

308

	UNIVERSIDAD DE CALDAS	
	FORMATO PARA CREACIÓN – MODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	
	CÓDIGO: R-2680-P-DC-774	VERSIÓN: 2

PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

I. IDENTIFICACIÓN

Facultad que ofrece la Actividad Académica:	Ciencias Agropecuarias		
Departamento que ofrece la Actividad Académica:	Salud animal		
Nombre de la Actividad Académica:	Electiva de Profundización – Fisiología Vegetal		
Código de la Actividad Académica:	82G4F		
Versión del Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA):	2		
Acta y fecha del Consejo de Facultad para: aprobación __X__ modificación ____	Acta No. 35 del 22 de septiembre de 2025		
Programas a los que se le ofrece la Actividad Académica (incluye el componente de formación al cual pertenece):	Doctorado en Ciencias Agrarias Maestría en Sist de Producción Maestría en Ciencias Veterinarias Doctorado en Ciencias Veterinarias		
Actividad Académica abierta a la comunidad:	Si __X__ No __		
Tipo de actividad: Teórica ____ Teórico - Práctica __X__ Práctica ____			
Horas teóricas (T):	32	Horas prácticas (P):	32
Horas presenciales (T + P):	64	Horas no presenciales (NP):	12
Horas presenciales del docente:	64	Relación Presencial/No presencial:	1:2
Horas inasistencia con las que se reprueba:	10	Cupo máximo de estudiantes:	3
Habitable (Si o No):	No	Nota aprobatoria:	3.5
Créditos que otorga:	4	Duración en semanas:	16
Requisitos: En el Doctorado en Ciencias Agrarias: Filosofía de la Ciencia (41G4F), Tópicos avanzados en Ciencias, Enfoques y Tendencias en Investigación Agraria (43G4F) y Examen de candidatura (130G4F). En la Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria: Seminario Investigativo I (32G4F), Electiva de Fundamentación Teórica I y II, y Filosofía de la Ciencia (322G5E)			

II. JUSTIFICACIÓN:

Las Electivas de Profundización I, II y III son asignaturas que se desarrollan paralelamente con la ejecución de la tesis doctoral, y por tanto se cursan en secuencia, una vez se aprueben las asignaturas: Filosofía de la Ciencia, Tópicos Avanzados en Ciencias, Enfoques y Tendencias en Investigación Agraria y Examen de Candidatura, o sea sus pre-requisitos. Cada Electiva es una actividad académica valorada en cuatro créditos académicos, con una relación de una hora presencial por cada dos horas de trabajo independiente (64:128 para un total de 192 horas). Se proponen como actividades totalmente flexibles en las cuales, de una oferta amplia en temas clave para el desarrollo de las diferentes tesis doctorales en ejecución, el estudiante, con el aval de su comité tutorial, elige e inscribe formalmente tres de ellos; cada tema elegido debe ser el resultado del análisis de las principales necesidades teóricas y metodológicas que surjan en el desarrollo y ejecución de la tesis doctoral.

Cada Electiva de cuatro créditos es orientada y coordinada por un docente del Programa, quien propiciará una dinámica de revisión crítica en torno a los temas considerados en cada una de las tres asignaturas. En todos los casos el docente orientador será un experto en el tema, con trayectoria e idoneidad reconocidas. Los contenidos seleccionados en cada caso deben cubrir con suficiencia las necesidades de complementación teórica o metodológica del estudiante, con miras a desarrollar una tesis doctoral de la más alta calidad.

Las asignaturas Electivas de Profundización I, II y III permiten al estudiante revisar aquellos aspectos teóricos y metodológicos que demanda la ejecución de la tesis doctoral, con el fin de garantizar su efectivo y oportuno avance. De lo anterior se deriva, como consecuencia lógica, que los contenidos de ellas sean de la mayor pertinencia y actualidad. De otro lado, las tres asignaturas aportan al plan de trabajo espacios determinantes para el desarrollo de competencias fundamentales para un investigador de alto nivel. El estudiante se ejercita en actividades fundamentales del proceso de investigación, en particular en las que tienen que ver con la revisión de los componentes más avanzados del marco teórico y del marco metodológico de sus tesis.

