



Transforming **U**nsustainable
management of soils in key
agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of
alternatives to reverse soil degradation

Mejorando la estructura del suelo para retener más humedad



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

Breve descripción

El almacenamiento y flujo de agua en los suelos dependen en gran medida de la estructura del suelo, que determina fuertemente la porosidad del mismo. La estabilidad estructural y las características de transmisión de agua del suelo, así como el sistema de poros conectados, determinan la capacidad de infiltración del suelo y controlan la escorrentía. Existe una fuerte interacción entre la estructura del suelo y las propiedades hidro-físicas, así como entre la red de poros y los procesos de degradación; sus interrelaciones son complejas y multifactoriales y aún no se comprenden completamente. La estructura del suelo puede caracterizarse por la forma, tamaño y disposición espacial de partículas de suelo agregadas, que son individuales y de estabilidad variable.

Área Objetivo

La degradación de la estructura del suelo es un problema universal que impacta ecosistemas y medios de vida humanos en todos los climas. Las prácticas de manejo sostenible de la tierra pueden ayudar a mitigar estos efectos. Puede ocurrir en todos los climas, aunque las causas, severidad y formas de degradación pueden variar dependiendo de factores regionales como condiciones climáticas, tipo de suelo, uso del suelo y prácticas agrícolas. En áreas cultivadas, es común que el tráfico de maquinaria pesada cause fragmentación y, en última instancia,



desagregación de la estructura del suelo en la capa superficial, así como compactación en el subsuelo. En condiciones secas, la superficie del suelo con una estructura degradada puede ser fácilmente expuesta a la erosión eólica.

Identificación del Problema

El problema de la degradación estructural del suelo puede ser identificado mediante la evaluación de la estabilidad estructural del

suelo. Esta evaluación está respaldada por la aplicación TUDI, en la sección de "estructura" (dev-tudi.web.app).

Descripción Detallada de la Estrategia de Protección

Mejorar la estructura del suelo es crucial para promover un crecimiento saludable de las plantas, mejorar el desarrollo de las raíces y aumentar la retención de agua. La estructura del suelo se refiere a la disposición de las partículas de suelo (arena, limo, arcilla) y materia

orgánica en un agregado más grande. Un suelo bien estructurado permite el movimiento libre de aire, agua y raíces, mientras que un suelo mal estructurado (como un suelo compactado o excesivamente arenoso) puede inhibir el crecimiento de las plantas. La estructura del

suelo está determinada principalmente, pero no exclusivamente, por la textura del suelo, que es una expresión de la distribución del tamaño de las partículas.

En el caso de suelos arenosos o limosos, la proporción de partículas finas, como la arcilla, es tan pequeña que no favorece la formación de una buena estructura del suelo, y a menudo es inestructurada, presentando un aspecto de grano único. Su porosidad se caracteriza principalmente por poros de gran diámetro, lo que resulta en una rápida infiltración de la lluvia, pero con baja disponibilidad de agua para las plantas.

En suelos de arcilla pesada, las condiciones favorables para la labranza del suelo solo se mantienen durante un corto período del año. El laboreo en condiciones de suelo demasiado seco o demasiado húmedo daña la estructura del suelo. En suelos arcillosos secos, pueden formarse grietas de hasta un ancho de dedo en la superficie, lo que puede facilitar parcialmente la penetración profunda de la precipitación, pero también causar un secado más profundo en épocas de sequía. Debido al alto contenido de arcilla, la proporción de



Fig. 1: Estructura granular del suelo limoso, en la capa superior (Chernozem).



Fig. 2: Estructura de bloques subangulares bien desarrollada de un suelo limoso (Chernozem).

agua fuertemente unida a las superficies de las partículas de arcilla es alta, por lo que la disponibilidad de agua para las plantas es muy baja en períodos secos.

La distribución del tamaño de partículas en suelos limosos es equilibrada. La presencia de partículas de arcilla con una gran superficie favorece la formación de agregados de suelo (las estructuras granuladas o en bloques y sus transiciones son comunes), mientras que las partículas de tamaño arena ayudan a mantener la esponjosidad del suelo. En ausencia de limitaciones significativas (falta de materia orgánica o compactación del suelo, por ejemplo, debido al tráfico de maquinaria), se puede desarrollar una buena estructura del suelo que proporciona, en comparación con otros suelos de diferentes texturas, la mayor cantidad de humedad disponible para las plantas.

La química extrema puede dañar la estructura del suelo. Tanto las condiciones fuertemente ácidas como las fuertemente alcalinas resultan en una estructura del suelo débil. La química de la capa del suelo afecta la estabilidad estructural y determina las condiciones de las



Fig. 3: Estructura columnar de un suelo arcilloso (Solonetz).

plantas. En condiciones fuertemente ácidas, la falta de iones de calcio puede causar una estructura del suelo débil, mientras que en condiciones fuertemente alcalinas (por ejemplo, en suelos Solonetz), la presencia de iones de sodio en las superficies de los coloides (arcilla) provoca el desarrollo de una estructura columnar en el subsuelo, que, junto con la desagregación de las unidades estructurales, da lugar a una apariencia de superficie jabonosa cuando está húmeda.

El encharcamiento prolongado puede ocurrir por razones tanto naturales (topografía) como

artificiales (por ejemplo, compactación del subsuelo bajo tierras cultivables). Un drenaje adecuado, al eliminar el exceso de agua de las tierras cultivables, puede ayudar a mantener la estructura del suelo al prevenir su degradación por el agua.

Mejorar la estructura del suelo requiere prácticas de manejo a largo plazo enfocadas en lograr mejores condiciones del suelo. Las prácticas más comunes para mejorar la estructura del suelo están relacionadas con el aumento del contenido de materia orgánica, la aplicación de cobertura del suelo, la reducción de procesos que causan compactación y el fomento de la actividad biológica del suelo. En algunos casos, como en suelos mal drenados (como los de arcilla), adiciones mecánicas como la incorporación de arena, perlita u otros materiales que mejoren el drenaje pueden aflojar el suelo y permitir un mejor crecimiento de las raíces, lo que puede ayudar a descompactar capas compactadas y mejorar el movimiento de aire y agua, logrando una mejor estructura del suelo a largo plazo.



Fig. 4: Resultados de la prueba de estabilidad de agregados del suelo (ver la aplicación TUDI DST), aplicando un colador de té, vidrio y agua. La estabilidad de la estructura del suelo disminuye de izquierda a derecha.

Pros y contras de la Técnica, Obstáculos para la Implementación

Una práctica básica para mejorar la estructura del suelo es la incorporación de materiales orgánicos, como residuos de plantas, acolchado, compost y cultivos de cobertura, que contribuyen a la formación de

agregados estables. Se debe tener cuidado al sembrar directamente en una capa de suelo con mucho acolchado para asegurar que la semilla esté en buen contacto con el suelo.

Efectos

Las adiciones de materia orgánica, como compost maduro o estiércoles animales (por ejemplo, de vaca o caballo), mejoran la aireación del suelo, la retención de agua, promueven microorganismos benéficos, añaden nutrientes y mejoran la agregación del suelo. Los abonos verdes son plantas que se pueden cultivar y labrar en el suelo para aumentar el contenido orgánico y prevenir la erosión. Aplicar acolchados en la superficie del suelo mejora la retención de humedad y reduce la erosión, mientras se descomponen gradualmente y enriquecen la estructura del suelo.

Bajo un cultivo intensivo y el tráfico de maquinaria pesada, la labranza del suelo puede romper los agregados y compactar las capas más profundas (por ejemplo, un horizonte de arado con estructura en placas), lo que lleva a condiciones deficientes de infiltración de agua, drenaje limitado y acumulación de agua en la superficie. La reducción de la labranza y la evitación del tráfico de maquinaria pesada, especialmente en suelos húmedos, previenen la compactación del suelo y mantienen la estructura natural del mismo.

Aplicar acolchados orgánicos (por ejemplo, astillas de madera, paja) en la superficie del suelo ayuda a retener la humedad, reducir

los extremos de temperatura y enriquecer gradualmente el suelo en materia orgánica. Los cultivos de cobertura ayudan a proteger el suelo de la erosión y prevenir la pérdida de nutrientes, y sus raíces permeabilizan el suelo, preservando la estructura del suelo. Las raíces vivas liberan compuestos orgánicos, como polisacáridos y proteínas, que actúan como aglutinantes, ayudando a que las partículas del suelo se adhieran y formen agregados. Ambas aplicaciones también promueven el crecimiento de micro y mesofauna en el suelo.

Más literatura/fuentes

Peoplau et al 2024. DOI: [10.1111/ejss.13549](https://doi.org/10.1111/ejss.13549)

Tobiasová et al. 2023. DOI: [10.3390/su151411047](https://doi.org/10.3390/su151411047)



Resumen

La estructura del suelo se ve afectada por la forma en que las pequeñas partículas de suelo se ensamblan en grupos más grandes, llamados agregados de suelo. El contenido de materia orgánica del suelo y las prácticas de laboreo también influyen significativamente en la estructura. La estructura del suelo controla la distribución del tamaño de los poros del suelo, la permeabilidad al aire y la capacidad de retención de agua del suelo. El tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo determinan la resistencia de los suelos a diferentes condiciones de humedad. La consecuencia de una mala estructura del suelo es la reducción de su capacidad de retención de agua, lo que significa que los suelos son menos capaces de suministrar humedad a las plantas.

Las prácticas de restauración del suelo que añaden materia orgánica al suelo o previenen su degradación (como la incorporación de residuos de cultivos, acolchado y cultivos de cobertura), promueven la vida del suelo (aplicando rotación de cultivos sostenible y fertilización orgánica) y reducen las tensiones mecánicas (como el laboreo de no-inversión, el no laboreo o el control de la frecuencia del tráfico pesado) ayudan a mantener o mejorar la estructura del suelo. Mejorar la estructura del suelo proporciona condiciones de crecimiento más favorables para las plantas, mejora la retención de agua y reduce la erosión superficial.

