

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS
BACHILLERATO Y LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN AGRONOMÍA (070215)
 CARRERA ACREDITADA POR SINAES, MEDIANTE ACUERDO ACUEDO-CNA-125-2019, A PARTIR DEL 23 DE ABRIL DE 2019 HASTA EL 23 DE ABRIL DE 2023

I. IDENTIFICACIÓN

| | |
|------------------------------|--|
| Nombre del curso | SUELOS Y CALIDAD AMBIENTAL |
| CÓDIGO | CAF-455 O |
| NRC | 52074 |
| NATURALEZA | Teórico-práctico (laboratorio) |
| TIPO DE CURSO | Optativo |
| CICLO LECTIVO | II ciclo 2022 |
| NIVEL | Bachillerato |
| MODALIDAD | Presencial 17 semanas |
| INICIO DE LECCIONES | 08 de agosto al 19 de noviembre 2022 |
| CONCLUSIÓN DE LECCIONES | |
| CREDITOS | 3 |
| HORAS TOTALES | 8 |
| HORAS TEORÍA | 3 |
| HORAS PRÁCTICA | 2 |
| HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE | 3 |
| HORAS DOCENTE | 5 |
| HORARIO DE CLASE | Miércoles 8 a 13:00 |
| REQUISITOS | - |
| PROFESOR | M.Sc. Fernando Mojica Betancourt |
| CORREO ELECTRÓNICO | fermojica@gmail.com |
| PAGINA WEB | www.fermojica.com |
| CELULAR | 8381-4680 |
| HORARIO ATENCIÓN ESTUDIANTES | Martes 13:00 – 14:00 |

En esta Universidad nos comprometemos a prevenir, investigar y sancionar el hostigamiento sexual entendido como toda conducta o comportamiento físico, verbal, no verbal escrito, expreso o implícito, de connotación sexual, no deseado o molesto para quien o quienes lo reciben, reiterado o aislado. Si usted está siendo víctima de hostigamiento diríjase a la Fiscalía de Hostigamiento Sexual de la UNA o llame al teléfono: 2277-3961.

Normas para el control de la COVID-19

- i. Mantener el uso de la mascarilla en el aula***
- ii. Desinfectar las manos al entrar al aula.***
- iii. No ingerir alimentos en el aula.***
- iv. Receso de diez minutos por cada hora.***
- v. Distanciamiento de cada escritorio de 2 metros.***

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura proporcionará una formación integral sobre los procesos de contaminación y recuperación de suelos. El curso consta de dos partes, una primera en la cual se incluyen aspectos básicos sobre suelos, que le permitan al estudiante entender los procesos de formación del suelo y los principales factores que intervienen en los mismos. Además, ofrece los fundamentos teóricos y prácticos que hacen posible el caracterizar los suelos según sus propiedades físicas, químicas y biológicas; conocer su distribución geográfica; y los sistemas de clasificación taxonómica existentes. En la segunda parte del curso se desarrollan las temáticas fundamentales relacionadas con los procesos de contaminación y degradación de suelos; así como las técnicas más apropiadas de recuperación de los mismos.

El curso comprende clases teóricas, pero también tiene un fuerte fundamento práctico que incluye prácticas de laboratorio y giras de campo. Se incluyen las bases teóricas para la aplicación de diferentes técnicas de biorremediación. Adicionalmente, los estudiantes se tendrán que enfrentar a problemáticas reales mediante estudios de caso, en los cuales desarrollarán un estudio que incluye el diseño y formulación de un proyecto sobre biorremediación de suelos. El trabajo se realizará a lo largo del semestre, con la guía constante del profesor, y basado en los conocimientos adquiridos en el curso. Cada grupo deberá realizar una presentación y defensa de su proyecto al final del curso.

Al finalizar el curso, los estudiantes tendrán los conocimientos necesarios para entender los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en el suelo y que determinan el comportamiento de los agentes contaminantes dentro del mismo. Además, de conocer las principales técnicas de tratamiento y recuperación de suelos contaminados. Adicionalmente estarán en condiciones de evaluar un suelo para determinar su nivel de contaminación, interpretar los resultados obtenidos y llevar a cabo estudios detallados sobre esta problemática e implementar procesos de recuperación. También estarán capacitados para evaluar labores de control y minimización de fuentes contaminantes, así como de realizar intervenciones de restauración de suelos y aplicación de las normativas internacionales y estatales para su protección.

