



Programa sinóptico de la unidad curricular: **FITOPATOLOGÍA**

Unidad Curricular: Fitopatología						Unidad Responsable: Dpto. de Biología			
Datos Unidad Curricular		Modalidad			Tipo Dedicación		Dedicación Total Unidad Curricular		
Código	Semestre	T	P	L	HTSP	HTSNP	CA	Total Horas por Semana (HS=CA X 3)	Total Horas por Semestre (HS X 16)
181417	8	3	0	3	3	3	4	12	192
Prelaciones: Haber aprobado hasta el 7° semestre, es decir 117 CA									

HSTP: Horas semanales de trabajo que se realiza en el aula o laboratorio y requiere preparación y trabajo adicional

HTSNP: Horas semanales que se realizan en el aula o laboratorio y no requieren de preparación o trabajo adicional

CA: créditos académicos

Justificación

Con la presente propuesta se pretende brindar al estudiante de Biología de la Facultad de Ciencias, y a otros estudiantes de la Universidad de Los Andes interesados en las enfermedades causadas por fitopatógenos, la oportunidad de reforzar sus estudios en la biología de organismos, así como conocer aspectos prácticos del conocimiento de las enfermedades en plantas, sus síntomas, agentes causales y estrategias de control tanto clásicas, como otras más modernas derivadas del uso de los conocimientos y protocolos propios de la Biología Molecular. Aparte de los conocimientos básicos que le permiten obtener licencia como profesional que ha estudiado y conoce cómo analizar el fenómeno vida, el egresado de nuestra carrera debe contar con un conjunto de habilidades prácticas que lo ubiquen en el mercado de trabajo de manera más competitiva. Este curso, por lo tanto, está orientado no sólo para que el estudiante adquiera conocimientos básicos, sino también para que desarrolle habilidades y herramientas útiles para el trabajo en campo y laboratorio. Finalmente, el futuro del planeta depende de la seguridad agroalimentaria, razón por la cual debemos contribuir a formar profesionales capaces de estudiar y plantear soluciones a problemas reales de producción de alimentos de origen agrícola- cuyos principales enemigos son los agentes causales de enfermedades transmisibles.

Requerimientos

Es deseable que el estudiante tenga sólidos conocimientos de Botánica, Genética y Fisiología Vegetal, que sea hábil en el uso de herramientas básicas de bioinformática, y que posea un eficiente manejo instrumental del idioma Inglés.

Objetivo General

Presentar los aspectos básicos del campo de conocimiento de la fitopatología, haciendo especial énfasis en la biología de los agentes causales de enfermedades en plantas,



así como del marco molecular que explica las interacciones planta-patógeno.

Objetivos Específicos

- Aprender a distinguir entre síntomas y signos de las enfermedades y sus patógenos, respectivamente.
- Conocer y manejar la descripción de los síntomas de algunas enfermedades vegetales de importancia comercial en Venezuela, tanto en el laboratorio como en el invernadero.
- Profundizar en la aplicación de los postulados de Koch para la correcta demostración y posterior identificación del patógeno en estudio.
- Conocer los aspectos básicos de las vías de señalización molecular que explican los modos de vida parasitarios, el desarrollo de las enfermedades y la genética de la resistencia.
- Estudiar los componentes y eventos moleculares de la interacción planta-patógeno y patógeno-vector en la etiología y epidemiología de las enfermedades infecciosas en plantas.
- Relacionar los aspectos básicos del proceso de infección y desarrollo de enfermedades en plantas con aquellos de patógenos animales.
- Analizar casos concretos de métodos de control de enfermedades en plantas causadas por hongos, bacterias, nemátodos y virus.

Contenido

UNIDAD I. Fundamentos generales.

Tema 1. Las enfermedades en plantas y su impacto en la humanidad. Breve reseña histórica de la Fitopatología en el mundo y Venezuela. Casos de enfermedades en plantas a nivel regional, nacional y mundial. Pérdidas causadas por las enfermedades en plantas y la seguridad agroalimentaria.

Tema 2. Conceptos clave en la Fitopatología. Perspectiva de la visión molecular y organismal de las enfermedades en plantas y su control: síntomas y signos. Patógenos, parásitos y pestes: definición, alcances y limitaciones. Definición de enfermedad, control y cura. Patogenicidad y virulencia.

Tema 3. Parasitismo y desarrollo de las enfermedades en plantas. Inoculación, penetración, infección y diseminación del patógeno. Efectos del patógeno sobre la fisiología de la planta: fotosíntesis, translocación de agua y nutrientes, respiración, permeabilidad de membranas celulares, transcripción y traducción, crecimiento y reproducción.

UNIDAD II. Las enfermedades en plantas.