III. OBJETIVOS:

General:

Estudiar las comunidades biológicas del suelo, sus funciones, metabolismo, y relaciones con los ecosistemas y agroecosistemas, así como las posibilidades de intervención a través de herramientas biotecnológicas y moleculares. Comprender el ciclaje de los elementos mediado por estos organismos y su impacto ecosistémico.

Objetivos específicos:

- Integrar conceptos del suelo desde un enfoque sistémico para su estudio integral.
- Identificar los principales grupos microbianos del suelo y sus rutas metabólicas.
- Reconocer la rizosfera como una interfase estratégica en la dinámica del suelo.
- Comprender y aplicar técnicas moleculares en el estudio de comunidades del suelo.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA):

RA 1. Analiza el suelo como un sistema viviente desde un enfoque holístico, reconociendo su complejidad, propiedades emergentes y servicios ecosistémicos.

RA 2. Identifica y explica las funciones de los organismos del suelo, sus rutas metabólicas y su rol en el ciclaje de nutrientes.

RA 3. Aplica herramientas moleculares y biotecnológicas para el estudio de comunidades microbianas y su uso en la rehabilitación y manejo sostenible de suelos.

IV. CONTENIDO:

Unidad 1. EL SUELO COMO SISTEMA VIVIENTE

- Conceptos sobre pensamiento sistémico y su aplicación en el suelo.
- La Teoría de los sistemas vivos
- Procesos de formación de suelo y sus propiedades bajo un enfoque sistémico.
- Las propiedades emergentes como expresión de complejidad: Fertilidad, resiliencia, calidad, salud y sostenibilidad.
- Los servicios ambientales que presta el suelo, ligados a su complejidad.

Unidad 2. LOS ORGANISMOS DEL SUELO

- Macro y microorganismos en el suelo. Grupos funcionales.
- Las interacciones macro-microorganismos como responsables del continuum entre lo orgánico y lo inorgánico.
- Práctica de Laboratorio N° 1
- Dinámica de descomposición de residuos orgánicos sólidos.
- Práctica de Laboratorio N° 2
- Una aproximación al proceso de formación de bioestructura por actividad microbiana.
- Práctica de Laboratorio N° 3
- Muestreo de microorganismos y su actividad en el suelo.

Unidad 3. METABOLISMO EN EL SUELO

- Cómo obtienen, gastan y conservan su energía los organismos del suelo.
- Significado del metabolismo en las propiedades y atributos sistémicos del suelo.
- Entornos para el metabolismo. El cometabolismo.

Unidad 4. LA RIZOSFERA: INTERFASE MULTI ESTRATÉGICA

- Las interfases como estrategia de comunicación y conservación en los ecosistemas.
- Relaciones ecofisiológicas en la rizosfera.
- Práctica de Laboratorio N°4
- Estimación de efecto rizosférico.
- Observación de actividades antagónicas entre microorganismos.

Unidad 5. MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

- Ciclaje de la materia orgánica y disponibilidad de nutrientes. Materia orgánica y ciclaje de elementos constitutivos de la vida.
- Gasto y captura de Carbono en los ecosistemas y agroecosistemas.
- Evaluación escrita de conceptos.
- Práctica de Laboratorio N° 5
- Evaluación de la actividad biológica mediante CO₂

Unidad 6. NITRÓGENO Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

- Ciclaje de Nitrógeno
- N₂ como reservorio de N y estrategias para su captura, a través de procesos de fijación biológica.
- Práctica de Laboratorio N° 6
- Fijación biológica del nitrógeno atmosférico (simbiótica y asimbiótica),
- Procesos de liberación y pérdida de N en los sistemas: Amonificación, Nitrificación, Desnitrificación.

Unidad 7. FÓSFORO Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

- Ciclaje de Fósforo, fraccionamiento de Fósforo y actividad microbiana.
- Estrategias para el uso eficiente del fósforo en los ecosistemas y agroecosistemas.
- Práctica de Laboratorio N° 7
- Determinación de presencia de micorrizas en diferentes especies vegetales.

