por el docente.*

d) Teórico-Práctico o Teórico-Problemas

No contemplado en la presente propuesta.

e) Salidas de campo/viajes

No contemplado en la presente propuesta.

ANEXO II Adjuntar un ejemplo del cronograma de la Materia, o de los cronogramas en caso de que tenga distintas formas (cuatrimestrales, verano, etc.)

| FISILOGIA VEGETAL | | CRONOGRAMA 2019 | | última actualización 11/2/19 | |
|-------------------|-------|--|-------|---|--|
| SEMANA | Fecha | MARTES: TEORICOS: Aula TP: Lab L Seminarios/Problemas: Aula | Fecha | JUEVES: TEORICOS: Aula TP: Lab. L Seminarios/Problemas: Aula | |
| 1 | 19/3 | 15.00-18.00: TEORICA: Introducción. Agua y potencial hídrico (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: TP1 CRA | 21/3 | 15.00-18.00: TEORICA: continuación (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Continuación TP1 | |
| 2 | 26/3 | 15.00-18.00: TEORICA: Balance de agua en la planta (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Fin TP1 | 28/3 | 15.00-18.00: TEORICA: Raíz y su entorno (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: TP2 Potencial Hídrico | |
| 3 | 2/4 | FERIADO | 4/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Hoja y atmósfera (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Fin TP2 Informe TP1 | |
| 4 | 9/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Nutrición mineral (Dra. Amodeo) 18.00-21.00: TP3 Transpiración | 11/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Transporte de solutos I (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Informe TP2 Fin TP3 TP4 Nutrición | |
| 5 | 16/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Transporte de solutos II (Dra. Amodeo) 18.00-20.00: SEMINARIO | 18/4 | FERIADO | |
| 6 | 23/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Fisiología y ecología de FS I (Dra. Amodeo) 18.00-21.00: Informe TP3 TP5 Solutos | 25/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Fisiología y ecología de FS II (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Continuación TP4 | |
| 7 | 30/4 | 15.00-18.00: TEORICA: Respiración y metabolismo (Dra. Amodeo) 18.00-22.00: Informe TP5 TP6 Fotosíntesis | 2/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Metabolitos especializados (Dra. Amodeo) 18.00-22.00 Fin TP4 Fin TP6 | |
| 8 | 7/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Translocación de floema (Dra. Amodeo) 18.00-20.00: Informe TP4 Informe TP6 SEMINARIOS CORTOS | 9/5 | 18.00-20.00: Devolución final TPs Consultas | |
| | | 11/5 (ATENCIÓN ES UN SABADO) 9:30 PRIMER PARCIAL | | | |
| 9 | 14/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Desarrollo vegetal. Hormonas (Dr. Muschiatti) | 16/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Auxinas (Dr. Muschiatti) 18.00-22.00: TP7 Desarrollo | |
| 10 | 21/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Etileno (Dr. Muschiatti) 18.00-22.00: Fin TP7 TP8 Giberelinas | 23/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Giberelinas / ABA (Dr. Muschiatti) 18.00-20.00 TP9 TED | |
| 11 | 28/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Brassinosteroides / Citocininas (Dr. Muschiatti) 18.00-20.00: Informe TP7 SEMINARIO Auxina y etileno | 30/5 | 15.00-18.00: TEORICA: Fotomorfogénesis 1 (Dr. Muschiatti) 18.00-22.00: Continuación TP 8 TP10 Estomas | |
| 12 | 4/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Fotomorfogénesis 2 (Dr. Muschiatti) 18.00-22.00: Continuación TP 8 Fin TP10 | 6/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Regulación mixta 1 (Dr. Muschiatti) 18.00-22.00: Fin TP 8 TP11 Fotomorfogénesis | |
| 13 | 11/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Regulación mixta 2 / Floración (Dr. Muschiatti) 18.00-20.00: Informe TP10 Continuación TP11 SEM. Fotomorfogénesis | 13/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Gametogénesis (Dr. Muschiatti) 18.00-20.00: Informe TP 8 TP9 TED | |
| 14 | 18/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Fertilización / Embriogénesis (Dr. Muschiatti) | 20/6 | FERIADO | |
| 15 | 25/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Estrés Biótico (Dr. Muschiatti) 18.00-20.00: Informe TP11 SEMINARIO Gametogénesis/Fertilización | 27/6 | 15.00-18.00: TEORICA: Estrés abiótico (Dr. Muschiatti) | |
| 16 | 2/7 | 18.00-20.00: Clase de problemas | 4/7 | 18.00-20.00: Devolución final TPs Consultas | |
| | | 6/7 (ATENCIÓN ES UN SABADO) 9:30 SEGUNDO PARCIAL | | | |