

Leguminosas:

Manejo en las rotaciones y salud del suelo

Efecto del cultivo de leguminosas en suelos agrícolas. Casos de estudio.

Iñigo Virto

Universidad Pública de Navarra

Pamplona, 30/11/2023



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Efecto del cultivo de leguminosas en suelos agrícolas. Casos de estudio.

- Leguminosas y salud del suelo
- Estudio de rotaciones en suelos ácidos
C orgánico y agregación
- Cubiertas bajo la viña en Navarra
C orgánico y agregación
Parámetros biológicos
- Resumen - conclusiones

Pamplona, 30/11/2023



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Leguminosas y salud del suelo



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

TOWARDS A DEFINITION OF SOIL HEALTH



ITPS DEFINITION OF SOIL HEALTH

The Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS) defines soil health as “the ability of the soil to sustain the productivity, diversity, and environmental services of terrestrial ecosystems”. In managed systems, soil health can be maintained, promoted or recovered through the implementation of sustainable soil management practices. As with human health, there is no single measure that captures all aspect of soil health. The preservation of these soil services requires avoiding and/or combating all types of soil degradation.



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Leguminosas y salud del suelo

Soil & Tillage Research 195 (2019) 104365



upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

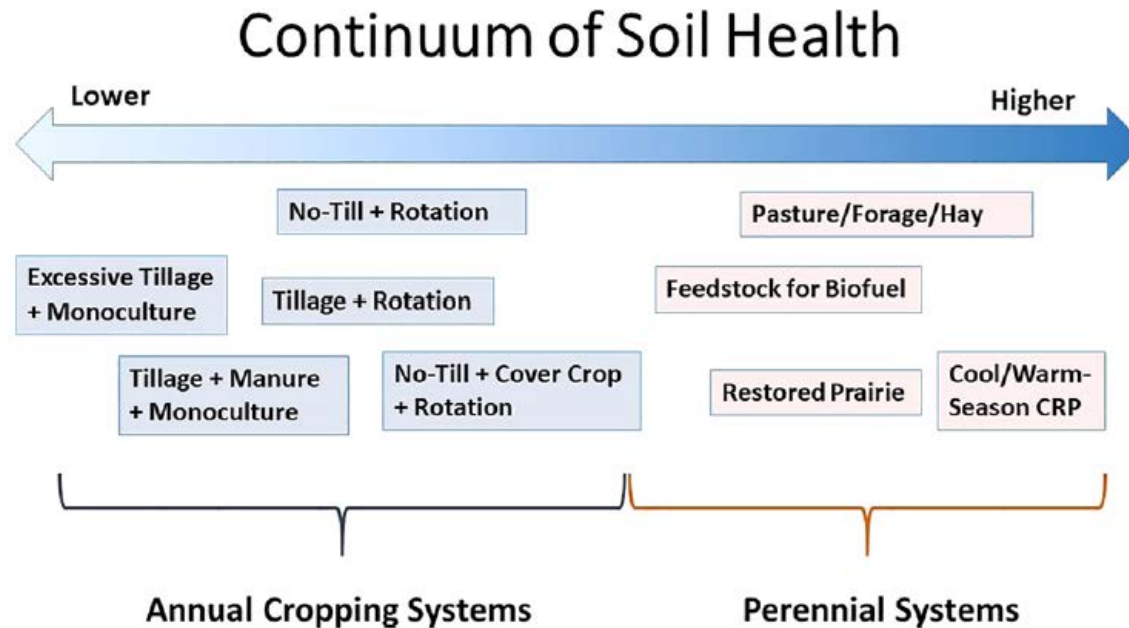


Fig. 1. A conceptual diagram illustrating how soil and crop management practices can influence soil health. CRP = Conservation Reserve Program perennial grasslands. [Developed based on studies by Veum et al. (2014, 2015a, 2015b) and adapted from Karlen et al. (2017)].

