



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TÍTULO: Mejora de la calidad de los alimentos con el uso adecuado de los suelos

PROFESORA RESPONSABLE: María del Carmen del Campillo García

MACROÁREA DE CONOCIMIENTO: Ingeniería y Arquitectura

RESUMEN: (200 palabras)

El suelo produce alrededor más del 90% de los alimentos que se consumen en el mundo, además de regular los flujos de agua y carbono, elementos esenciales del cambio climático. También es un espacio habitable para los seres humanos y desempeña un papel esencial en la biodiversidad del planeta. De ahí, surge la necesidad de conocer adecuadamente las características de los suelos y conocer sus limitaciones, desde el punto de vista de la producción de alimentos que satisfagan las necesidades humanas. Un 30% de los suelos a nivel mundial y más del 60% de los suelos de España presentan limitaciones desde el punto de vista de la biodisponibilidad de nutrientes tan importantes como el fósforo, el hierro o el zinc. Esto está causando problemas de salud en la población humana que consume estos alimentos, especialmente en países cuya alimentación se limita al consumo de cereales. En este proyecto se evalúa cómo la biofortificación de cultivos puede ayudar a paliar problemas de salud como la deficiencia de hierro o zinc en la población humana, y se trabajará con suelos con deficiencias minerales y plantas que crecen en ellos. Las actividades serán en campo y laboratorio.



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROFESORES PARTICIPANTES:

NOMBRE: María del Carmen del Campillo García
CARGO: Catedrática de Universidad
DEPARTAMENTO: Agronomía
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO: campi@uco.es
Tlfno. 957218915 / 606436410

NOMBRE: Vidal Barrón López de la Torre
CARGO: Catedrático de Universidad
DEPARTAMENTO: **Agronomía**
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO: vidal@uco.es
Tlfno. 957218915/ 620235507

NOMBRE: Antonio Rafael Sánchez Rodríguez
CARGO: Contratado Juan de la Cierva
DEPARTAMENTO: Agronomía
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO (correo): I02saroa@uco.es
Tlfno. 957218915/679411347

NOMBRE: José Luis Quero Pérez
CARGO: Profesor Titular
DEPARTAMENTO: **Ingeniería Forestal**
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO: jose.quero@uco.es
Tlfno. 957212095

NOMBRE: Gonzalo Martínez García
CARGO: Profesor Sustituto Interino
DEPARTAMENTO: **Física Aplicada**
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO (correo): gonzalo.martinez@uco.es
Tlfno.957218578

NOMBRE: Gema Guzmán Díaz
CARGO: Profesor Sustituto Interino
DEPARTAMENTO: Física Aplicada
CENTRO: Escuela Politécnica Superior
CONTACTO (correo): g92gudim@uco.es
957218578

NOMBRE: Carlos Lucena León
CARGO: Profesor Sustituto Interino
DEPARTAMENTO: **Fisiología Vegetal**
CENTRO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
CONTACTO (correo): b42lulec@uco.es
957218488



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

OBJETIVOS: (General y específicos)

Como **objetivo general** este proyecto pretende que el alumnado evalúe el potencial agronómico de los suelos y distintas deficiencias en plantas destinadas a consumo humano, que crecen sobre suelos con ciertas carencias nutricionales.

Como **objetivos específicos**, se persiguen:

1. Conocer las técnicas y equipos de un laboratorio de suelos para estudiar las propiedades físico-químicas.
2. Cómo se evalúan las propiedades físicas y químicas de los suelos: color, textura, mineralogía, materia orgánica, pH, CE y disponibilidad de nutrientes.
3. Conocer cómo se analizan y determinan niveles de deficiencia mineral (de fósforo, hierro y zinc) en distintos cultivos.
4. Determinar qué estrategia agrícola puede ser más eficaz desde un punto de vista de la biofortificación de cultivos (incrementar concentración de determinados nutrientes como hierro y zinc en la parte comestible de plantas).
5. Evaluar la estructura y desarrollo de diferentes olivares a partir de datos LiDAR
6. Evaluación de los suelos con fines agrícolas y decisión del mejor uso para cada suelo



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

RECURSOS:

Finca del Campus de Rabanales, Aulas, Laboratorios, y distinto Equipamiento científico en tres departamentos: Agronomía, Física Aplicada e Ingeniería Forestal.

En el departamento de Agronomía disponemos de dos **laboratorios de Edafología:**

Uno de ellos cuenta con espectrofómeto de UV-Vis, Espectofotómetro de Absorción Atómica, Espectofotómetro de Emisión, Medidor de Superficie Específica.

