



Dirección de Posgrado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Av. Belgrano (S) 1912, G4200ABT Santiago del Estero - Argentina - Tel/Fax +54-385-4509550 - e-mail: posgradocsforestales@gmail.com - Web: <https://fcf.unse.edu.ar>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

CURSO DE POSGRADO:

**MITOS Y DOGMAS DE LOS AGENTES DE
BIOCONTROL EN LAS ENFERMEDADES**

PROFESOR RESPONSABLE:

DRA. CECILIA MONACO

Colaboradora:

Dra. Marina Stocco

Abril 2024

Nombre del Curso: MITOS Y DOGMAS DE LOS AGENTES DE BIOCONTROL EN LAS ENFERMEDADES

Profesor Responsable: DRA. CECILIA MÓNACO

Profesores Colaboradores: DRA. MARINA STOCCO

Carga Horaria: 40h

Fecha: Abril 2024

Horario: 9 a 13 h

Modalidad: Híbrido

1. Marco conceptual e importancia actual / Fundamento

Se considera que en la actualidad el Control Biológico de las enfermedades de plantas ha tomado una trascendental importancia. Esto es debido a que los efectos sobre la salud de aplicadores y consumidores. La contaminación de los recursos ambientales como agua, suelo y atmósfera; la generación de poblaciones de patógenos resistentes a los principios activos utilizados y la falta de un control eficiente que provocan el uso indiscriminado de productos químicos, como herbicidas y plaguicidas en general, 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 uso de Biocontroladores 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 biocontroladores dentro de una agricultura sustentable.

Este curso ofrece herramientas teórico-prácticas para Ingenieros agrónomos, Ing. Forestales, biólogos, ecólogos y estudiantes de grado de las carreras de biología, Agronomía y Ciencias Forestales. Como así también, asesores y consultores de empresas relacionadas al agro que deseen conocer los principios del manejo biológico de las enfermedades de las plantas.

2. Objetivos

Objetivo General

- Comprender las posibilidades del uso de biocontroladores, en especial de *Trichoderma* spp. para un manejo sustentable de las enfermedades de las plantas.

Objetivos Específicos

- Desarrollar habilidades y destrezas en el diagnóstico práctico de enfermedades. ➤ Adquirir habilidades para valorar su importancia epidemiológica en un contexto productivo.
- Implementar los conocimientos teóricos y prácticos en el desarrollo de estrategias de Control Biológico.
- Comprender los principales mecanismos de acción de *Trichoderma* spp. como agente de biocontrol
- Desarrollar juicio crítico sobre el uso de prácticas amigables con el ambiente integradas al manejo de las enfermedades.

3. Contenidos

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

Parte teórica:

- 1.1- Ciclo de la enfermedad. Etapas de la patogénesis. Enfermedades monocíclicas policíclicas.
- 1.2- Epidemiología. Control de enfermedades de plantas. Tipos de Control y diferentes estrategias.
- 1.3- Evolución del concepto de Control. Desde las aplicaciones indiscriminadas a la Producción Integrada.
- 1.4- Problemática del Control Químico.

Parte Práctica- Trabajo Autónomo:

Reconocimiento de síntomas y signos de diferentes enfermedades de importancia agronómica. Análisis de ciclos de enfermedades. Manejo y control. Casos epidemiológicos.

Estas actividades deberán ser realizadas en el marco de trabajos autónomos con tutoría de las docentes para luego debatir los resultados en el foro correspondiente del campus virtual.

Unidad 2: Manejo Integrado de Enfermedades. Control biológico.

Parte teórica:

- 2.1- Conceptos de Manejo
- 2.2- Manejo integrado de enfermedades
- 2.3- Definiciones y conceptos del control biológico.
- 2.4- Características de un agente biocontrolador.
- 2.5- Mecanismos de acción involucrados en el control biológico.
- 2.6- Mecanismos directos e indirectos.
- 2.7- Reducción de la virulencia del patógeno, parasitismo, competencia, inducción de resistencia. Ejemplos.