III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer los fundamentos químicos, físicos y biológicos de la Ciencia del Suelo con el fin de realizar un manejo más sostenible del mismo.
2. Identificar los diferentes tipos de contaminación en suelos, sus métodos de estudio y los principales tratamientos de recuperación, como base para el mantenimiento y/o mejoramiento de la calidad ambiental de cualquier ecosistema.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aprender a ver el suelo como un ente dinámico, en el que ocurren gran cantidad de procesos físicos, químicos y biológicos.
2. Desarrollar en el estudiante la capacidad metodológica básica para llevar a cabo los principales análisis que se requieren para entender los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en los mismos.
3. Conocer las propiedades del suelo que tienen influencia en la dinámica de contaminantes, así como sobre los constituyentes del suelo que son el soporte de dichas propiedades.
4. Despertar en los estudiantes el interés por el conocimiento/funcionamiento del suelo como cuerpo receptor/transmisor de la contaminación por medio de la adquisición de conocimientos básicos sobre la Ciencia del Suelo.
5. Desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis e interpretación de información de suelos contaminados que les permitan implementar programas de biorremediación.

V. CONTENIDOS

MÓDULO I. Conceptos básicos

La Ciencia del Suelo: Antecedentes, conceptos básicos. Formación del suelo: El perfil del suelo, la formación de los horizontes y factores que intervienen en la formación del suelo.

Características químicas del suelo: pH, acidez, intercambio catiónico, suelos salinos y sódicos, etc.

Propiedades físicas del suelo: humedad, textura, estructura, densidad aparente y de partículas, espacio aéreo, porosidad total, conductividad hidráulica, infiltración, color, agregados, consistencia, salinidad, erosión, profundidad efectiva, etc.

El suelo como un ente vivo: la materia orgánica y los organismos del suelo, acción de los microorganismos del suelo, clasificación de la fauna edáfica, etc.

MÓDULO II. Propiedades del suelo relacionadas con la dinámica de los contaminantes

Degradación de los suelos y calidad ambiental.

Concepto de contaminación del suelo: desarrollo histórico, agentes contaminantes y su procedencia.

Procesos responsables de la redistribución y acumulación. El suelo como interface en los ecosistemas.

Funciones del suelo frente a la contaminación.

Influencias de las propiedades del suelo en la dinámica de contaminantes. Mecanismos de interacción del suelo con los agentes contaminantes. Carga crítica del suelo.

Focos de contaminación del suelo, contaminación química, contaminación bacteriológica.

Influencia de los procesos de meteorización, transporte y sedimentación en el riesgo de contaminación de suelos.

MÓDULO III. Principales fuentes de contaminación de suelos:

Principales contaminantes y fuentes de contaminación en los suelos: a) fitosanitarios: plaguicidas, fertilizantes sintéticos, abonos orgánicos. b) metales pesados. dinámica de metales pesados en suelos, factores que afectan su presencia y disponibilidad, legislación. c) actividades mineras: tipos de actividades. Impactos, restauración. d) lluvias ácidas: efectos sobre el suelo, concepto de carga crítica, programas de evaluación y seguimiento. e) La salinidad de los suelos como agente contaminante, f) hidrocarburos y residuos petrolizados, etc.

MÓDULO IV. Recuperación de suelos contaminados y estudios de caso Control, tratamiento y recuperación de suelos contaminados.

Muestreo y análisis de suelos contaminados: métodos de muestreo, almacenamiento de muestra, métodos de análisis. Tratamiento y recuperación de suelos contaminados: Técnicas físicas, químicas y biológicas, biorremediación *in situ*, biorremediación *ex situ*, etc. Planificación, implementación y seguimiento. Casos prácticos. Legislación sobre suelos contaminados: política de suelos contaminados en Europa, Estados Unidos y Costa Rica.

Elaboración de estudios de contaminación y ejemplos de proyectos de recuperación (casos prácticos)

Estudio preliminar, recopilación previa de información, trabajo de campo, análisis, interpretación de resultados, elaboración de informes y medidas de monitorización, planteamiento y análisis de alternativas. Casos prácticos: sobre recuperación de suelos contaminados por pesticidas, vertidos, actividades mineras, mareas negras, etc.

VI. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

El curso se encuentra orientado a la práctica, bajo el concepto de aprender haciendo, sin embargo, existe también una fuerte base teórica que se desarrolla mediante las clases teóricas semanales, apoyadas con medios audiovisuales tales como videos y equipo multimedia. En estas clases, se estimulará la participación de los estudiantes por medio de actividades grupales, asignación de lecturas y foros de discusión. Además, se usarán como herramientas didácticas para fomentar el interés en el curso, discusiones sobre puntos controversiales de aplicación de tecnologías de tratamiento de suelos contaminados.

Los estudiantes deberán realizar un trabajo individual y otro grupal (2/3 personas), tipo estudios de caso, en los que se enfrentarán con problemáticas reales, en los que deberán generar planteamientos para el desarrollo de proyectos de tratamiento y recuperación de suelos contaminados.

Las clases prácticas ayudarán a la mejor comprensión de la teoría y al contacto del alumno con el medio físico. Se realizarán giras en las que se podrá tener mayor contacto físico con los diferentes tipos de suelos de Costa Rica y áreas que presentan problemas de contaminación de suelos, siempre y cuando el medio de transporte sea asignado.