Unidad 8. AZUFRE Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

- Ciclaje del Azufre.
- Práctica de Laboratorio N° 8
- Procesos de biorremediación en suelos y aguas.

Unidad 9. ELEMENTOS MENORES, METALES PESADOS Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

- Ciclaje de materia orgánica como proveedora de elementos menores.
- Estrategias para disponibilidad de elementos menores en ecosistemas y agroecosistemas.

Unidad 10. INTRODUCCIÓN A TÉCNICAS MOLECULARES EN LOS ESTUDIOS DE BIOLOGÍA DEL SUELO

- Historia de la Biología Molecular hasta estructura del ADN (2 horas)
- Dogma central de la Biología Molecular (4 horas)
- Enzimas de restricción, modificación, vectores y hospederos (4 horas)
- Técnicas moleculares aplicadas al suelo (6 horas).
- Práctica de Laboratorio N° 9.
- La biota del suelo como indicadora de contaminación y recursos para descontaminación.

Unidad 11. BIOTECNOLOGÍA DE SUELOS.

- Potencialidades y usos de los organismos del suelo con fines de biorremediación, rehabilitación de suelos degradados, incrementos en productividad de los agroecosistemas y conservación de los ecosistemas.
- Práctica de Campo N° 2
- Visita de campo. Fecha tentativa lunes 30 de mayo.

Unidad 12. SEMINARIOS

V. **METODOLOGÍA:**

Cada Electiva de Profundización se desarrollará preferiblemente bajo la modalidad de seminario investigativo alemán; con este fin, el docente orientador será el responsable de coordinar el adecuado cumplimiento de las siguientes actividades:

- Selección y entrega oportuna de mínimo 10 fuentes bibliográficas que servirán de base al estudiante para el desarrollo de los temas seleccionados. El estudiante debe analizar de manera crítica, aumentar y sintetizar por escrito el contenido de esta base documental.

- Orientación oportuna sobre el contenido, estructura y condiciones de la síntesis escrita que debe generar el estudiante como resultado del análisis de la bibliografía recomendada.
- Presentación de su propia síntesis sobre la temática tratada.
- Orientación permanente al estudiante durante el desarrollo del seminario.
- Confrontación final con los estudiantes, previa revisión y valoración de la síntesis escrita de cada estudiante. Esta confrontación tendrá como elementos sustantivos el contenido de síntesis del docente orientador, la síntesis escrita del estudiante, y una breve presentación oral del estudiante para fijar su posición frente al tema.
- Evaluación del desempeño del estudiante durante toda la actividad, considerando cada uno de los componentes señalados anteriormente.

VI. CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN:

La evaluación será un proceso constante, formativo y dirigido a identificar los resultados de aprendizaje. Integrará todos los tópicos revisados durante el curso como participación en clase, realización de talleres, presentación de artículos científicos, desarrollo de actividades presenciales y remotas, pruebas escritas y socialización de propuestas de forma oral (seminarios). Las estrategias y porcentajes de evaluación serán acordadas con el Profesor responsable durante la presentación de la asignatura. La nota mínima aprobatoria será de 3,5.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ABBOTT, L.K and MURPHY D.V. (2007). Soil Biological Fertility - A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer. 263p.
2. ALBIACH, V., M. R. (1997). Estudio de varios índices de actividad biológica del suelo en relación a diferentes aportaciones de enmiendas orgánicas. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, Facultad de Ciencias Biológicas. 194p.
3. ALEXANDER, M. (1994). Introducción a la microbiología del suelo. Traducido por Peña C., J. J. Libros y Editoriales S.A. México. 491p.
4. ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; RAMOS, D. P. (1999). Matéria orgânica e Pedogênese, p. 92-115. En: SANTOS, G. D. A.; CAMARGO, F. A. de O. (editores) Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo. Ecosistemas Tropicais & Subtropicais. Porto Alegre, Brasil: Génesis, 489p.
5. BAYER, C. e MIELNICZUK, J. (1999). Dinâmica e função da matéria orgânica, pp 9-26. En: SANTOS, G. D. A.; CAMARGO, F. A. de O. (Editores) Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo. Ecosistemas Tropicais & Subtropicais. Porto Alegre, Brasil: Génesis, 489p.
6. BLUM, U.; AUSTIN, M. F. and SHAFER, S. R. (1999). The fates and effects of phenolic acids in a plant-microbial-soil model system. En: "Recent Advances in Allelopathy. Volume I: A Science for the Future", F. A. Macias, J. C. G. Galindo, J. M. G. Molinillo y H. G. Cutler Eds., Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, España, 159-166.
7. BONILLA, C. R.; GÓMEZ, E. y SÁNCHEZ DE P., M. (2002). El suelo: Los organismos que lo habitan. Cuadernos Ambientales No. 5. Universidad Nacional de Colombia – Palmira y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – PRONATTA. Palmira. 18p.
8. BURBANO O., H. (2004). La piel de la tierra: Cinco reflexiones para valorar el recurso suelo. Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. Primera Edición. Impresos la Castellana. 176p.