Parte Práctica- Trabajo Autónomo:

Obtención de Agentes de Control Biológico. a) Aislamiento de antagonistas. De dónde aislar. Aislamientos de suelo. Aislamientos de la rizosfera y rizoplasma. Aislamiento de la flora epifítica y endofítica. b) Selección de los antagonistas. Selección in vitro e in vivo.

Estas actividades deberán ser realizadas en el marco de trabajos autónomos con tutoría de las docentes para luego debatir los resultados en el foro correspondiente del campus virtual.

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

Parte teórica

- 3.1 Presentación de *Trichoderma harzianum*, ecología y fisiología.
- 3.2 Caracterización morfológica
- 3.3 Caracterización molecular. ¿Cómo las identifico?

Trabajo Práctico: Situación Problema 1.- Control biológico de un marchitamiento. Objetivos:

Aislamiento de microorganismos capaces de inhibir el crecimiento del hongo causante de la enfermedad

Estas actividades deberán ser realizadas en el marco de trabajos autónomos con tutoría de las docentes para luego debatir los resultados en el foro correspondiente del campus virtual.

Unidad 4. Selección biocontroladores.

Parte teórica:

4.1- Selección *in vitro*, *in vivo* y combinada.

4.2- Introducción de los agentes de control biológico en el agroecosistema: i) Como polvo mojable; ii) Adherido a las semillas; iii) como suspensión de esporas en la parte aérea de las plantas.

Trabajo Práctico: Situación Problema 2.- Control biológico de manchas foliares en cultivos de importancia económica con cepas de *Trichoderma* sp. Objetivo: Aislamiento de microorganismos de la rizosfera, rizoplasma y endófitos capaces de controlar enfermedades en plantas de interés económico.

Unidad 5: Integración de conceptos.

Elaboración de Informe Final. Presentación y explicación.

Los estudiantes deberán elaborar un informe con la resolución de todos los Trabajos prácticos autónomos, durante un encuentro sincrónico con las docentes en donde cada estudiante o grupo deberá defender lo que ha realizado, mediante una presentación y explicación.

4. Evaluación

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.

5. Bibliografía

Unidad 1

-Agrios, GN. (2005). Plant Pathology. Academic Press. 920 pp. (Fifth Edition). -Cook, R. and Baker, K. (1983). The Nature and Practice of biological Control of Plant Pathogens. Ann. Phytopathol Soc. St. Paul, Minnesota, 539 pp.

-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.

-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 / - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-987-3738-30-Rica. 467 p.

Unidad 2

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

-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.- -.Cotes A. M. (Ed.). (2018). Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros (Vol. 1). Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia) -.Harman, G. E. (2000). Myths and dogmas of biocontrol – changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Dis. 84, 377–393.

-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. Eds. Sarandón S; Flores C

Unidad 3

-Bissett, J, W Gams, W Jaklitsch, y G J. Samuels(2015). «Accepted *Trichoderma* Names in the Year 2015». *IMA Fungus* 6, n.º 2: 263-95.

-Cai, F & I S. Druzhinina (2021). In Honor of John Bissett: Authoritative Guidelines on Molecular Identification of *Trichoderma*. *Fungal Diversity* 107, n.º 1: 1-69.

-Chulze, S. (2023). Agentes de control biológico de origen microbiano para reducir el impacto de hongos patógenos y toxicogénicos. *Revista Argentina de Microbiología*. En prensa. -.Gupta V G., M Schmoll, A Herrera-Estrella, R. S. Upadhyay, IDruzhinina, M Tuohy (Editors). (2014) *Biotechnology and Biology of Trichoderma*. 1st Edición Elsiers

-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.

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

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

-.Rajesh R. Waghunde, R.; Shelake, R. and Sabalpara, A. (2016) *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment . *African Journal of Agricultural Research*. 11 (22): 1952-1965-.

Unidad 4

--Amerio, N.; Castrillo, M.; Bich, G.; Zapata, P. & Villalba, L 2020. *Trichoderma* en la Argentina. Estado del arte. *Ecologia Austral* 30, 113-124

-Guzmán-Guzmán, P, A Kumar, S De Los Santos-Villalobos, F I. Parra-Cota, M. D C Orozco Mosqueda, A Fadji, S Hyder, O Oluranti Babalola & G Santoyo. 2023. *Trichoderma* Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases—A Review. *Plants* 12, n.º 3 (17 de enero de): 432.