VI. EVALUACIÓN

La evaluación del curso se distribuye en una parte teórica (60%) y una parte práctica (40%). La parte teórica será evaluada mediante, un estudio de caso, dos trabajos individuales y la participación en clase. La parte práctica, incluye la asistencia a giras y prácticas. En los estudios de caso se realizará la evaluación del trabajo escrito y oral, al final del curso. También se anexa el formato que los estudiantes deben seguir a la hora de realizar el estudio de caso.

Correspondiente a las giras, si no se logran coordinar la evaluación será sustituida por una charla impartida por invitados relacionado a la temática del curso y además se deberá contestar un cuestionario, el cual contendrá preguntas abordados en la misma.

Los estudiantes deberán asistir a 5 actividades extracurriculares, las cuales deberán ser debidamente justificadas por medio de un resumen de no más de una página y comprobar su asistencia por medio de una fotografía y deberá ser entregada máximo 8 días después de la misma.

Detalle del sistema de evaluación

| Medio de evaluación | Porcentaje de la calificación final. |
|---|--------------------------------------|
| Estudio de caso: Trabajo escrito | 20 |
| Presentación y defensa oral | 15 |
| 1 trabajo Grupal (15 c/u) | 30 |
| Informes de Gira (10 % c/u) | 30 |
| Resumen: Participación en 5 actividades extracurriculares | 5 |
| Total | 100 |

Estudio de Caso

El estudio de caso debe incluir una introducción, objetivos, caracterización del sitio; plan de muestreo del suelo o condición contaminante, actividades a desarrollar, cronograma, tiempo de ejecución total del proyecto, y selección de las tecnologías y pasos a seguir para aplicarla a fin de lograr la remediación del sitio contaminado. Conclusiones. Citas bibliográficas: mínimo 10 en total y no más de dos citas de Internet, debe incluir libros y revistas científicas. El trabajo se realizará en grupos. Las indicaciones del formato para la realización serán entregadas por la profesora en las primeras semanas del curso. **Fecha de entrega del trabajo escrito: miércoles 2 de noviembre. Fecha de la defensa: miércoles 09 de noviembre.**

Trabajo individual

Consiste en que el estudiante, escogen 2 temas relacionados con el contenido del curso, y realiza una exposición oral ante sus compañeros. Puede ser presentación digital en Power Point. **Fecha de entrega y defensa: miércoles 26 de octubre.**

Reglamento del curso: Además del Reglamento de Normas Generales sobre el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional, este curso se registrará por los siguientes lineamientos:

1. **Prácticas y giras:** El estudiante debe cumplir con las fechas de entrega de trabajos e informes, por cada día de atraso en la entrega pierde un 10 % del porcentaje total (100%). Si el (la) estudiante no se presenta durante el día de su exposición (teoría o práctica), y no presenta la respectiva justificación, pierde el porcentaje asignado.
2. La **asistencia presencial** de los estudiantes es de carácter **obligatorio** en todas las clases de teoría, prácticas, gira y otras actividades académicas contempladas durante el período del curso (Art. 11, RGEA) por lo que el estudiante que se **ausente a tres** clases perderá el curso (la llegada 30 min tarde implica una ausencia), por ser un curso teórico-práctico. La Llegada de 15 min después de iniciada la clase se tomará como una llegada tardía; dos tardía implican una ausencia

En caso de que el (la) estudiante deba ausentarse a cualquiera de las sesiones teórico-práctico, deberá presentar su debida justificación por **escrito**, con las pruebas meritorias de su ausencia, en los próximos ocho días naturales. Cuando el motivo sea por salud se aceptará únicamente justificación extendida por la CCSS. Únicamente se repondrán exámenes parciales en caso de fuerza mayor, procediendo de igual manera que para el caso de ausencia a las sesiones teórico-práctico. Los exámenes cortos se realizarán durante los primeros quince minutos de iniciada cada sesión; no habrá posibilidad para su reposición.

3. Se considera plagio la reproducción parcial o total de documentos ajenos presentándolos como propios. En el caso que se compruebe el plagio por parte del estudiante, perderá el curso. Si reincide será suspendido de la carrera por un ciclo lectivo, y si la situación se repite una vez más, será expulsado de la Universidad”. Este artículo se aplicará en las diferentes actividades programadas en el curso, como las tareas, trabajos grupales, informe de gira y trabajo de investigación, si estos no cuentan con las respectivas citas bibliográficas y se presentan como elaboración propia (Art. 24, RGEA).
4. No se realizarán pruebas extraordinarias en aquellos cursos de naturaleza práctica, laboratorios, seminarios, talleres, así como en la práctica profesional supervisada, que requieren del desarrollo progresivo de habilidades, destrezas y aptitudes por parte de los estudiantes durante el ciclo lectivo. en los cursos que así lo determinen, se hará una única evaluación extraordinaria, en las fechas establecidas en el calendario universitario. (Art. 31, RGEA)
5. Los procedimientos de evaluación incluidos en el programa del curso sólo podrán ser modificadas por razones justificadas y por acuerdo entre el profesor y de los estudiantes, establecido al menos una semana antes de la aplicación del cambio en la evaluación (Art. 16, RGEA).
6. No se permite el uso de celular en la clase ni la ingesta de alimentos o bebidas durante las prácticas.