Leguminosas y salud del suelo

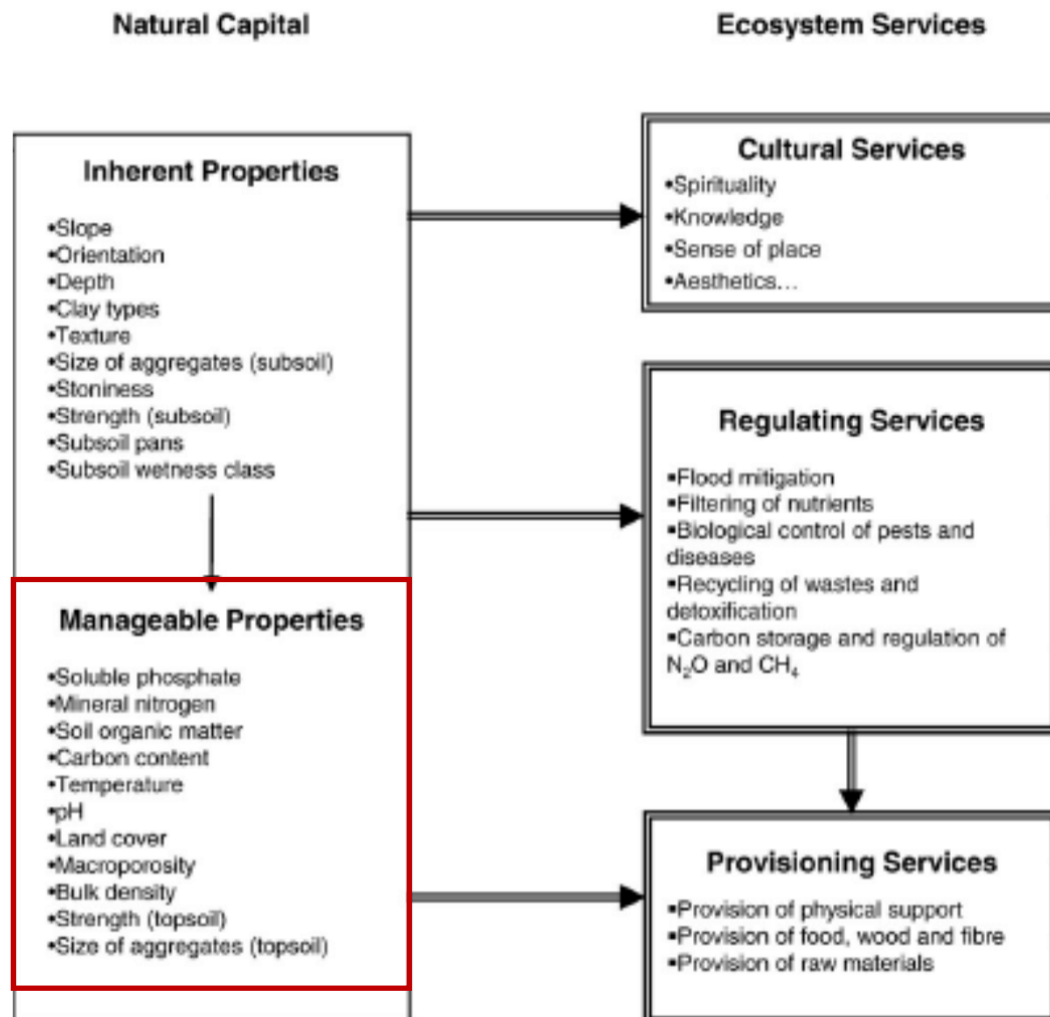


upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Leguminosas y salud del suelo



Leguminosas y salud del suelo

Ejemplo de cómo se traduce esto en el caso de una característica concreta (contenido y tipología de arcilla) concreta y un proceso concreto (la FLOCULACIÓN)

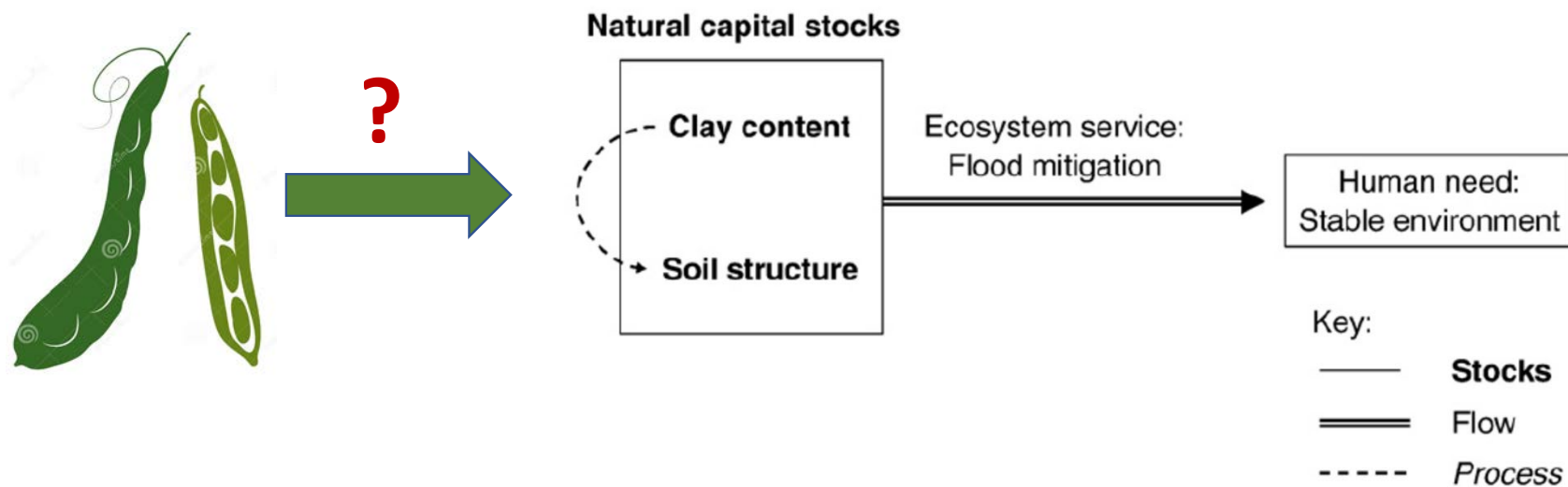


Fig. 1. Illustration of the use of the key terms employed in this paper.

Leguminosas y salud del suelo

Soil functions and ecosystem services	Related soil properties	Indicators



Leguminosas y salud del suelo



Ayud

Rotación de cultivos con especies mejorantes (P3)

Requisitos:

- **ROTACIÓN:** al menos 50% de la superficie de tierra de cultivo (TC) presente cada año un cultivo diferente al cultivo previo (excepción cultivos plurianuales).
 - Se considera rotación cuando hay cultivo principal y secundario el mismo año.
 - Excepciones 25%: Explotaciones con >25% de TC con especies plurianuales.
- **10 % ESPECIES MEJORANTES:** Al menos 10% de la superficie de TC con especies mejorantes (oleaginosas, crucíferas y leguminosas): de las cuales al menos la mitad deben ser leguminosas.
- **BARBECHO MÁXIMO 20% TC.** Comarcas con <400 mm anuales hasta 40 % o en casos de fuerza mayor autorizados.
- En Tierra de cultivo de regadíos: PLAN DE ABONADO (RD fertilización sostenible).
- Las leguminosas no podrán ir seguidas de barbecho.

• Cubiertas vegetales vivas (P6)

• Cubiertas inertes (P7)

Ayuda

Ayuda

Comp

Ecorre

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Estudio de rotaciones en suelos ácidos



Universidade Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Parcela experimental UTAD. Vila-Real, Portugal.

