



Nombre del curso:

***Trichoderma* spp: Mitos y realidades de su uso para el manejo de las enfermedades de las plantas**

2- Destinatarios:

Ingenieros Agrónomos y Biólogos. También alumnos avanzados de ambas carreras, que hayan cursado la asignatura Fitopatología.

Deberán contar con Internet para tomar las clases virtuales.

3- Duración:

La duración será de 30 horas distribuidas en 2 semanas. Se realizarán encuentros virtuales sincrónicos a través de diferentes plataformas a convenir, comunicación asincrónica con acceso a bibliografía y a diferentes materiales audiovisuales. Incluirá entregas y resolución de trabajos prácticos través de AulasWeb .

4- Planificación de la propuesta:

a) Presentación docente

Docente responsable: Dra. Cecilia Mónaco. Profesora Adjunta de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP

Docente colaborador: Dra. Marina Stocco. Jefe de Trabajos Prácticos de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP

Docentes invitados: Dr. Ing. Agr. Alejandro Pérez. Profesor Adjunto de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.

Ing. Agr. Ignacio Rollhaiser. Jefe de Trabajos Prácticos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.

b) Presentación de índice de temas/contenidos



1) Programa de contenidos en Módulos/Unidades/Bloques temáticos

Se considera que en la actualidad el Control Biológico de las enfermedades de plantas ha tomado una trascendental importancia. Esto es debido a que las problemáticas del control químico (efectos sobre la salud de aplicadores y consumidores; contaminación de los recursos ambientales como agua, suelo y atmósfera; generación de poblaciones de patógenos resistentes a los principios activos utilizados y falta de un control eficiente) ha trascendido el ámbito de la producción. Existen fuertes presiones sociales exigiendo racionalización en el uso del control químico. En respuesta a esto, se ha limitado el uso de plaguicidas y se están desarrollando programas de manejo integrado de las enfermedades en los que se da prioridad a uso de métodos de control no contaminantes. En este contexto el Control Biológico ha demostrado ser una herramienta útil y necesaria por lo que ha tenido un desarrollo sostenido en las últimas décadas.

Este curso proveerá en ese sentido las bases para desarrollar aptitudes para el uso de bioinsumos dentro de una agricultura sustentable.

Objetivo general: Profundizar conocimientos básicos y aplicados para la identificación, reconocimiento y manejo de enfermedades fúngicas, a fin de que los participantes amplíen sus saberes y adquieran destrezas para manipular estos patógenos, comprender sus ciclos de vida, su epidemiología y desarrollar las herramientas necesarias para la toma de decisiones frente al manejo de las enfermedades de las plantas

Objetivos específicos:

Se espera que los alumnos:

- 1- Desarrollen habilidades y destrezas en el diagnóstico práctico de enfermedades.
- 2- Adquieran habilidades para valorar su importancia epidemiológica en un contexto productivo.
- 3- Adquieran conocimientos teóricos y prácticos para desarrollar estrategias de Control Biológico



- 4.- Comprendan los principales mecanismos de acción de los agentes de biocontrol
- 5.- Desarrollen juicio crítico sobre el uso de prácticas amigables con el ambiente integradas al manejo de las enfermedades.
6. Conozcan sobre la preparación y control de calidad de los bioinsumos a base de microorganismos.

Contenidos mínimos: Hongos fitopatógenos, características. Patogénesis y Epidemiología. Antagonistas microbianos. Control biológico de las enfermedades de las plantas. Mecanismos y modos de acción. Selección en laboratorio y a campo. Pautas para el manejo integrado de las enfermedades dentro de una agricultura sustentable. Producción de Bioinsumos.

Bloques temáticos

Unidad 1: Las enfermedades de las plantas, su importancia y control. Definiciones de enfermedad.

Ciclo de la enfermedad. Etapas de la patogénesis. Enfermedades monocíclicas y policíclicas. Epidemiología.

Control de enfermedades de plantas. Tipos de Control y diferentes estrategias. Evolución del concepto de Control. Desde las aplicaciones indiscriminadas a la Producción Integrada. Problemática del Control Químico.

Trabajos prácticos.

Reconocimiento de síntomas y signos de diferentes enfermedades de importancia agronómica

Análisis de ciclos de enfermedades. Manejo y control. Casos epidemiológicos.