4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

| Semana | Fecha | Tema-Actividad | Observaciones |
|--------|--------------|---|--|
| 1 | 10 agosto | Entrega del Programa | Explicación del programa de clase y conformación de los grupos, además del grupo de WhatsApp |
| 2 | 17 agosto | La Ciencia del Suelo: conceptos básicos. Finca Santa Lucía Propiedades físicas del suelo | Toma de muestras de suelo: suelos contaminados. Textura y estructura del suelo Densidad aparente, densidad de partículas |
| 3 | 24 agosto | Características químicas del suelo. pH del suelo. CIC Efecto de las prácticas agrícolas en las propiedades físicas y químicas del suelo. | |
| 4 | 31 agosto | Gira a zona de Pacayas, Tierra Blanca. Factores de erosión y pérdida de calidad del suelo. | |
| 5 | 07 setiembre | Clasificación de suelos | Revisión de muestras de tipos de suelos |
| 6 | 14 setiembre | El suelo como un ente vivo: MO y diversidad de organismos del suelo | Observación de muestras |
| 7 | 21 setiembre | Estaciones Meteorológicas. | Ing. Katty Carvajal |
| 8 | 28 setiembre | Zonificación agrícola | Ing. Alban Rosales |
| 9 | 05 octubre | Conferencia: <i>Formulario E 1 y E 2 SETENA (MINAE)</i> Elaboración de estudios de contaminación de suelos y ejemplos de proyectos de recuperación (casos prácticos) | Ing. Igor Zúñiga |
| 10 | 12 octubre | Funciones Ecosistémicas de los Suelos. | Ing. Renato Jiménez |

| | | | |
|-----------|--------------|---|---|
| 11 | 19 octubre | Propiedades del suelo relacionadas con la dinámica de contaminantes. | Procedimiento para determinar presencia de metales pesados: contenido y disponibilidad. |
| 12 | 26 octubre | Trabajo individual | <ul style="list-style-type: none"> • Entrega y defensa. |
| 13 | 02 noviembre | Principales fuentes de contaminación de suelos: efecto de la contaminación en la Salud Control, tratamiento y recuperación de suelos contaminados Legislación y reglamentación nacional | <ul style="list-style-type: none"> • Entrega del trabajo escrito grupal. |
| 14 | 09 noviembre | Exposición Trabajo Grupal. | <ul style="list-style-type: none"> • Defensa trabajo grupal. |
| 15 | 16 noviembre | Gira. Aplicación de recuperación con desechos con el manejo de desechos. Lugar: Alajuela. Cultivo de piña | |
| 16 | 23 noviembre | Entrega de promedios. | Por vía correo electrónico. |
| | | | |

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La bibliografía actualizada por parte del repositorio de la Biblioteca de la Facultad de Tierra y Mar será entregada la semana del 16 de agosto.

OPAC

H 370

R454r

Jimenez Alvarez, Leticia, autora

Impacto de las estrategias de aprendizaje en educacion a distancia sobre el desempeño estudiantil en un curso introductorio de la ciencia del suelo [artículo de revista] / Leticia Jimenez-Alvarez, Natacha Fierro-Jaramillo, Pablo Quichimbo-Miguitama, Daniel Capa-Mora. En: Revista educare. --Volumen 25, numero 2 (Mayo-agosto 2021), paginas 1-16

Descarga: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/11950/21131>

631.4

W422n15

Weil, Ray R. 1948 autor

The nature and properties of soils /Ray R. Weil, Nyle C. Brady. -- Boston: Pearson, 2020.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

577.5

G197e

Gandullo Gutierrez, Jose Manuel, autor

Ecología vegetal. /Jose Manuel Gandullo, Alfredo Blanco. -- Madrid, Espana : Dextra editorial, [2019].