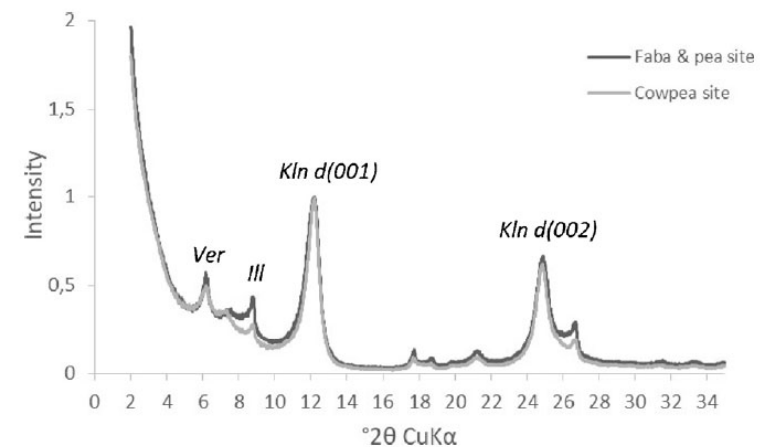
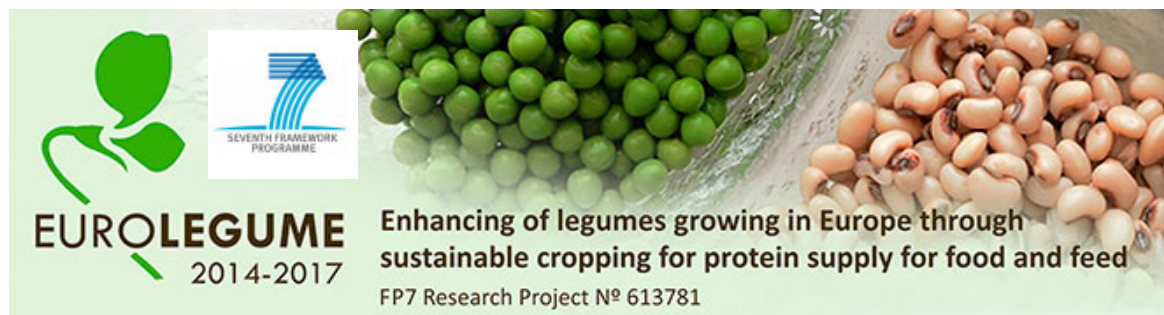


Fig. 2. X-ray diffractograms of the clay-size fraction in the cultivated soils, normalized by the kaolinite intensity peak ($n = 3$).

Estudio de rotaciones en suelos ácidos



Ensayo **garbanzo regadío** (*Vigna unguiculata* 'Fradel' cv.)

Sistema	Oct-May	Jun-Sept
Nativo	avellanos	avellanos
Baseline (time 0)	--	--
Rotación triticales-garbanzo	Triticale 0N	Garbanzo c/riego
Triticale 0N	Triticale 0N	barbecho
Triticale 80 kg N/ha	Triticale 80 N	barbecho

Estudio de rotaciones en suelos ácidos

Ensayo **garbanzo regadío** (*Vigna unguiculata* 'Fradel' cv.)

Rendimiento acumulado y aportes de C en los restos de cultivo (3 años)

	Triticale fodder yield	Cowpea pulse yield	C input	C input	Total C input
	(Oct to May)	(Jun to Sep)	(Oct to May)	(Jun to Sep)	
Rotación triticale-garbanzo	24.09 ± 1.01 b	2.58 ± 0.12	3.02 ± 0.13 b	3.54 ± 0.37 a	6.56 ± 0.46 a
Triticale ON	25.49 ± 1.82 b	-	3.20 ± 0.23 b	0.87 ± 0.05 b	4.06 ± 0.27 b
Triticale 80 kg N/ha	29.51 ± 1.08 a	-	3.70 ± 0.14 a	0.88 ± 0.07 b	4.58 ± 0.17 b



upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

utad
UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

Ensayo **haba & guisante seco** (*Vicia faba* & *Pisum sativum* 'Grisel' cv.)

Rendimiento acumulado y aportes de C en los restos de cultivo (3 años)

Treatment	Triticale fodder yield	Legume pulse yield	C input legume crops	C input triticale crops	Total C input
Rotación triticale-habas	8.10 ± 0.15 c	1.98 ± 0.60	2.53 ± 0.20 b	0.84 ± 0.03 c	3.37 ± 0.20 c
Rotación triticale-guisante	6.67 ± 0.26 c	2.94 ± 0.31	4.15 ± 0.09 a	1.02 ± 0.02 c	5.17 ± 0.67 a
Triticale ON	25.07 ± 1.20 b	-	-	3.14 ± 0.15 b	3.14 ± 0.15 c
Triticale 120 kg N/ha	33.45 ± 1.25 a	-	-	4.20 ± 0.16 a	4.20 ± 0.16 b

Estudio de rotaciones en suelos ácidos

Ensayo **garbanzo regadío** (*Vigna unguiculata* 'Fradel' cv.)

Concentración y almacenamiento de C orgánico

	SOC (g/kg)	SOC stock (Mg/ha)
Avellanos	17.97 ± 2.06 a	48.85 ± 5.60 a
Baseline	6.18 ± 0.25 b	14.04 ± 0.56 b
Rotación triticale-garbanzo	6.64 ± 0.25 b	15.08 ± 0.56 b
Triticale 0N	6.85 ± 0.82 b	15.55 ± 1.85 b
Triticale 80 kg N/ha	5.59 ± 0.17 b	12.69 ± 0.39 b

Ensayo **haba & guisante seco** (*Vicia faba* & *Pisum sativum* 'Grisel' cv.)