Actividades que deberán realizar los alumnos para luego discutir los resultados en un encuentro sincrónico



Unidad 2: Control biológico. Definiciones y conceptos. Características de un agente de biocontrol. Mecanismos de acción involucrados en el control biológico. Mecanismos directos e indirectos. *Trichoderma* spp. como modelo de agente de Control biológico.

Reducción de la virulencia del patógeno, parasitismo, competencia, inducción de resistencia. Ejemplos

Trabajo Practico: Obtención de Agentes de Control Biológico. a) Aislamiento de antagonistas. De donde aislar. Aislamientos de suelo. Aislamientos de la rizosfera y rizoplano. Aislamiento de la flora epifítica y endofítica. b) Selección de los antagonistas. Selección *in vitro* e *in vivo*.

Actividades que deberán realizar los alumnos para luego discutir los resultados en un encuentro sincrónico

Unidad 3: Características morfológicas, fisiológicas y relación con el medio ambiente de cepas de *Trichoderma harzianum*.

Trabajo Practico: Situación Problema 1.- Control biológico del marchitamiento de la lechuga ocasionado por *Sclerotinia sclerotiorum*.

Objetivos: Aislamiento de microorganismos a partir del suelo capaces de parasitar esclerocios y de inhibir el crecimiento de la forma micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* en muestras de suelo.

Actividades que deberán realizar los alumnos para luego discutir los resultados en un encuentro sincrónico

Unidad 4. Elaboración de bioinsumos. Selección de los antagonistas. Selección *in vitro*, *in vivo* y combinada. Introducción de los agentes de control biológico en el agroecosistema: ii) Como polvo mojable; ii) Adherido a las semillas; iii) como suspensión de esporas en la parte aérea de las plantas.

Trabajo Practico: Situación Problema 2.- Control biológico de manchas foliares en trigo con cepas de *Trichoderma* sp. y otros antagonistas.



Objetivo: Aislamiento de microorganismos de la rizosfera, rizoplasma y endófitos de plantas de trigo con capacidad biocontroladora.

Actividades que deberán realizar los alumnos para luego en un encuentro sincrónico se discutan los resultados.

Unidad 5: Bioinsumos. Tecnologías disponibles de producción y multiplicación en diferentes escalas: Sistemas de cultivo para producción. Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Cultivos líquidos sumergidos y sobre sustrato sólido. Diseño y optimización de medios de cultivo, fundamentos básicos (ABC de las Formulaciones estables en el tiempo). Control de calidad. Validación agronómica

I. Bibliografía: Los docentes seleccionarán el material de lectura (obligatorio, optativo, lecturas sugeridas) para cada unidad del programa que luego será presentada en el aula virtual. Al momento de planificar los materiales con los que los estudiantes trabajarán, se impone la necesidad de tener en cuenta la autoría y los derechos de uso de los recursos y materiales, además de garantizar el acceso a los mismos desde el aula virtual.

Unidad 1

Obligatorio

Agrios, GN. 2005. Plant Pathology. Academic Press. 920 pp. (Fifth Edition).

Francl, L.; Neher, D. 2003. Exercises in Plant Disease Epidemiology. APS Press, Minnesota, 233 pp.

Madden, L.; Hughes, G.; van den Bosch, F. 2008. The Study of Plant Disease Epidemics. APS Press, Minnesota. 421 pp.

Cook, R. and Baker, K. 1983. The Nature and Practice of biological Control of Plant Pathogens. Ann. Phytopathol Soc. St. Paul, Minnesota, 539 pp.



March G, Oddino C, Marinelli A. (2010) Manejo de las enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos". 1a Ed . Córdoba p. 193.

Rivera, M. C., & Wright, E. R. (2020). Apuntes de patología vegetal : fundamentos y prácticas para la salud de las plantas. Buenos Aires. Editorial de la Facultad de Agronomía.

Unidad 2

Obligatorio

Mónaco C. 2014. Principios de manejo ecológico de enfermedades de cultivos capítulo 12 En: Libros de Cátedra. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES editores Sarandón S; Flores C

Bettiol, W. and Morandi, M. 2009. Biocontrol de doencas de Plantas: Uso y Perspectivas. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguarium, SP. 430 pp.

Optativo

Bettiol W., Rivera M.C., Mondino P., Montealegre A., Jaime R., Colmenárez Y.C. 2014. Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. 404 pp.-

Harman, G. E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol – changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22.