Tema 4. Efectos del patógeno sobre el hospedador I: arsenales químicos de reconocimiento y ataque. Enzimas que degradan la pared celular. Enzimas que degradan otros componentes celulares. Las toxinas microbianas en las enfermedades en plantas. Secuestro de la respuesta de silenciamiento genético post-transcripcional. ARNs pequeños de interferencia y el desarrollo de enfermedades en plantas. Ejemplos.



Tema 5. Efectos del patógeno sobre el hospedador II: efectos de los reguladores de crecimiento en plantas producidas por el patógeno y el desarrollo de enfermedades. Determinantes de patogenicidad y virulencia en los principales grupos de patógenos. Sistemas de secreción, reconocimiento y evasión de la respuesta del hospedador. Ejemplos.

Tema 6. Efectos del hospedador sobre el patógeno I: las respuestas de resistencia pasivas. Introducción a la resistencia de enfermedades. Barreras preexistentes. Ceras, cutícula, pared celular. Defensas bioquímicas preexistentes. Liberación de inhibidores o exudados. Compuestos de bajo peso molecular (fenoles, saponinas, terpenoides). Compuestos de alto peso molecular (taninos, péptidos y proteínas antimicrobianas). No reconocimiento del patógeno. Ejemplos.

Tema 7. Efectos del hospedador sobre el patógeno II: las respuestas de resistencia activas (respuesta hipersensible y resistencia sistémica adquirida). Definición. Respuesta hipersensible. Características. Reconocimiento de Elicitores. Explosión oxidativa. Muerte celular programada. Inducción de la resistencia hipersensible. Resistencia sistémica adquirida. Características distintivas. Proteínas PR. Resistencia sistémica inducida. Definición. Características distintivas. Ejemplos.

Tema 8. Efectos del hospedador sobre el patógeno III: los genes de resistencia (R) y su interacción con los genes de avirulencia (*avr*) del patógeno. Desarrollo histórico del concepto gen-por-gen. Los genes de avirulencia por grupo de hospedador. Las familias de genes R. Resistencia, inmunidad, tolerancia y susceptibilidad. Revisión de la Hipótesis de Flor y alcance de las respuestas compatibles e incompatibles.

Tema 9. Epidemiología de las enfermedades en plantas. Los elementos de las epidemias. Factores ambientales, antrópicos y de manejo, del hospedador y del patógeno que afectan el desarrollo de enfermedades en plantas. Medidas del efecto de las enfermedades. Patrones de desarrollo de las enfermedades y epidemias. Predicción y prevención. Ejemplos.

UNIDAD III. Los patógenos de plantas.

Tema 10. Los virus fitopatógenos. Clasificación de los virus vegetales. Organización del genoma de los virus vegetales y estrategias de replicación. Infección, transmisión y movimiento de virus en plantas. Síntomas virales. Enfermedades virales en plantas de interés comercial. Principales grupos de virus vegetales y su incidencia en Venezuela: *Potyvirus*, *Tospovirus*, *Geminivirus*, *Closterovirus*, etc. Casos tipo: *Papaya ringspot virus* (*Potyvirus*) y *Citrus tristeza virus* (*Closterovirus*). Enfermedades causadas por viroides.

Tema 11. Las bacterias fitopatógenas. Clasificación de las bacterias fitopatógenas. Principales grupos de bacterias fitopatógenas. Infección, transmisión y movimiento de bacterias en plantas. Manchas y quemaduras bacterianas. Marchitez vascular, pudrición, muerte regresiva; tumores, chancros y agallas causadas por bacterias fitopatógenas. Bacterias que afectan la producción post-cosecha. Ejemplos.

Tema 12. Los hongos fitopatógenos I. Características de los hongos fitopatógenos. Clasificación de los hongos fitopatógenos y síntomas de las enfermedades que causan. Enfermedades causadas por Ascomycetes y Deuteromycetes. Enfermedades causadas



por Basidiomycetes, Myxomycetes y Plasmodiophoromycetes, Chytriciomycetes y Zygomycetes.

Tema 13. Los hongos fitopatógenos II. Síntomas y reconocimiento. Enfermedades foliares, antracnosis, chancros, royas, marchitez vascular, pudrición de tallo y raíces. Hongos que afectan la producción post-cosecha. Ejemplos.

Tema 14. Los nemátodos fitopatógenos. Características de los nemátodos causantes de enfermedades en plantas. Clasificación y estilos de vida. Síntomas y reconocimiento. Sinergia con otros fitopatógenos. Ejemplos.

Tema 15. Otros fitopatógenos (protozoarios, algas, cromistas, mollicutes, etc.) y plantas parasíticas. Protozoarios flagelados fitopatógenos. Plantas y algas fitoparasíticas. Oomycetes y el complejo Reino Chromista. *Phytophthora infestans* en Venezuela y el mundo. Otras *Phytophthora* spp. Ejemplos.