Concentración y almacenamiento de C orgánico

	SOC (g/kg)	SOC stock (Mg/ha)
Castaños	12.25 ± 1.92 a	25.76 ± 4.04 a
Baseline	7.54 ± 0.83 b	14.92 ± 1.64 b
Rotación triticale-habas	4.82 ± 0.30 b	9.54 ± 0.59 b
Rotación triticale-guisante	5.12 ± 0.43 b	10.14 ± 0.85 b
Triticale 0N	5.63 ± 0.47 b	11.14 ± 0.93 b
Triticale 120 kg N/ha	5.67 ± 0.16 b	11.22 ± 0.32 b



upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

utad
UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

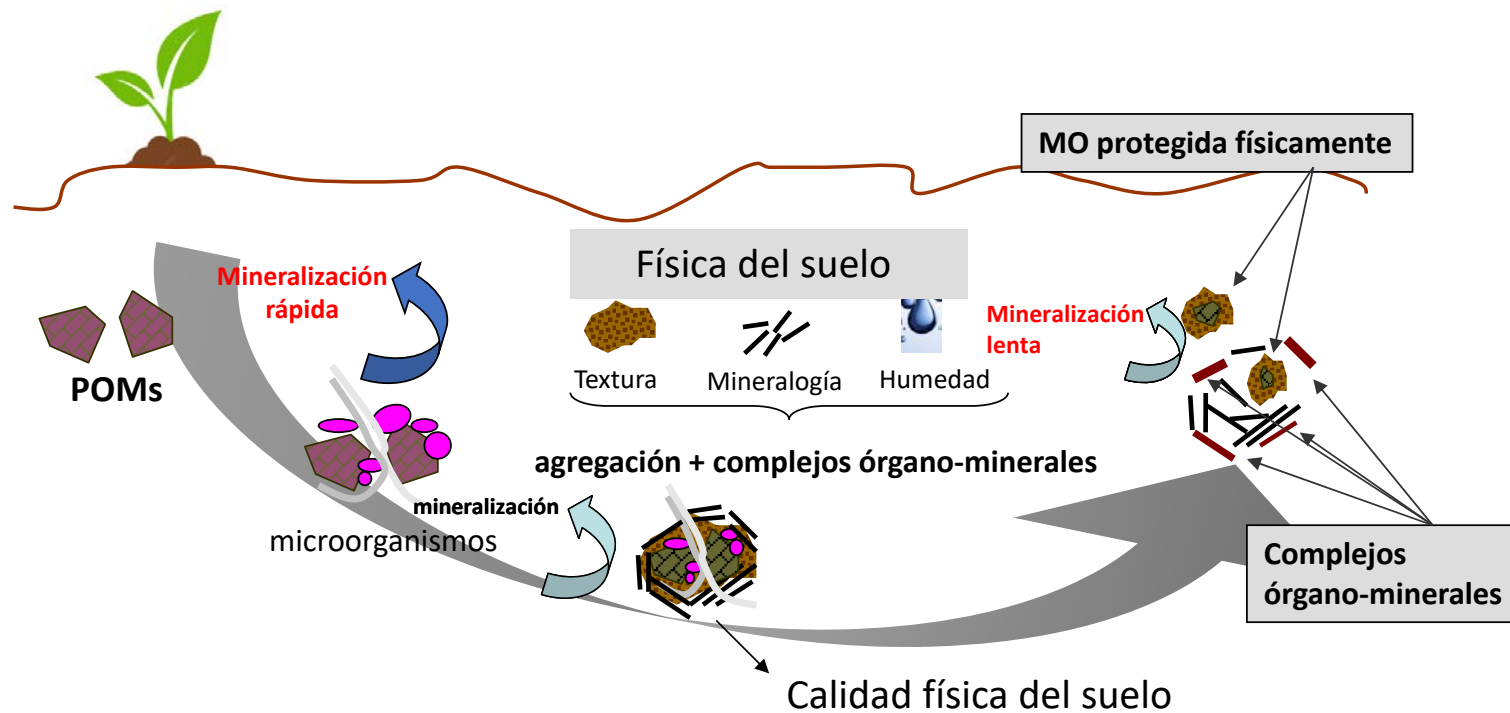
Estudio de rotaciones en suelos ácidos



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

utad UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