Se encuentra: Bib. Campus Pérez Zeledón

551.4

N935a

Novak, Viliam, 1942- , autor

Applied soil hydrology /by Viliam Novak Viliam, Hana Hlavacikova. -- Cham, Switzerland : Springer, 2019.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

631.4

P839e4

Porta, Jaume, autor

Edafología: uso y protección de suelos /Jaume Porta, Marta Lopez Acevedo, Rosa M. Poch. -- Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2019.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

TESIS 10453

Coto Brenes, Sofia, autora

Evaluación del impacto del manejo de fertilización convencional y orgánico del cultivo de pina (Ananas comosus) sobre la generacion de GEI, en ultisoles de la zona de Sarapiqui, Heredia, Costa Rica /Sofia Coto Brenes. -- Heredia, Costa Rica: S. Coto B., 2021.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

Descarga: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23366>

TESIS 10458

Ramírez Torre, Alina, autora

Priorización de áreas y lineamientos de manejo para la rehabilitación de la subcuenca del Río Reventado /Alina Ramírez Torre. -- Heredia, Costa Rica: A. Ramírez T., 2021.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

Descarga: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23046>

TESIS 9956

Rodríguez Z., J. Andrés, autor

Caracterización de la comunidad vegetal ante incendios forestales en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste /J. Andres Rodríguez Z. -- Heredia, Costa Rica: J. Andres R. Z. (**Disco compacto**)

Se encuentra: Bib. de Exactas y Naturales, Bib. Joaquín García Monge

TESIS 9461

Rico Urones, Alberto, autor

Evaluación de cinco tratamientos aplicados a las especies forestales utilizadas en la restauración de bosques de la estación experimental Forestal Horizontes, Guanacaste, Costa Rica /Alberto Rico Urones. -- Heredia, Costa Rica: A. Rico U., 2017.

Se encuentra: Biblioteca Tierra y Mar

REPOSITORIO

Años: 2019-2022

Aguirre Elizondo, R. C. (2021). Calidad de suelos y reservorios de carbono de los suelos asociados a dos manejos de piña (orgánico y convencional) y una zona de bosque secundario en La Virgen de Sarapiquí, Heredia. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/85516>

Alconada Magliano, M. M., & Lanfranco, J. W. (2020). Suelo en el paisaje: Parte II. Condiciones de abastecimiento. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/96774>

Arenas Velilla, P. (2019). Respiración y variables edafológicas en suelos de bosques mixtos y monoespecíficos de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y roble (*Quercus petraea*). <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/37682>

Arias Marín, P. (2019). Deformación inducida por carga cíclica en un suelo blando. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000792892

Barrantes Aguilar, L. E., González Estrada, A., Martínez Damián, M. Á., & Valdivia Alcalá, R. (2020). Modelos de regresión segmentada para estimar el tamaño óptimo de la parcela experimental con caña de azúcar <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1934>

Beatriz Gutiérrez, D. E. (2020). Evaluación del estado ecológico de diez quebradas ubicadas en Tarrazú, zona de Los Santos, San José, Costa Rica, mediante la ecología de náyades de Odonata (Insecta) y uso del suelo. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18361>

Calderón Mora, I. R., & Obando Contreras, C. R. (2022). Calidad de un suelo Mollisol cultivado con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sometido a tres tipos de manejo agronómico en la Finca Experimental de la Universidad Técnica Nacional en Cañas, Guanacaste. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86227>

Carpio Santamaría, F. A. (2020). Límites de servicio para túneles dovelados construidos en suelos blandos https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000804335

Castillo Fallas, J. C. (2021). Datación por ^{210}Pb y ^{137}Cs en suelos sedimentarios. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/84237>

Cuervo, M., Crespo, C., Carciochi, W., Bassi, L., & Barbieri, P. (2020). Efecto de los cultivos de cobertura en el corto plazo sobre indicadores de calidad edáfica. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10075>

Ferreri, N. A. (2020). Caracterización de la micobiota de suelos salino-sódicos de cangrejales de la Reserva Campos del Tuyú Prov. de Buenos Aires: Su potencial como fuente de enzimas de interés biotecnológico. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121954>

García Girón, J. D. (2020). Distribución espacial de la humedad del suelo y su relación con la cobertura vegetal en América Central, discrepancias dentro y fuera del Corredor Seco Centroamericano. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/81332>

Gutiérrez Núñez, N. L. (2020). Revolución verde en los suelos agrícolas de México: Ciencia, políticas públicas y agricultura del maíz, 1943-1961. <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAe142>

Hofhansl, F., Fuchslueger, L., Silla, F., Andersen, K., Buchs, D., Fiedler, K., . . . Wanek, W. (2020). Climatic and edaphic controls over tropical forest diversity and vegetation carbon storage. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61868-5>

Lara González, A. d. (2019). Suelo pélvico. Problemas, información, tratamiento y prevención. <http://dspace.umh.es/handle/11000/5418>

López Castañeda, N. (2019). Lamabordos en la mixteca alta: Características de suelos, abandono y dinámica erosiva https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000784053

Lull Noguera, C., Bautista Carrascosa, M. I., Lidón Cerezuela, A. L., Llinares Palacios, J. V., & Soriano Soto, M. D. (2021). Inclusión de los ODS en la enseñanza-aprendizaje de la Ciencia del Suelo. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2021/paper/view/13802>