El otro laboratorio tiene mesas con taburetes y el pequeño equipamiento necesario para las determinaciones analíticas: pH-metro, Conductivímetros, Centrífugas, balanzas, buretas, pipetas, vasos, etc.

Contamos con una sala que tiene un **aparato de Rayos-X**.

Dos **cámaras de crecimiento de plantas** bajo condiciones controladas.

Invernadero.

Sala de reuniones equipada con pantalla y monitor para presentaciones.

En el departamento de Ingeniería Forestal contamos con las herramientas informáticas necesarias para el procesamiento de imágenes LiDAR, que nos permitan calcular variables de árbol individual, que podremos usar para compararlas con la evaluación de las propiedades edáficas.



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD (máximo 5 hojas)

Introducción

El concepto de suelo deriva del latín *solum*, que significa piso y hace referencia a la capa superior de la tierra que soporta el crecimiento de las plantas. Es tan universal y antiguo el contacto del hombre con el suelo que cada persona tiene su propio concepto. Sin abundar en ejemplos podemos fácilmente comprender la gran diferencia entre el enfoque dado a un suelo por un constructor y el dado por un agricultor.

Inicialmente, los primeros pueblos nómadas ya hacían referencia a algunas tierras con 'buenos suelos de cereales', 'suelos de algodón', 'suelos de naranjos', etc. Otro concepto funcional dentro del ámbito agrícola, se relaciona con el laboreo del suelo, independientemente de quién o qué sea el que trabaje el suelo (hombre, animal o máquina) existe un conocimiento del gasto de energía requerido para labrar el suelo. De acuerdo con esta idea se habla de 'suelos pesados', 'suelos ligeros', 'suelos pegajosos', etc. y un sinnúmero de términos locales.

Afortunadamente, a día de hoy se pueden medir propiedades químicas, como mineralogía, pH, carbonatos, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, bases de cambio, disponibilidad de los distintos elementos minerales nutritivos, contenido de agua útil, etc. De igual modo, las propiedades físicas del suelo, las cuales determinan la cantidad de agua que puede disponer una planta, también pueden ser cuantificadas mediante análisis en laboratorio, sensores de distintos tipos o incluso mediante análisis de *Big Data*.

Haciendo uso de toda esta información se puede determinar la mejor vocación agrícola de un suelo, permitiendo obtener mayores beneficios a la vez que se es respetuoso con el medio ambiente, además de producir alimentos que satisfagan en mayor medida los requerimientos de la dieta para el ser humano en función de sus necesidades. Ese aspecto es de vital importancia en países en los que la alimentación se basa principalmente en el consumo de especies vegetales, cultivadas sobre suelos con carencias en determinados nutrientes como fósforo, hierro y zinc, entre otros. El conocimiento científico sobre el sistema suelo-planta es clave a la hora de desarrollar estrategias sostenibles para incrementar la producción agrícola en esas condiciones y para mejorar la calidad de la cosecha, en términos de concentración en determinados nutrientes, entre los que se incluyen el hierro o el zinc (biofortificación), cuya carencia causa importantes deficiencias a nivel humano en países como China, India, Pakistán, entre otros.

Además, en los últimos años hay un gran desarrollo del estudio de cultivos mediante teledetección. El uso de drones y aviones tripulados ha permitido llevar a cabo la captación de diferentes imágenes desde el cielo, lo que permite medir variables agroforestales en grandes extensiones con mucha precisión. Entre las imágenes más utilizadas se encuentran las del LiDAR, del inglés *Laser Detection and Ranging*, que permite detectar y medir la estructura 3D de la vegetación y por tanto estimar su desarrollo, para compararlo con sus propiedades edáficas.

Protocolos

Se les entregarán las normas de actuación en un laboratorio.

Utilizarán los protocolos de análisis del suelo recomendados:

- Metodología para la determinación de la textura
- Metodología para la determinación de la mineralogía y uso de aparato de RX
- Metodología para la determinación del color y manejo de las tablas Munsell



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

- Metodología para la determinación de la materia orgánica
- Metodología para la determinación del pH del suelo y manejo del pH-metro
- Metodología para la determinación de la conductividad eléctrica y manejo del conductímetro
- Uso de Herramientas de tratamiento de imágenes LiDAR para calcular variables de estructura de la vegetación

Materiales y aparatos a utilizar

- *Aparato de Rayos X*
- *Espectrofotómetro UV-Vis*
- *Balanzas*
- *Tamizadores*
- *Material de vidrio y plástico: vasos de reactivos, pipetas manuales y automáticas, buretas*
- *Reactivos*
- *Tablas Munsell*
- *Ordenadores*

Resultados esperados

Conocer las funciones que desempeñan los suelos en la producción de alimentos saludables de una manera sostenible y amigable con el medio natural, así como determinar cómo se puede mejorar la producción agrícola en situaciones de baja disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo vegetal.

Cronograma detallado de las actividades

Primer día.

Presentación del Programa

Segundo día

Lugar: Visita a la finca del Campus de Rabanales,

laboratorio de Edafología y Sala de Rayos X ubicados en el sótano del edificio C4 del campus de Rabanales; laboratorio de Edafología de la 1ª planta del edificio C4 del Campus de Rabanales.

Objetivos:

- Visita de la finca del Campus para observar el tipo de suelo y cultivos leñosos. Muestreo de suelo.
- Conocer de las normas básicas de uso y funcionamiento en un laboratorio
- Preparar muestras de suelo y muestras vegetales para analizar en laboratorio
- Conocer los principios de funcionamiento del aparato de Rayos X, cómo se prepara una muestra para pasarla por rayos X, la utilidad del uso de rayos X en las muestras de suelos y la interpretación de los resultados de los espectros de rayos X.
- Conocer los principios y sistemas para medir el color de las muestras de suelo, cómo se prepara una muestra para medir el color, la utilidad e interpretación de la medida del color para evaluar el suelo.

Recursos y consumibles necesarios:

- Material de protección: bata, guantes desechables y gafas de laboratorio
- Tamiz 2 mm y rodillo
- Mortero de ágata
- Balanzas
- Portas para muestra RX y para medir el color
- Aparato Rayos X
- Tablas Munsell
- Invernadero, cámaras de crecimiento

Actividades a desarrollar:

- Observación en campo de los distintos suelos y la vegetación que mantienen.
- Muestreo en campo de los suelos que se van a caracterizar



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

- Preparar la muestra de suelo para analizar en laboratorio
- Preparar la muestra de suelo para determinar la mineralogía (RX). Analizar el espectro y sus resultados.
- Preparar la muestra de suelo para determinar el color.
- Reflexión sobre la interpretación de los resultados
- Preparación de muestras vegetales.
- Análisis de muestras y tejidos vegetales (colorfila, nutrientes)

Tercer día

Lugar: Cámara de crecimiento y laboratorio de Edafología, y Sala de Reuniones del Departamento de Agronomía ubicado en el aulario y en la planta baja del edificio C4 del campus de Rabanales.

Objetivos:

- Aprender a preparar muestras vegetales para posterior análisis.
- Aprender a utilizar el Minolta 502 para determinar verdor en tejido vegetal.
- Aprender a extraer clorofila de hojas de distintos cultivos.
- Aprender a determinar el contenido en nutrientes del material vegetal.
- Comparar estos valores con las propiedades edáficas de los suelos.

Recursos y consumibles necesarios:

- Material de protección: bata, guantes desechables y gafas de laboratorio
- Mortero de ágata
- Balanzas
- Invernadero, cámaras de crecimiento
- Etanol
- Minolta 502

Actividades a desarrollar:

- Muestreo y preparación de material vegetal
- Análisis de muestras y tejidos vegetales (clorofila, nutrientes)
- Reflexión sobre la interpretación de los resultados

Cuarto día

Lugar: laboratorio de Edafología ubicado en el sótano del edificio C4 del campus de Rabanales y sala de ordenadores del Campus de Rabanales.

Objetivos:

- Conocer cómo se prepara una muestra para determinar la textura así como su interpretación.
- Conocer el principio de determinación del carbono orgánico en suelo, cómo se analiza en una muestra de suelo y el valor de los resultados obtenidos.
- Conocer el funcionamiento del pH-metro y conductímetro de una muestra suelo, cómo se analiza el pH y la conductividad eléctrica (CE) y su interpretación.
- Aprender y comprender el fundamento del LiDAR
- Calcular variables de estructura de la vegetación a partir de imágenes LiDAR
- Comparar las variables de estructura con las propiedades edáficas de los suelos.