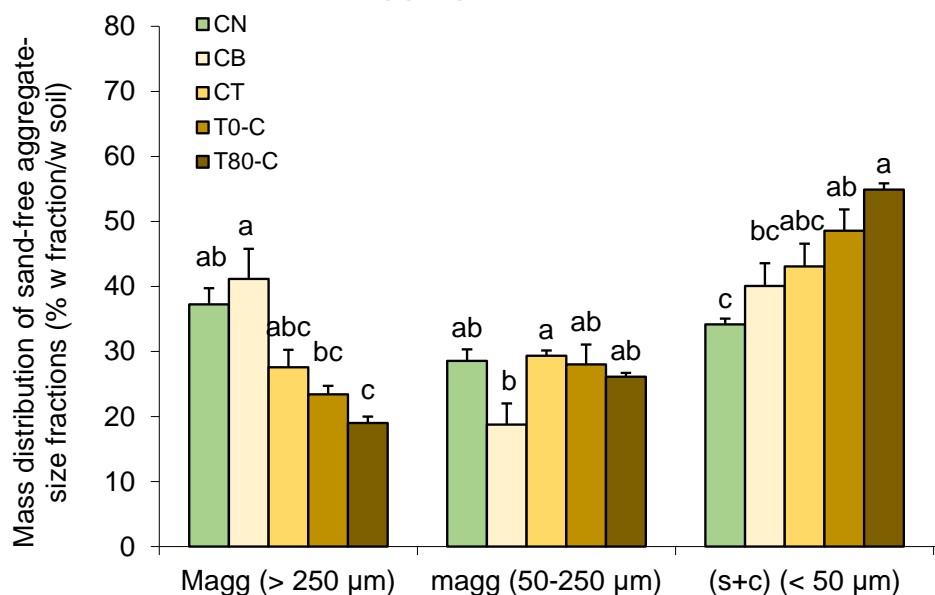


Estudio de rotaciones en suelos ácidos

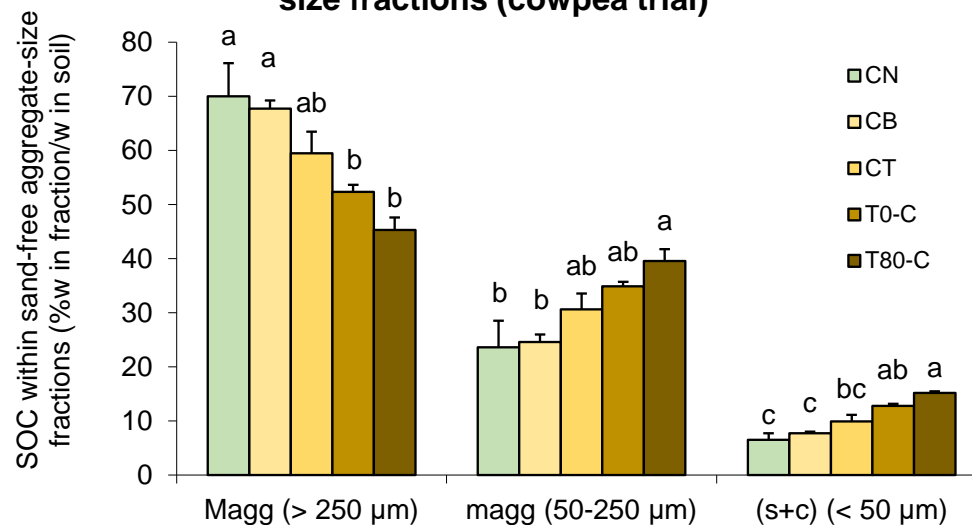
Ensayo **garbanzo regadío** (*Vigna unguiculata* 'Fradel' cv.)



Soil aggregate-size fractions (cowpea trial)¹⁾



Percentage of SOC within sand-free aggregate-size fractions (cowpea trial)



ipna

Universidad Pública de Navarra
fardoako Unibertsitate Publikoa

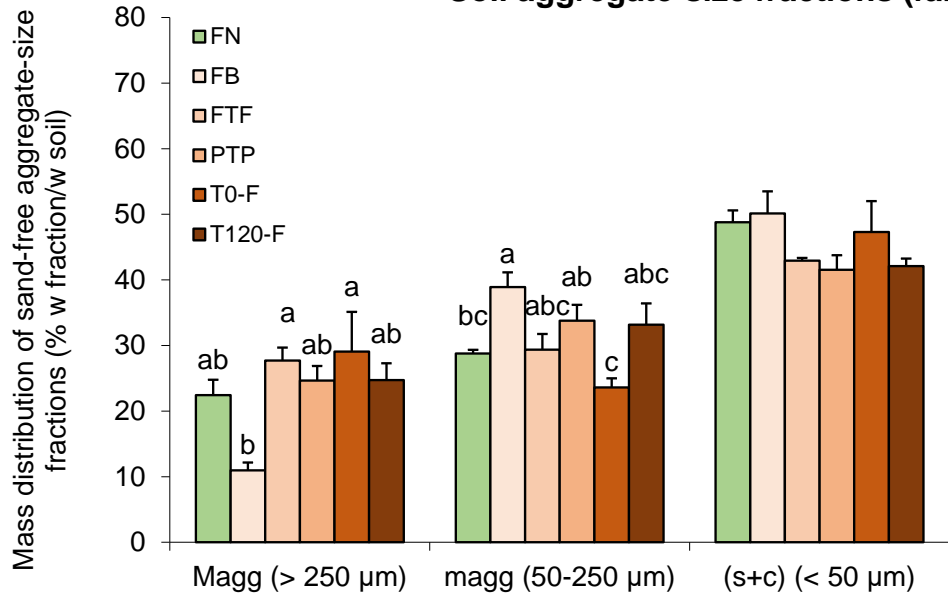
Unidad UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Estudio de rotaciones en suelos ácidos

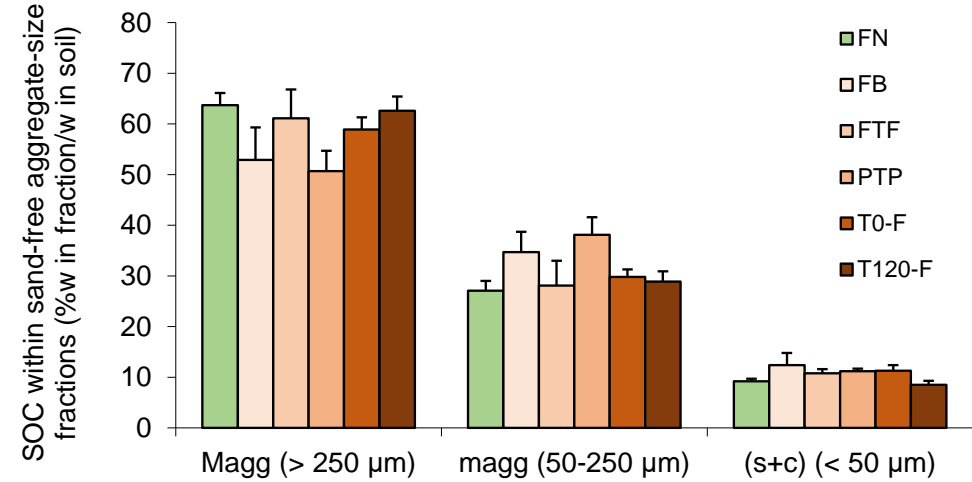


Ensayo **haba & guisante seco** (*Vicia faba* & *Pisum sativum* 'Grisel' cv.)

