

Curso Taller Impactos del Cambio de Uso del Suelo, amenazas a sus servicios ecosistémicos: métodos para la evaluación

Docentes responsables: Dras. Sophie Cornu, Ofelia Gutiérrez
Docentes colaboradores: Dr. Daniel Panario y MSc. Patricia Gallardo

Curso teórico: 6 horas (modalidad presencial-híbrida)
Créditos: 1 (Posgrado en Ciencias Ambientales)
Unidad Biofísica para estudiantes PECA y en el plan de optativas para estudiantes MACA
Horario: Lunes 29/09 y Lunes 06/10 (horarios a definir) y (a definir) presentación y defensa de trabajos

INTRODUCCIÓN:

El suelo es un componente clave de los ecosistemas terrestres y su funcionamiento contribuye directamente a múltiples servicios ecosistémicos (SE) esenciales. Comprender la evolución de los suelos y las formas del relieve implica reconocer que no existe una única trayectoria de desarrollo, sino múltiples caminos posibles —algunos persistentes, otros raros o transitorios—, que dependen de factores naturales y antrópicos. La pedología y la geomorfología del suelo están avanzando hacia la identificación de estas trayectorias y sus condiciones de aparición, permanencia o desaparición. En este contexto, la expansión de la agricultura ha transformado profundamente los procesos de formación del suelo. Hoy, más del 50 % de las tierras potencialmente aptas están bajo uso agrícola, y aunque se conocen bien los procesos de degradación individuales, falta una teoría unificada sobre cómo los suelos se desarrollan y transforman bajo uso agrícola intensivo.

Este vacío se aborda con la introducción del concepto de agropedogénesis, como parte de una teoría más amplia llamada antropedogénesis, en la que el ser humano se considera el sexto factor formador del suelo. A diferencia de la pedogénesis natural, que genera diversidad en las propiedades del suelo, la agropedogénesis tiende a homogeneizar esas propiedades, guiada por la optimización de una sola función: la producción agrícola.

Este proceso dirige los suelos hacia un estado cuasi-estacionario, caracterizado por un conjunto limitado de propiedades —denominadas propiedades maestras—, como la densidad aparente, la materia orgánica, el pH, la relación C/N, la biomasa microbiana y la profundidad del suelo. Estas propiedades actúan como atractores, hacia los cuales el suelo evoluciona de forma predecible bajo manejo agrícola intensivo.

Comprender y modelar estos atractores dentro de un espacio multidimensional permite:

- Diagnosticar etapas de degradación,
- Prever trayectorias futuras del suelo,
- Diseñar estrategias de manejo sostenible para mitigar la degradación.

En suma, integrar los conocimientos sobre evolución natural del suelo, servicios ecosistémicos y agropedogénesis es clave para formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos del uso sostenible del suelo en un contexto de cambio global.

OBJETIVOS:

El curso pretende introducir al estudiante conceptos y métodos de evaluación del impacto de las actividades humanas sobre los suelos y sus servicios ecosistémicos (SE).

- ✓ Familiarizarse con herramientas y técnicas para el estudio del impacto de las prácticas agrícolas sobre propiedades lábiles e intrínsecas de los suelos.
- ✓ Conocer grupos de indicadores de SE en suelos.
- ✓ Conocer las amenazas y umbrales para poder relacionarlos.
- ✓ Comprender los mapas de servicios ecosistémicos del suelo agrupados.

CONTENIDO:

I. INTRODUCCIÓN Y PRINCIPALES CONCEPTOS

Zona crítica (definición, conceptos asociados).

Estructura del suelo: criterio clave para entender la química del suelo.

Cambio de uso del suelo y la evolución de las propiedades lábiles del suelo.

Agropedogénesis y la evolución de las propiedades intrínsecas del suelo.

II. EL SUELO COMO SISTEMA DINÁMICO: PROCESOS, PROPIEDADES Y TRAZADORES. CASOS DE ESTUDIO Y METODOLOGÍAS

Casos de estudio: minerales arcillosos, fases amorfas, silicio.

Ejemplos de proyectos en Uruguay: análisis de silicio y diferentes usos del suelo.

Modelos de pedogénesis.

Uso de trazadores isotópicos radiogénicos y cosmogénicos para evaluar la dinámica en la transferencia de minerales: ^{137}Cs , ^{10}Be , ^{267}Pb .

Seminarios de discusión 1.

III. CARTOGRAFÍA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AMENAZAS AL SUELO: INDICADORES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Mapas de grupos de servicios ecosistémicos provistos por el suelo.

Mapas de grupos de amenazas al suelo.

Indicadores para evaluar servicios ecosistémicos y amenazas de los suelos.

Métodos y fuentes de datos para evaluar los indicadores.

Umbrales/thresholds.

Métodos para agrupar servicios ecosistémicos o amenazas. Ejemplos en Europa.

Seminarios de discusión 2.

MODALIDAD:

Dos instancias del curso se desarrollarán en formato presencial. Luego se proveerá a los estudiantes de materiales de lectura para desarrollar un seminario de discusión.

La estrategia de enseñanza constará de:

i) *Teóricos expositivos a cargo de la docente invitada Sophie Cornu:* Las clases serán dictadas en formato presencial desde Facultad de Ciencias. Se complementarán con proyección de material audiovisual, manejo de textos de apoyo y repartidos proporcionados por la cátedra. También

participará en estas clases la docente Patricia Gallardo, aportando ejemplos de casos de estudio en Uruguay.

ii) *Seminarios-taller de discusión*: Se entregarán artículos científicos vinculados con la temática, que serán analizados individualmente o en grupos pequeños, y cuyo análisis crítico deberá ser presentado en forma oral, culminando con preguntas y discusión sobre cada presentación.

iii) *Trabajos de aprobación*: se requiere un pequeño informe escrito con pautas a explicar durante el curso. La fecha de entrega será posterior a la finalización del curso (será coordinada durante el curso).

OPCIÓN FORMATO HÍBRIDO: Las instancias del curso (i y ii) pueden seguirse para estudiantes que no residan en Montevideo (o estén en el exterior) por plataforma Zoom (formato híbrido).

NOTA: Será dictado en modalidad híbrida a demanda de la existencia de estudiantes no residentes en Montevideo (contactar al correo unciep@fcien.edu.uy una vez realice su inscripción).

ASISTENCIA Y EVALUACIÓN:

Ganancia del curso: Las instancias presenciales se desarrollarán en Facultad de Ciencias, y se requiere asistencia a las dos clases y aprobación de los seminarios propuestos durante el curso.

Aprobación del curso: Informe escrito cuyo contenido será evaluado de acuerdo a pautas dadas en el curso.

BIBLIOGRAFÍA:

Bouma, J., Varallyay, G., Batjes, N. (1998). Principal land use changes anticipated in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 67:103-119. Doi:10.1016/S0167-8809(97)00109-6.

Bouma, J. (2020). Contributing pedological expertise towards achieving the United Nations Sustainable Development Goals. *Geoderma* 375:114508. Doi:10.1016/j.geoderma.2020.114508.

Kuzyakov, Y., Zamanian, K. (2019). Reviews and syntheses: Agropedogenesis – humankind as the sixth soil-forming factor and attractors of agricultural soil degradation, *Biogeosciences*, 16:4783–4803. Doi:10.5194/bg-16-4783-2019.

Phillips, J. (1998). On the relations between complex systems and the factorial model of soil formation (with Discussion). *Geoderma* 86(1):1-21. Doi:10.1016/S0016-7061(98)00054-8.

Phillips, J. (2006). Deterministic chaos and historical geomorphology: A review and look forward. *Geomorphology* 76:109-121. Doi:10.1016/j.geomorph.2005.10.004.

Phillips, J. (2017). Soil Complexity and Pedogenesis. *Soil Science* 182(4):117-127. Doi:10.1097/SS.0000000000000204.

Phillips, J. (2019). Evolutionary Pathways in Soil-Geomorphic Systems. *Soil Science* 184, 1–12. Doi:10.1097/SS.0000000000000246. Doi:10.5194/soil-2021-133

Wilkinson, B. (2005). Wilkinson BH. Humans as geologic agents: a deep-time perspective. *Geology* 33(3):161-4. Doi:10.1130/G21108.1.