Machetti, N. E. (2021). Efectos sobre propiedades físicas de la remediación química de la acidez en suelos del ámbito templado argentino: Su incidencia en la producción vegetal. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119449>

Marín Villalobos, N. R. (2021). Aplicación de ciencia de datos para predicción del tráfico. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/84495>

Monge Pérez, J. E. (2021). Suelos: Conceptos básicos. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83646>

Monge Pérez, J. E. (2021). Suelos de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83644>

Montaño Caro, J. C. (2021). Modelo hidrológico del suelo de conservación de la Ciudad de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000806200

Montes de Oca-Vásquez, G. (2021). Impacto de concentraciones ambientalmente relevantes de nanopartículas de plata en la comunidad microbiana del suelo. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/22349>

Pacheco Quijano, D. I. (2021). Estimación de erosión mediante dos metodologías por cambios de superficie de caminos descubiertos en cultivos de café, cuenca alta del Río Jesús María, Costa Rica <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83536>

Pérez Briceño, P. M., Alfaro Martínez, E. J., Arias, M., Hidalgo León, H. G., & Cognuck, S. (2021). Infografías: Uso de suelo del Corredor Seco Centroamericano. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86799>

Ramírez Granados, P. I. (2022). Infiltración y redistribución de agua en perfiles de la zona no saturada en la cuenca alta del río Paez, Cartago. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86790>

Rojas-Molina, L., & Elizondo-Salazar, J. A. (2020). Evaluación del efecto de los purines vacunos sobre la producción de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) en un suelo Andisol https://kimuk.conare.ac.cr/Record/PUCR_b98cf334ffcf7bbc4ad59f49c86123b0

Sainz, D. S., Cifarotti López, P., & Torrilla, J. M. (2021). El suelo y Clementina. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/11704>

Salinero, M. C., Varea, M. C., & Molinero, D. P. (2019). Agua-aire-suelo. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/132285>

Soto Bravo, F. (2020). Fertirrigación en cultivo sin suelo en invernadero. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86305>

Tasistro, A., Camas-Gómez, R., & Ortiz-Monasterio, I. (2021). Gypsum and potassium application to acid soils for maize (*Zea mays* L.) production in La Frailesca, Chiapas, Mexico. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/46173>

Vázquez Lizarraga, J. C. (2019). Interacción estática estructura-suelo sensitivo. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000794024

Vega Guzmán, J., Betancourt Flores, A., & Soto Bravo, F. (2020). Automatización del riego basado en el Potencial mátrico del suelo mediante Tensiómetro. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86330>

Venturelli, L. (2021). Diseños biomiméticos: Una alternativa para reducir la adhesión suelo-metal y la demanda de energía de órganos de remoción de suelo. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113100>

Zuazagoitia Rey Baltar, D., Ruiz González, A., Aragón Núñez, L., & Eugenio Gozalbo, M. (2021). ¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47391>

BASE DE LIBRO: Agriculture CRC Net Base

Arrouays, D., Savin, I., Leenaars, J., & McBratney, A.B. (Eds.). (2017). GlobalSoilMap: Digital Soil Mapping from Country to Globe (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351239707>

Ashraf, M.A., Othman, R., & Ishak, C.F. (Eds.). (2017). Soils of Malaysia (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b21934>

Bolan, N.S., Kirkham, M.B., & Ok, Y.S. (Eds.). (2017). Spoil to Soil: Mine Site Rehabilitation and Revegetation (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351247337>

Churchman, G.J., & Velde, B. (2019). Soil Clays: Linking Geology, Biology, Agriculture, and the Environment (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429154768>

de Albergaria, J.T.V.S., & Nouws, H.P.A. (Eds.). (2016). Soil Remediation: Applications and New Technologies (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19916>

Foth, H.D., & Ellis, B.G. (1997). Soil Fertility (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203739341>

Huang, P.M., Li, Y., & Sumner, M.E. (Eds.). (2011). Handbook of Soil Sciences (Two Volume Set) (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16386>

Kilmer, V.J., & Hanson, A.A. (1982). Handbook of Soils and Climate in Agriculture (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351073073>

Lal, R. (Ed.). (1999). Soil Quality and Soil Erosion (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203739266>

Lal, R. (2021). Soil Organic Matter and Feeding the Future: Environmental and Agronomic Impacts (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003102762>

Lal, R. (Ed.). (2021). Soil Organic Carbon and Feeding the Future: Basic Soil Processes (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003243090>

Lal, R. (Ed.). (2020). Soil and Fertilizers: Managing the Environmental Footprint (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429471049>

Lal, R. (Ed.). (2020). The Soil–Human Health Nexus (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367822736>

Lal, R., & Stewart, B.A. (Eds.). (2015). Soil-Specific Farming: Precision Agriculture (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18759>