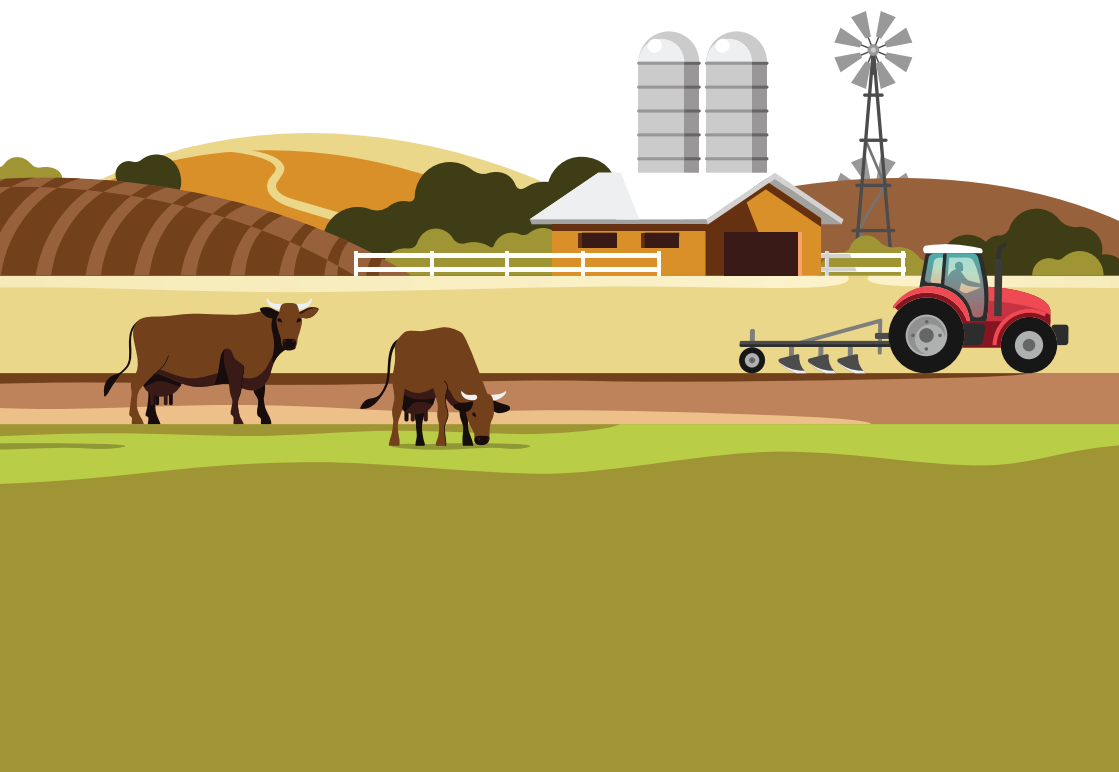
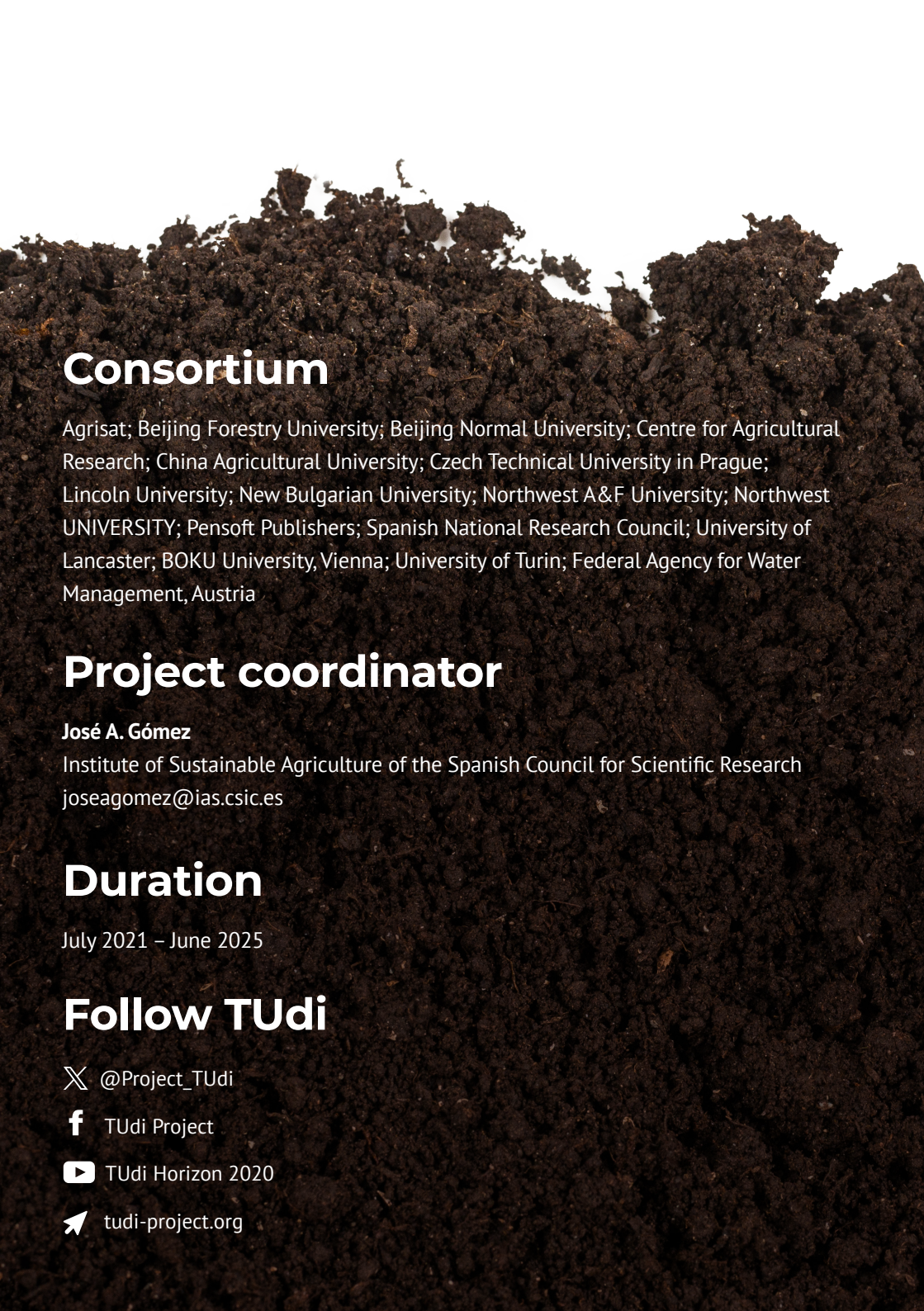


Tabla Resumen

	Puntuación	Comentarios
Salud General del Suelo	***	
Balance Hídrico	**	
Estructura del Suelo	***	
Erosividad	**	
Balance de Nutrientes	***	
Vida del Suelo	*	
Practicabilidad	-	
Economía	-	





Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

Project coordinator

José A. Gómez

Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research
joseagomez@ias.csic.es

Duration

July 2021 – June 2025

Follow TUdi

✕ [@Project_TUdi](#)

f [TUdi Project](#)

▶ [TUdi Horizon 2020](#)

📍 tudi-project.org