9. BREEMEN, N. V., BUURMAN P. (1998). Soil Formation. Kluwer Academia Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 377p.
10. CAPRA, F. (2003a). La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Quinta edición, Anagrama, Colección Argumentos, Barcelona, 359p.
11. CAPRA, F. (2003b). Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medio-ambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Trad. Del inglés de David Sempau, Anagrama. 389p.
12. CARDOSO, E. J. B. N. y FREITAS, S. S. (1992). La rizósfera. Pp 41-57. En: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. & NEVES, M. C. (Coord.). Microbiologia do Solo. Sociedade Brasileira de la Ciencia do Solo. Campinas. 358p.
13. COYNE, M. S. (2000). Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo, Madrid. 416p.
14. GARCÍA, C.; GIL, F.; HERNÁNDEZ, T.; TRASAR, C. (2003). Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: Medida de actividades enzimáticas y biomasa microbiana. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 371p.
15. MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M. y PARKER, J. (1999). Brock. Biología de los microorganismos. Octava edición. Prentice, Madrid. 986p.
16. PANKHURST, C. E. (1997). Biodiversity of soil organisms as an indicator of soil health. Pp 297-323. En: PANKHURST, C. E.; DOUBE, S. M. and GUPTA L. V. S. R. CAB INTERNATIONAL. Biological Indicators of Soil Health. 451p.
17. SÁNCHEZ DE P., M. (2007). Las Endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali.
18. SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M. & ARAUJO, R. S. (1994). Microorganismos e processos biológicos do solo. Perspectiva ambiental. EMBRAPA, Brasília. 142p.
19. TISDALL, J. M. and OADES, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science. 33: 141-163.
20. WARDLE, D. A. (1994). Métodos para quantificar a biomassa microbiana do solo. Manual de métodos empleados en estudios de microbiología agrícola. Brasília: EMBRAPA-SPI. Pp 480.

WEBGRAFÍA

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2023. La importancia de los suelos para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. <https://www.fao.org/soils/en>
2. World Bank. 2022. Soil Health and Agriculture: Key to Climate Action. <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/soil-health>
3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2021. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. <https://www.gob.mx/inifap>
4. Soil Health Institute. 2023. Building Soil Health for a Thriving Agricultural Future. <https://www.soilhealthinstitute.org>
5. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). 2020. Impacto de la biología del suelo en la sostenibilidad de la agricultura. <https://www.csic.es>
6. Environmental Protection Agency (EPA). 2022. Soil and Land Health. <https://www.epa.gov/soils>

7. International Union of Soil Sciences (IUSS). 2023. Soil, Sustainable Agriculture and Food Security. <https://www.iuss.org>
8. ScienceDirect. 2023. Research articles on soil microbiology and health. <https://www.sciencedirect.com/journal/soil-biology-and-biochemistry>
9. United Nations Environment Programme (UNEP). 2021. Healthy Soils, Healthy Life: The Role of Soil in Climate Change Mitigation. <https://www.unep.org/resources/report/healthy-soils>
10. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2023. Microbial Activity in Soil Health and Fertility. <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-soil-science-and-plant-nutrition>