- Lal, R., & Stewart, B.A. (Eds.). (2016). Soil Phosphorus (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315372327>
- Lal, R., & Stewart, B.A. (Eds.). (2017). Urban Soils (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315154251>
- Lal, R., & Stewart, B.A. (Eds.). (2018). Soil and Climate (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b21225>
- Mehmood, M.A., Hakeem, K.R., Bhat, R.A., & Dar, G.H. (Eds.). (2021). Pesticide Contamination in Freshwater and Soil Environs: Impacts, Threats, and Sustainable Remediation (1st ed.). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003104957>
- Panigrahi, B., & Goyal, M.R. (Eds.). (2016). Soil and Water Engineering: Principles and Applications of Modeling (1st ed.). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781315366173>
- Selim, H.M. (Ed.). (2015). Phosphate in Soils: Interaction with Micronutrients, Radionuclides and Heavy Metals (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351228909>
- (2000). Soil Analysis: Handbook of Reference Methods (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203739433>
- Tsadilas, C.D., Rinklebe, J., & Selim, H.M. (Eds.). (2019). Nickel in Soils and Plants (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315154664>
- Vepraskas, M.J., & Craft, C.B. (Eds.). (2016). Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification, Second Edition (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18996>
- BASE DE DATOS: Academic Complete
- Arora, S. (2019). Pesticide risk assessment. CAB International. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=5897931>.
- Charlesworth, S. M., & Booth, C. A. (Eds.). (2019). Urban pollution : Science and management. John Wiley & Sons, Incorporate ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=5553551>.
- Hambleton, J. P., Makhnenko, R., & Budge, A. S. (Eds.). (2020). Geo-congress 2020: Foundations, soil improvement, and erosion. American Society of Civil Engineers. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=6244418>.
- Jamil, N., Kumar, P., & Batool, R. (Eds.). (2020). Soil microenvironment for bioremediation and polymer production. John Wiley & Sons, Incorporated. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=5988984>.
- Nigam, A., & Gupta, R. (2020). Environmental analysis laboratory handbook. John Wiley & Sons, Incorporated. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=6317479>.

Rojas-Avelizapa, N. G. (Ed.). (2019). *Biotechnology for treatment of residual wastes containing metals*. River Publishers. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=5963881>.

Tate, R. L. I. (2020). *Soil microbiology*. John Wiley & Sons, Incorporated. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=6370537>.

Tripathi, D. K., Deshmukh, R., & Guerriero, G. (Eds.). (2020). *Metalloids in plants : Advances and future prospects*. John Wiley & Sons, Incorporated. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=6198562>.

BASE DE DATOS: CAB Direct

Bioremediation of pesticide-contaminated soil: a review on indispensable role of soil bacteria. / Randika, J. L. P. C.; Bandara, P. K. G. S. S.; Soysa, H. S. M.; Ruwandeepika, H. A. D.; Gunatilake, S. K.; Sabaragamuwa University, Belihuloya, Sri Lanka, *Journal of Agricultural Sciences (Sri Lanka)*, 2022, Vol. 17, No. 1, pp. 19-43

Organic wastes bioremediation and its changing prospects. / Patel, A. K.; Singhania, R. R.; Albarico, F. P. J. B.; Ashok Pandey; Chen ChiuWen; Dong ChengDi; Elsevier Ltd, Oxford, UK, *Science of the Total Environment*, 2022, Vol. 824

In-situ bioremediation of multiple heavy metals contaminated farmland soil by sulfate-reducing bacteria. Lv Ying; Zhu XueZhe; Zhang MingJiang; Liu XingYu; Wang JianLei; HARD Publishing Company, Olsztyn, Poland, *Polish Journal of Environmental Studies*, 2022, Vol. 31, No. 2, pp. 1747-1755

Efficient removal of heavily oil-contaminated soil using a combination of fenton pre-oxidation with biostimulated iron and bioremediation. / Li Lu; Zhang ZeNa; Wang YuHeng; Xu JinLan; Elsevier, Amsterdam, Netherlands, *Journal of Environmental Management*, 2022, Vol. 308

Progress of uranium-contaminated soil bioremediation technology. / Cheng CongHui; Chen LuYao; Guo KeXin; Xie Jingxi; Shu YangZhen; He ShuYa; Xiao FangZhu; Elsevier Ltd, Oxford, UK, *Journal of Environmental Radioactivity*, 2022, Vol. 241

Bioremediation of PAHs and heavy metals co-contaminated soils: challenges and enhancement strategies. / Ali, M.; Song Xin; Ding Da; Wang Qing; Zhang ZhuanXia; Tang ZhiWen; Elsevier Ltd, Oxford, UK, *Environmental Pollution*, 2022, Vol. 295

Analysis of bacterial diversity during bioremediation of gasoil-contaminated soils with different salinities. / Layalestani, S. S. S.; Shavandi, M.; Haddadi, A.; Amoozegar, M. A.; Dastgheib, S. M.; Taylor & Francis, Philadelphia, USA, *Soil & Sediment Contamination*, 2021, Vol. 30, No. 5, pp. 622-638

Combined bioremediation of bensulfuron-methyl contaminated soils with arbuscular mycorrhizal fungus and *Hansschlegelia zihuaiae* S113. / Qian YingYing; Zhao GuoQiang; Zhou Jing; Zhao HuaZhu; Mutter, T. Y.; Huang Xing; Frontiers Media S.A., Lausanne, Switzerland, *Frontiers in Microbiology*, 2022, Vol. 13, No. February

Study of potential plant of Biduri (*Calotropis gigantea*) with combination of bacteria, organic matter, and inorganic fertilizer for bioremediation of lead (Pb) contaminated soil. / Rosariastuti, R.; Astuti, H. A.; Sudadi ; IOP Publishing Ltd , Bristol , UK , IOP Conference Series : Earth and Environmental Science , 2022 , Vol. 1016

Pilot-scale electro-bioremediation of heavily PAH-contaminated soil from an abandoned coking plant site. / Li FengMei; Guo ShuHai; Wu Bo; Wang Sa ; Elsevier Ltd , Oxford , UK , Chemosphere , 2020 , Vol. 244 , pp. 125467 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653519327079>

Combined bioaugmentation and biostimulation techniques in bioremediation of pentachlorophenol contaminated forest soil. / Ammeri, R. W.; Rauso Simeone, G. di; Hidri, Y.; Abassi, M. S.; Mehri, I.; Costa, S.; Hassen, A.; Rao, M. A.; Elsevier Ltd , Oxford , UK , Chemosphere , 2022 , Vol. 290

Bioremediation of oil-contaminated soil by combination of soil conditioner and microorganism. / Liu HuiLing; Tan Xiao; Guo JingHeng; Liang XiaoHui; Xie QiLai; Chen ShuoNa ; Springer Berlin , Heidelberg , Germany , Journal of Soils and Sediments , 2020 , Vol. 20 , No. 4 , pp. 2121-2129

Insights into conventional and recent technologies for arsenic bioremediation: a systematic review. / Irshad, S.; Xie ZuoMing; Mehmood, S.; Nawaz, A.; Allah Ditta; Qaisar Mahmood ; Springer Berlin , Heidelberg , Germany , Environmental Science and Pollution Research , 2021 , Vol. 28 , No. 15 , pp. 18870-18892

Rhamnolipid-modified biochar-enhanced bioremediation of crude oil-contaminated soil and mediated regulation of greenhouse gas emission in soil. / Zhen MeiNan; Tang JingChun; Li Chao; Sun HongWen ; Springer Berlin , Heidelberg , Germany , Journal of Soils and Sediments , 2021 , Vol. 21 , No. 1 , pp. 123-133

The response of berseem clover to inoculation of *Rhizobium trifolii* and arbuscular mycorrhizal fungi in cadmium contaminated soils. / Qasemifar, L.; Golchin, A.; Rakhsh, F.; Ferdowsi University of Mashhad , Mashhad , Iran , Journal of Water and Soil , 2021 , Vol. 35 , No. 1 , pp. fa1-en18

Bioremediation of metal-contaminated soils by microbially-induced carbonate precipitation and its effects on ecotoxicity and long-term stability. / Liu Peng; Zhang Yu; Tang QiAng; Shi ShenJie ; Elsevier Ltd , Oxford , UK , Biochemical Engineering Journal , 2021 , Vol. 166

Recent developments in microbe-plant-based bioremediation for tackling heavy metal-polluted soils. / Lala Saha; Jaya Tiwari; Kuldeep Baudhd; Ma Ying; Frontiers Media S.A., Lausanne , Switzerland , Frontiers in Microbiology , 2021 , Vol. 12 , No. December

Assessment of bioremediation potential of metal contaminated soils (Cu, Cd, Pb and Zn) by earthworms from their tolerance, accumulation and impact on metal activation and soil quality: a case study in South China. / Zhang MengHao; Jouquet, P.; Dai Jun; Xiao Ling; Du Yan; Liu KeXue; Motelica-Heino, M.; Lavelle, P.; Zhong HeSen; Zhang Chi; Elsevier Ltd , Oxford , UK , Science of the Total Environment , 2022 , Vol. 820

Optimization of biomass production by autochthonous *Pseudomonas* sp. MT1A3 as strategy to apply bioremediation in situ in a chronically hydrocarbon-contaminated soil. / Molina, D. C.; Liporace, F. A.; Quevedo, C. V.; Springer Berlin , Heidelberg , Germany , 3 Biotech , 2022 , Vol. 12 , No. 5