Soil aggregate-size fractions (faba & pea trial)

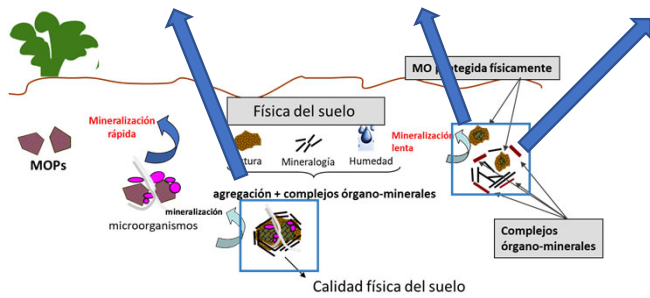


Percentage of SOC within sand-free aggregate-size fractions (faba & pea trial)



ipna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

tad
UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO ALENQUER



Estudio de rotaciones en suelos ácidos

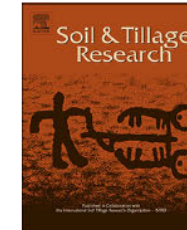
Soil & Tillage Research 186 (2019) 23–35



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil & Tillage Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/still



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

utad UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

Different efficiencies of grain legumes in crop rotations to improve soil aggregation and organic carbon in the short-term in a sandy Cambisol

Miguel Oliveira^{a,*}, Pierre Barré^b, Henrique Trindade^a, Iñigo Virto^c

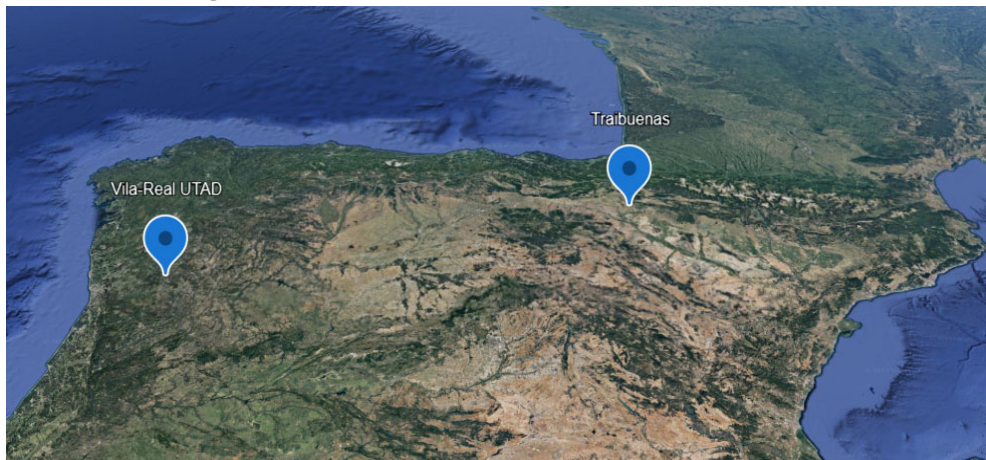
^a Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and Biological Sciences (CITAB-UTAD), Quinta de Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal

^b Laboratoire de Géologie, PSL Research University, UMR 8538 CNRS-ENS, 24 rue Lhomond, 75231 Paris cedex 05, France

^c Universidad Pública de Navarra, Departamento Ciencias del Medio Natural, ETSIA, Campus Arrosadia, 31006 Pamplona, Spain



Estudio de cubiertas bajo la viña



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

INTIA

25 NEIKER
1998 - 2023

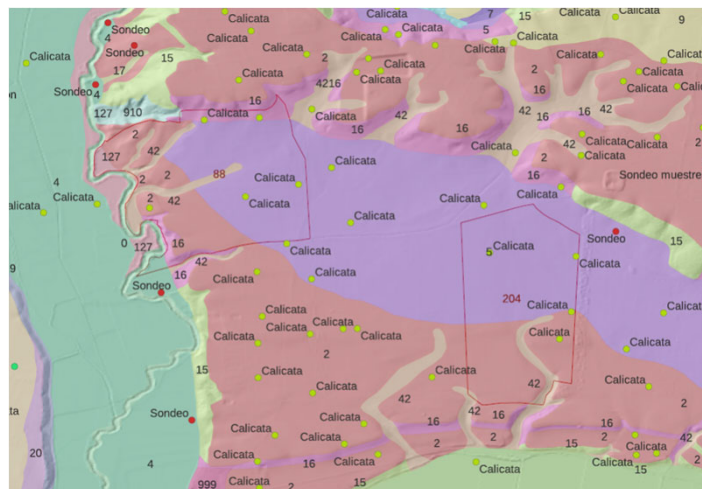
OCHOA

Estudio de cubiertas bajo la viña



The soil is a **Typic Calcixerept** (Soil Survey Staff, 2014), with a loam texture (47.2% sand, 31.0% silt and **31.8% clay**) down to the first 90 cm. In the initial soil sampling (pooled sample from trial area), before the experiment started, the content of soil organic carbon (SOC) was 0.73%, the content of **total carbonates was 33.04%**, and the percentage of active limestone was 8.94%.

The *Vitis vinifera* L. variety cultivated is Merlot (clone 343) grafted onto rootstock 420A, with a planting distance of 3 × 1 m,



Estudio de cubiertas bajo la viña

Ensayo Merlot regadío



Sistema	Riego	Cubierta
Cubierta	61 mm/año	<i>Trifolium fragiferum</i> L.
Testigo labrado	61 mm/año	--