-.Hidangmayum, A. and Padmanabh D. 2018. Plant Responses to *Trichoderma* spp. and their Tolerance to Abiotic Stresses: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(1): 758-766

-.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.

- Kubiak, A, A Wolna-Maruwka, A A. Pilarska, A Niewiadomska, & Piotrowska-Cyplik. 2023. Fungi of the

Trichoderma Genus: Future Perspectives of Benefits in Sustainable Agriculture. *Applied Sciences* 13, n.º 11: 6434.

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

-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. -Solanki, P.; Srivathsa, N. Beneficial and Harmful Aspects of *Trichoderma* : A Review. 2017. *IJSRST* : 3 (6) Print ISSN: 2395-6011 | Online ISSN: 2395-602X

-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.

- Stocco, M., C. Mónaco, C. Abramoff, G. Lampugnani, G. Salerno, N. Kripelz, C. Cordo & V.F. Consolo. (2016). Selection and characterization of Argentine isolates of *Trichoderma harzianum* for effective biocontrol of Septoria leaf blotch of wheat. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 49, 2-10.

-Tyśkiewicz, R, A Nowak, E Ozimek, & J Jaroszuk-Ścisel. (2022). *Trichoderma*: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. *International Journal of Molecular Sciences* 23, n.º 4: 2329.

-Woo, S.; , Ruocco, M.; , Vinale, F.; , Nigro, M.; , Marra, R.; Lombardi, N.; Pascale.A. ; Lanzuise, S.; Manganiello, G. and Lorito, M. 2014. *Trichoderma*-based Products and their Widespread Use in Agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8, (Suppl-1, M4) 71-126

Sitios de interés:

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

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

<http://isth.tucim.com/index.php>

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

6. Estrategias de enseñanza (obligatorio p/ educación a distancia o con estrategias de hibridación)

El curso será totalmente virtual, utilizando el aula virtual a través de Moodle. El aula virtual es un espacio específico de aprendizaje eficaz y eficiente diseñado con el objetivo de facilitar la docencia y el aprendizaje por medio de la interacción con los materiales didácticos y con los distintos miembros implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con relación al aprendizaje, se facilitará al estudiante:

- Clases en videos grabados, presentaciones, tareas, portafolio de actividades individuales y grupales, bibliografía de consulta.
- Contacto con el resto de los compañeros del curso, profesores, tutores y estudiantes, a través de foros de consultas y mensajería interna del campus.
- Realización de tareas de trabajo individual y en grupo que favorezcan el aprendizaje. • Se programarán clases sincrónicas online con las docentes

El estudiante tendrá acceso a su aula virtual las 24 horas durante la duración del curso.

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.

Se desarrollarán clases sincrónicas y asincrónicas. Siendo el número de horas sincrónicas de 15 y asincrónicas 25. El curso se desarrollará en 1 semana.

Cronograma

FECHA	TEMAS	ACTIVIDADES	
		Mañana	Tarde
1° día	Enfermedad, signo y síntoma Patogénesis	Teórico (sincrónico)	Resolución de problemas (asincrónico)
2 día	Ciclos de las enfermedades. Epidemiología	Presentación de los resultados de los problemas del día anterior Teórico (sincrónico)	Resolución de las actividades prácticas (asincrónico)
3 día	Manejo Integrado de Enfermedades	Puesta en común de la resolución de las actividades prácticas relacionadas con Patogénesis y ciclo de enfermedades. (Teórico, sincrónico)	Resolución de la actividad asignada (asincrónico)

4° dia	Control biológico. Bioinsumos.	Puesta en común de las actividades realizadas. Teórico (sincrónico)	Resolución de actividad practica (asincrónico)
5 dia	<i>Trichoderma</i> spp.	Estudio de casos Teórico (sincrónico)	Actividad sobre biocontrol (asincrónico)