Unidad 3

Obligatorio

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I. & Lorito, M.(2004). *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. Nat Rev. Microbiol. 2, 43–56.

Howel CR (2006) Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. Phytopathology 90: 248-252.



Monte E (2001) Understanding *Trichoderma*: between biotechnology and microbial ecology. *International Microbiology* 4: 1-4.

Monika Sood, Dhriti Kapoor, Vipul Kumar, Mohamed S Sheteiwy, Muthusamy Ramakrishnan, Marco Landi, Fabrizio Araniti, Anket Sharma. (2020) *Trichoderma*: The "Secrets" of a Multitalented Biocontrol Agent Plants (Basel). 18;9(6):762. doi: 10.3390/plants9060762.

Optativo

Kubicek and Harman G. 2002. *Trichoderma and Gliocladium* Volume 1. Basic biology, taxonomy and genetics Ed Taylor & Francis 278 pp.

Maurício Conrado Meyer, Sérgio Miguel Mazaro and Juliano Cesar da Silva. 2022. *Trichoderma*, su uso en la agricultura. EMBRAPA. Brasilia, DF. 547 pp

Unidad 4 y 5

Obligatorio

Amerio, N.; Castrillo, M.; Bich, G. Zapata, G. and Villalba, M. 2020. *Trichoderma* en la Argentina: Estado del arte. *Ecología Austral* 30:113-124.

Mamani de Marchese & M.P. 2018 Filippone. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 38 (1): 9-21 ISSN 0080-2069

Samuels, G and Prakash, H. 2015. *Trichoderma* Identification and Agricultural applications. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota. USA. 196 pp.

Cano, A. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma spp.* y *Pseudomonas spp.* una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 14(2): 15 – 31

Optativo

Kolombet L.V., Zhigletsova S.K., Kosareva N.I., Bystrova E.V., Derbyshev V.V., Krasnova, S.P., Schisler D. 2007. Development of an extended shelf-life, liquid



formulation of the biofungicide *Trichoderma asperellum*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(1): 123-131.

Saba H, Vibhash D, Manisha M, Prashant KS, Farhan H and Tauseef A. 2012 – *Trichoderma* – a promising plant growth stimulator and biocontrol agent. Mycosphere 3(4), 524–531.

Santos A., García M., Cotes A.M., Villamizar L. 2012. The effect of the formulation on the shelf-life of biopesticides based on two Colombian isolates of *Trichoderma koningiopsis* Th003 and *Trichoderma asperellum* Th034. Revista Iberoamericana de Micología, 29(3), 150–6.

Stocco M. 2014. Control biológico de *Mycosphaerella graminicola*, patógeno del trigo, con cepas de *Trichoderma harzianum* caracterizadas por su morfología, fisiología, actividad enzimática y molecular. Trabajo de Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Naturales en FAc. de Cs Naturales y Museo. UNLP.

III. Sitios de interés:

<https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/>

<http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/>

<https://trichoderma.info/>

<https://www.casafe.org/publicaciones/guia-de-productos-fitosanitarios/>

2) Recursos y materiales:

Metodología de enseñanza: Se prevé realizar encuentros sincrónicos para la presentación de las clases teóricas y prácticas y para discusión de resultados. Se llevarán a cabo dinámicas grupales para el estudio, análisis de problemas y adquisición de habilidades y destrezas. También se prevé profundizar la problemática de las adversidades sanitarias de las plantas, su manejo y control a través de la resolución de problemas de manera individual y la discusión grupal de los resultados.



Texto guía: dentro del aula virtual se incorporará un texto por unidad o bloque temático donde se incorporará una presentación del tema, y se remitirá a otras lecturas o materiales presentes en el aula, que permitirán introducir a los alumnos en la temática que se abordará en la unidad.

Los recursos gráficos Fotos, Gráficos y videos.

c) Cronograma

| FECHA | TEMAS | ACTIVIDADES | MODALIDAD |
|-------------------------|--|--|----------------------|
| Semana 26-27/08/2024 | Enfermedad, signo y síntoma Patogénesis Ciclos de las enfermedades | Discusión de actividades prácticas relacionadas con Patogénesis y ciclo de enfermedades | Asincrónico |
| 28/08/2024 | Epidemiología | | Encuentro Sincrónico |
| 29/08/2024 | Epidemiología | Resolución de problemas Tanto las actividades prácticas como la información teórica se subirán al aula virtual | Asincrónico |
| 30/08/2024 | Manejo Integrado de las enfermedades. | Estudio de casos | Sincrónico |



| | | | |
|------------|--|-------------------------------------|-------------|
| 02/09/2024 | Control biológico. <i>Trichoderma</i> spp | | Sincrónico |
| 03/09/2024 | Biocontrol con <i>Trichoderma</i> spp. | Resolucion de trabajos practicos | Asincrónico |
| 04/09/2024 | Estudio de casos | Trabajo indivicual/grupal | Asincronico |
| 05/09/2024 | Elaboración y análisis de viabilidad de bioinsumos. Trazabilidad. | | Sincronico |
| 05/09/2024 | Bioinsumos en Argentina | | Asincronico |
| 06/09/2024 | Evaluacion | | Sincronica |



d) Actividades:

1) Actividad inicial: semana de ambientación

En la semana previa a la iniciación del curso se realizará un foro de presentación donde todos los participantes del curso podrán realizar una pequeña presentación personal, contando que estudiaron, en que trabajan y expresando sus expectativas iniciales frente al curso. Esta herramienta fomentará la comunicación asincrónica entre los docentes y los estudiantes. Además, permitirá a los profesores conocer a los alumnos y los alumnos conocer a sus profesores y compañeros. Será un pequeño entrenamiento para que los estudiantes comiencen a familiarizarse con la participación en el foro y con la plataforma virtual en general. Por otra parte, podrán editar sus perfiles personales y conocer el funcionamiento de la mensajería.

En esta instancia los alumnos podrán descargar el programa del curso con el cronograma de las actividades.

2) Algunos de los trabajos prácticos que deberán resolver los alumnos podrán realizarse en forma grupal o individual. Deberán resolver problemáticas prácticas, buscar y analizar bibliografías relacionadas con los temas presentados, reflexionar sobre diferentes contenidos en los foros o realizar estudios de caso. Estas actividades dependerán de los objetivos de la unidad y del desarrollo del contenido de cada una.

3) Describir estructura y pauta de una Evaluación aprobatoria del curso.

Durante el desarrollo del curso habrá diferentes instancias de evaluación. Se evaluará el desempeño de los alumnos en resolver cada uno de los Trabajos Prácticos presentados, su participación en los foros y en las clases sincrónicas. Además, para concluir el curso deberán elaborar un informe donde se integran todos los contenidos. En el informe deberán describir un patosistema en el cual aplicarían un agente de biocontrol. Para esto deberán realizar una breve descripción del cultivo seleccionado, de los síntomas y signos del patógeno, analizar las características del ciclo de la patogénesis, su epidemiología y el manejo integrado que se realiza de la enfermedad, incorporando como novedad un agente de biocontrol (en el caso que ya exista biocontroladores convendrá incluir los resultados que se obtuvieron con su aplicación). Con respecto al antagonista deben incluir como aislarlo, seleccionarlo in vitro y a campo y como



lo aplicarían una vez formulado y en qué momento del ciclo del cultivo. Esta actividad se podrá resolver de manera individual o grupal. La exposición oral será de manera sincrónica a través de una plataforma digital a convenir. Tendrán 15 minutos para exponer su tema y podrán utilizar herramientas como power point, prezi u otros.

e) Interacción entre los actores

Siendo una propuesta a distancia sin encuentros presenciales, es recomendable crear espacios de encuentro entre participantes, además de los utilizados para desarrollar actividades. Por esta razón para comunicar la información administrativa-académica por parte de los docentes se realizará un FORO DE NOVEDADES en donde se concentran las noticias y consultas referidas a información importante del curso. Por otra parte, para cada Unidad del curso se planificará una clase teórica y una clase práctica sincrónica realizada por videoconferencia a través de un sistema digital a convenir. Posteriormente los alumnos deberán participar de un FORO ACADEMICO donde se reflexionará sobre algún tema del contenido de la clase.

También, con el objetivo de crear vínculos entre los diferentes participantes se realizará un FORO DE ENCUENTRO/ FORO CAFÉ destinado al intercambio informal abierto permanentemente a lo largo del curso. Es un espacio que puede utilizarse para que los actores puedan dialogar de cuestiones no académicas y “acortar” distancias.

Por último, se utilizará la mensajería o correo interno para comunicarle a los alumnos la información importante relacionada con el curso y para que ellos consulten sobre las dudas que le surjan durante el curso.