Soil functions and ecosystem services	Related soil properties	Indicators	EU Soil Health Mission	
			Goals	Indicators
Nutrient cycling (Biomass production)	Essential nutrients, potentially toxic elements, carbonates content and type	N, P, micronutrients (if needed) electrical conductivity, total and active carbonates.	Reduce land degradation, soil conservation	Soil nutrients and acidity
Water cycle regulation (water supply and use-efficiency)	Water storage ability and infiltration	Bulk density, available water storage capacity, infiltration rate	Improve soil structure	Soil structure
Soil structure maintenance (erosion control)	Structure stability	Compaction, aggregate stability and size-distribution	Improve soil structure	Soil structure including bulk density, absence of sealing and erosion
Organic matter cycling (climate regulation)	C cycling , organic fraction	Total organic C storage, functional fractions	Conserve and increase soil organic C stocks	Soil organic C stock
Habitat provision and biological population regulation (biodiversity conservation)	Mesofauna and microbial populations diversity	Earthworms, abundance, diversity and activity of microbial populations	Enhance habitat quality for soil biota	Not cited in the EU strategy



Estudio de cubiertas bajo la viña

Ensayo Merlot regadío



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

INTIA

25¹⁹⁹⁸⁻²⁰²³ NEIKER

OCHOA

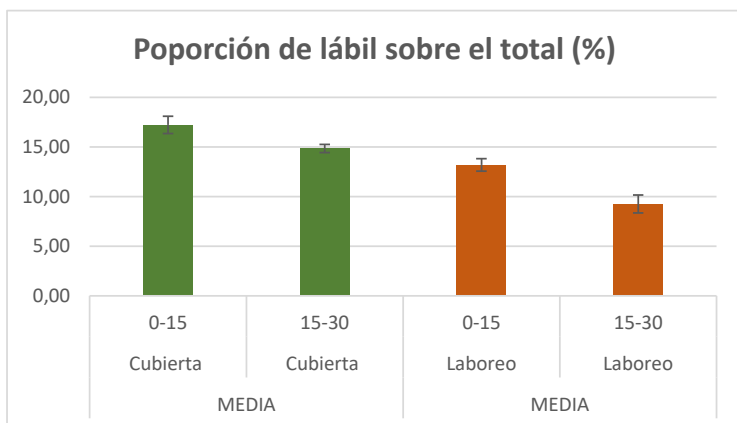
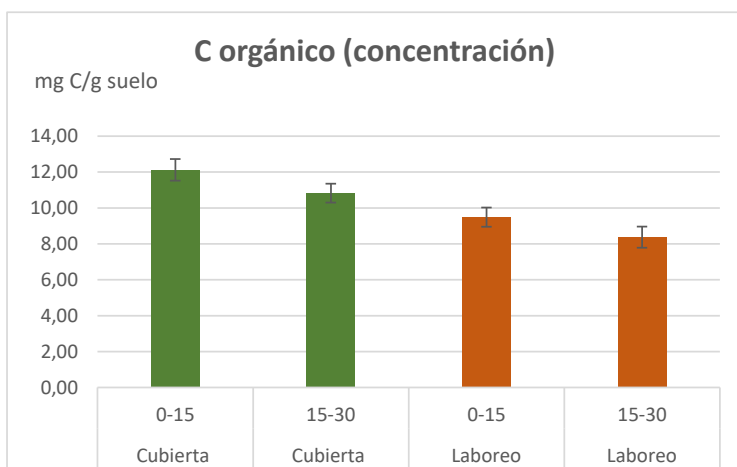


Table 2

Effect of treatments on soil hydraulic conductivity (K_s), bulk density and porosity after 20 months. UV: under-vine cover crop. T: tilled control. p -values <0.05 appear highlighted in bold.

Soil depth	Treatment	K_s (cm·min ⁻¹)	Bulk density (g·cm ⁻³)	Porosity
0-15 cm	UV	0.006	1.515	0.428
	T	0.009	1.460	0.449
	p	0.586	0.401	0.401
15-30 cm	UV	0.008	1.618	0.390
	T	0.001	1.743	0.342
	p	0.009	0.074	0.074

Table 3

Effect of treatments on the size-distribution of water-stable aggregates and water stability in the surface layer (0-15 cm) after 15 months. UV: under-vine cover crop. T: tilled control. p -values <0.05 appear highlighted in bold.

Soil depth	Treatment	Magg (%)	magg (%)	s+c (%)	MWD (μm)	WSA (%)
0-15 cm	UV	88.28	8.375	2.649	1.819	84.68
	T	76.73	17.821	4.047	1.558	71.53
	p	0.027	0.025	0.073	0.020	0.020

Magg: Macroaggregates (> 250 μm); magg: microaggregates (50-250 μm); s+c: Silt + clay (< 50 μm); MWD: mean weight diameter; WSA: water stable aggregate.

Estudio de cubiertas bajo la viña

Ensayo Merlot regadío

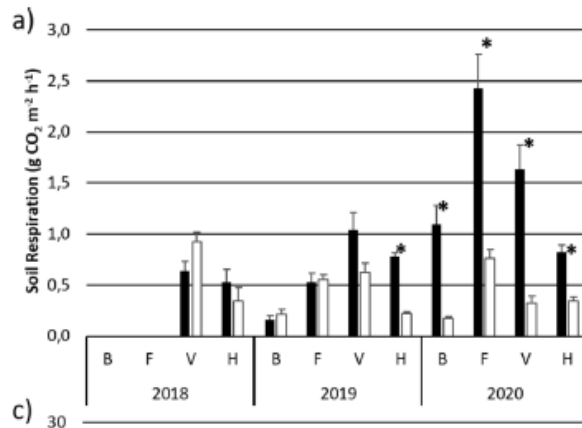


Fig. 2. Effect of treatments on soil respiration, moisture and temperature at 10 cm soil depth, and surface temperature at budburst (B), flowering (F), veraison (V) and harvest (H) times. a) Soil respiration ($\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$); b) Soil moisture at 6 cm soil depth (%); c) Soil temperature at 10 cm soil depth ($^{\circ}\text{C}$); d) Surface temperature ($^{\circ}\text{C}$). UV: under-vine cover crop. T: tilled control. *Significant differences 95%.