Recursos y consumibles necesarios:

- Material de protección: bata, guantes desechables y gafas de laboratorio
- Balanzas
- Probetas, vasos de precipitados, buretas, pipetas, lecheritas
- Batidoras
- Termómetros
- Densímetro
- Centrifugas



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

- Reactivos
- pH-metros
- Conductivímetros
- Software FugroViewer
- Software Fusion
- Ordenadores

Actividades a desarrollar:

- Preparar la muestra de suelo para determinar la textura.
- Preparar la muestra de suelo para determinar la textura, pH y la CE, medir e interpretar los resultados.
- Reflexión sobre la interpretación de los resultados
- En el aula de informática descargaremos las imágenes LiDAR del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)
- Una vez seleccionadas las parcelas, se ejecutarán algoritmos para la medición de la altura y diámetro de copa de cada uno de los árboles de la parcela.
- Se generará una tabla con dichas variables que será comparada con las variables edáficas.
- Reflexión sobre la interpretación de los resultados

Quinto día

Lugar: Sala de Reuniones del Departamento de Agronomía ubicado en el aulario y en la planta baja del edificio C4 del campus de Rabanales.

Presentar los resultados siguiendo el método científico: análisis e interpretación del conjunto de datos obtenido. Presentación final de la evaluación agronómica de los suelos. Comentar las sensaciones y experiencias a lo largo de esta semana.

El alumno realizará todas las actividades siguiendo las instrucciones y bajo la supervisión del profesor o profesores responsables.

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
P L A N	Inauguración campus. Presentación del Proyecto	Actividades <u>en campo:</u> muestreo de suelo; En laboratorio: mineralogía, color	Actividades en <u>cámara de crecimiento y laboratorio de edafología:</u> determinación de índice de clorofila en plantas sometidas a estrés nutricional (SPAD) y extracción de clorofila para posterior determinación. Determinación de nutrientes en material vegetal. Inicio de la organización de los resultados obtenidos	Actividades en <u>el laboratorio</u> de edafología: textura, materia orgánica, pH, CE, y en <u>sala de ordenadores</u> (actividades relacionadas con LiDAR)	Elaboración e interpretación de los resultados finales
O B J E T O	Organización de los grupos de trabajo	Conocer el funcionamiento de aparatos de propiedades físicas y la interpretación de resultados obtenidos	Conocer el funcionamiento de distintos aparatos de medida y la interpretación de resultados. Inicio en la presentación de los datos finales	Conocer el funcionamiento de distintos aparatos de medida, así como los principios básicos del fundamento del LiDAR y la interpretación de	Presentación final de los resultados



MACROÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

				resultados obtenidos	
--	--	--	--	----------------------	--

REFERENCIAS

- Almagro, M., Lopez, J., Querejeta, J. I et al. 2009. Temperature dependence of soil CO₂ efflux is strongly modulated by seasonal patterns of moisture availability in a Mediterranean ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 3, pp 594-605
- Davidson, E.A., Belk, E. y Boone, R.D. 1998. Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. *Global Change Biology* 4, pp 217–227
- Drouineau, G. 1942. Dosage rapide du calcaire actif des sols. Nouvelles données sur la repartition et la nature des fractions calcaires. *Annal. Agron.* 12:441–450.
- Larionova, A.A., Rozanova, L.N. y Samoilov, T.I. 1989. Dynamics of gas exchange in the profile of a gray forest soil. *Soviet Soil Science* 3, pp 104–110
- Maestre, F.T., Escolar, C., Ladrón Guevara, M., Quero, J.L., Lázaro, R., Delgado-Baquerizo, M., Ochoa, V., Berdugo, M., Gozalo, B., Gallardo, A. 2013. Changes in biocrust cover drive carbon cycle responses to climate change in drylands. *Global change biology* 19 (12), 3835-3847
- Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA–NRCS Agriculture Handbook 436. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Torrent, J. y Barrón, V. 1993. Laboratory measurement of soil color: theory and practice. Ed. Soil Science Society of America Soil color. pp 21-33
- Walkley, A. y Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29–38.
- Xu, M. y Qi, Y. 2001. Spatial and seasonal variation of Q₁₀ determined by soil respiration measurements at a Sierra Nevada forest. *Global Biogeochemistry Cycles* 15, pp 687–696
- I. Moorthy, J.R. Miller, J.A.J. Berni, P. Zarco-Tejada, B. Hu, J. Chen. Field characterization of olive (*Olea europaea* L.) tree crown architecture using terrestrial laser scanning data. *Agric. For. Meteorol.*, 151 (2011), pp. 204-214