UNIDAD IV. El control de las enfermedades en plantas y sus patógenos.

Tema 15. Control físico, químico y biológico de las enfermedades en plantas. Métodos de control por exclusión o evasión del patógeno. Métodos de control por erradicación o disminución del patógeno. Protección directa del hospedador: control biológico y antagonismo. Protección directa por compuestos químicos: tipos de compuesto y acción. El manejo integrado en el control de las enfermedades en plantas. Más allá del discurso político: la agroecología como ideología, y el problema de la distribución de alimentos y el hambre.

Tema 16. La Biotecnología en el control de enfermedades en plantas. Centros de origen y diversidad de plantas domesticadas. El germoplasma al servicio de todos. Estrategias moleculares del control de enfermedades en plantas. Métodos de aislamiento de genes específicos. Métodos de modificación genética de plantas cultivadas. Métodos de expresión transitoria. El monopolio de las semillas transgénicas y no transgénicas. Las controversias, las soluciones, la coexistencia y el futuro de la seguridad agroalimentaria.

Parte II: Prácticas:

Prácticas 1.- Aislamiento e Identificación de bacterias fitopatógenas (2 sesiones)

Prácticas 2.- Aislamiento e Identificación de hongos y oomycetes fitopatógenos (2 sesiones)

Prácticas 3.- Aislamiento e Identificación de virus fitopatógenos (2 sesiones)

Prácticas 4.- Aislamiento e Identificación de nemátodos fitopatógenos (2 sesiones)

Prácticas 5.- Identificación molecular de patógenos de plantas por PCR y secuenciación (2 sesiones)

Prácticas 6.- Uso de las bases de datos de fitopatógenos y del GenBank (2 sesiones)

Prácticas 7.- Análisis de relaciones de parentesco entre fitopatógenos por métodos bioinformáticos (2 sesiones)

Prácticas 8.- La respuesta hipersensible y su análisis (2 sesiones)

Prácticas 9.- Reconocimiento de enfermedades y su control en el campo (salida larga de cuatro días en la semana de Actividades Especiales)



Estrategias Metodológicas

Se dictarán clases magistrales acompañado de recursos audiovisuales apropiados para la enseñanza de los temas propuestos. Paralelamente, se desarrollarán prácticas de laboratorio que permitan conocer grupos de patógenos y los síntomas que acompañan a las enfermedades que causan. Además de las clases y las prácticas, se discutirán artículos seleccionados y se procurará invitar a investigadores del área que nos permitan conocer de manera directa cómo han enfrentado problemas de producción agrícola por patógenos vegetales de importancia en la región.

Estrategias de Evaluación

Se evaluará el conocimiento del contenido teórico del programa con tres evaluaciones parciales que aportarán el 50% de la nota definitiva. El cuaderno de protocolo del Laboratorio aportará un 20% de la nota, y el restante 30% a partir de la presentación de una monografía sobre un patógeno/enfermedad asignada al principio del semestre, y para lo cual el estudiante deberá diagnosticar, aplicar los postulados de Koch y demostrar cuál es el agente causal de la enfermedad problema sobre el cual versará su escrito.

Bibliografía

- Agrios, G.N. (2005) *Plant Pathology*, 5th Edition. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.
- Bull, CT *et al.* (2008) Demystifying the nomenclature of bacterial plant pathogens. *Journal of Plant Pathology* 90:403-417.
- Bradbury, JF & Saddler, GS (2002) *A guide to Plant Pathogenic Bacteria*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Dean, R. *et al.* (2012) Review: the top ten fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 13:414-430.
- Hull, R. (2002). *Matthew's Plant Virology*. Academic Press, San Diego, California.
- Lane, CR, Beales, P & Hughes, KJD (2012) *Fungal Plant Pathogens*. CABI International, Wallingford, UK.
- Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J (2005) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International, Cambridge, MA.
- Khan, MR (2008) *Plant Nematodes: Methodology, Morphology, Systematics, Biology and Ecology*. CRC Press, Boca Ratón, FL.
- Mansfield, J. *et al.* (2012) Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 13:614-629.
- Quist, CW, Smant, G & Helder, J (2015) Evolution of plant parasitism in the phylum Nematoda. *Annual Reviews of Phytopathology* 53 (en prensa).
- Rossmann, A.Y & Palm-Hernández, M. E. (2008) Systematics of plant pathogenic fungi: why it matters? *Plant Disease* 92:1376-1386.

Recursos disponibles on-line

<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

<http://plantclinic.cornell.edu/>



<http://sian.inia.gov.ve/>

<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/Pages/default.aspx>

<http://www.atlasplantpathogenicbacteria.it/>

<http://www.cabi.org/>

<http://www.fao.org/documents/en/>

<http://www.inia.gov.ve/>

<http://www.nal.usda.gov/>