Estudio de cubiertas bajo la viña

Ensayo Merlot regadío



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

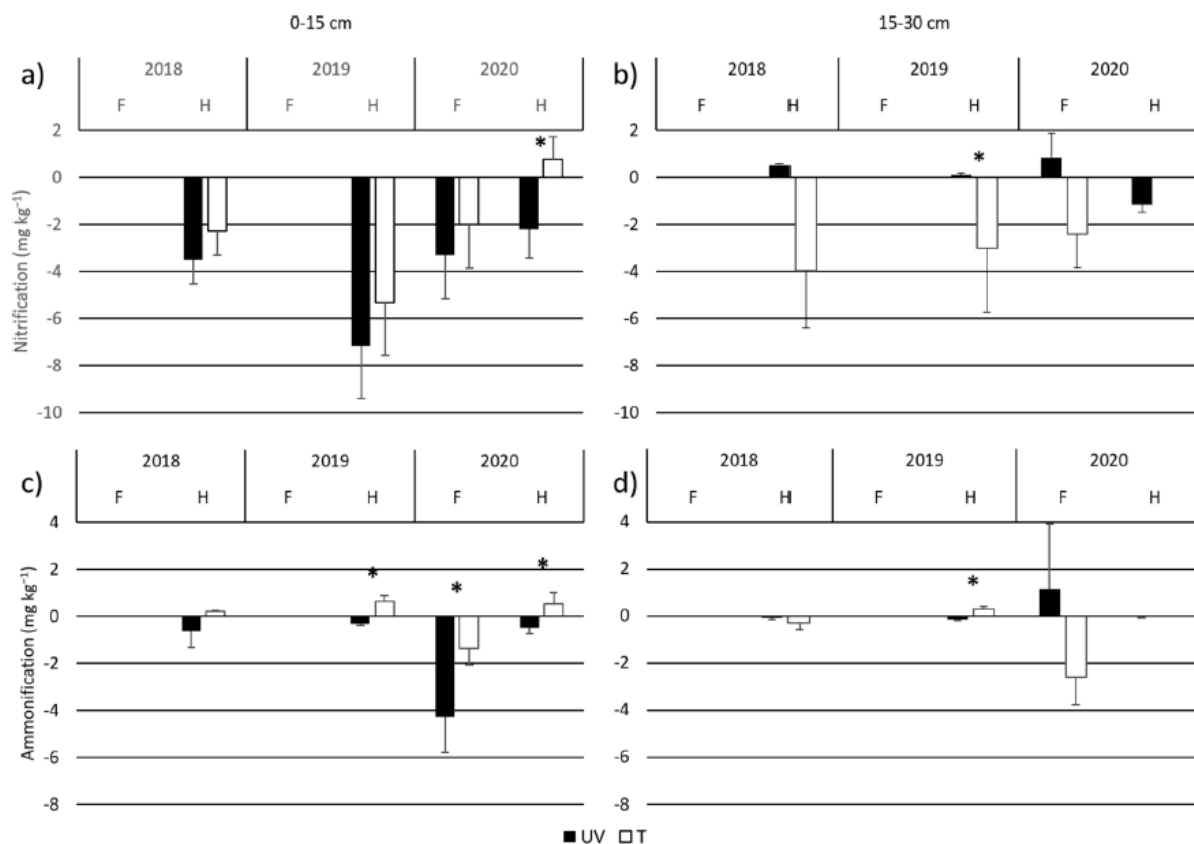


Fig. 4. Effect of treatments on nitrate and ammonium balance at flowering (F) and harvest (H).

(a) Nitrification in layer 0-15 cm; (b) Nitrification in layer 15-30 cm; (c) Ammonification in layer 0-15 cm; (d) Ammonification in layer 15-30 cm. UV: under-vine cover crop. T: tilled control. * Significant differences 95%.

Estudio de cubiertas bajo la viña

Ensayo Merlot regadío



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Scientia Horticulturae

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti



Under-vine cover crops: Impact on physical and biological soil proprieties in an irrigated Mediterranean vineyard



F.J. Abad ^{a,b}, D. Marín ^b, B. Imbert ^c, I. Virto ^c, C. Garbisu ^d, L.G. Santesteban ^{b,*}

^a INTIA, Edificio de Peritos, Villava, Navarra, Spain

^b Department of Agronomy, Biotechnology and Food Science, Public University of Navarra, Pamplona, Spain

^c Department of Science, Public University of Navarra, Pamplona, Spain

^d NEIKER-Basque Institute of Agricultural Research and Development, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Parque Científico y Tecnológico de Biskaia, PS12, Derio 48160, Spain



upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

25¹⁹⁹⁸⁻²⁰²³ NEIKER

OCHOA



UNDERVINE

Cubiertas vegetales bajo la cepa como alternativa a los herbicidas y al laboreo mecánico en viñedos. Efectos sobre el comportamiento agronómico, uso del agua y salud del suelo

Proyectos de Transición Ecológica y Digital 2021

Resumen

- Existe un interés en las leguminosas como cultivos “mejoradores” del suelo.
- Esta “mejora” se asocia a su capacidad de fijar N atmosférico, y de modificar la cantidad y calidad de los restos de cultivo.
- Algunos resultados indican que las consecuencias de este cambio en el estado del suelo pueden verse en un plazo de tiempo relativamente corto (2-3 años), y afectan tanto al ciclo del C y su estabilización, como al del N y a las propiedades físicas del suelo.
- La respuesta es sin embargo dependiente del tipo de condiciones edafoclimáticas, de la especie, y de las características del agrosistema.



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Leguminosas:

Manejo en las rotaciones y salud del suelo

Eskerrik asko
Muchas gracias

Agradecimientos

UTAD: M. Oliveira, H. Trindade

ENS-Paris: P. Barré

Neiker: C. Garbisu

UPNA: G. Santestebam, B. Imbert

EVENA: A. Sagüés, F. Cibriáin

INTIA: J. Abad



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa