

# soiluzioak

2023

Euskadiko Lurzorua Babesteko Kongresua  
Congreso de Protección del Suelo de Euskadi  
Basque Country Soil Protection Congress

## LIFE-IP NADAPTA: Evaluación de la vulnerabilidad y resiliencia de los suelos en una estrategia regional de adaptación de la agricultura a los efectos del cambio climático

Rodrigo Antón, Miguel Itarte, Javier Arricibita, Alberto Ruiz-Sagaseta,  
Alberto Enrique, Isabel de Soto, Luis Orcaray, Armelle Zaragüeta, Iñigo Virto



# LIFE NADAPTA-IP: Estrategia integrada de adaptación al cambio climático de la Comunidad Foral de Navarra

15.565.090 €  
8 AÑOS (2017–2025)



Agua



Salud



Bosques



Infraestructuras y  
planificación territorial



Agricultura



Monitoreo



Hoja de Ruta del Cambio Climático de Navarra (HCCN-KLINa)

Ley Foral de Cambio Climático (22 marzo 2022)

Socios:





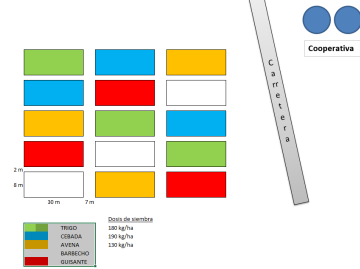
# C4.1: Optimización de la adaptabilidad de los agrosistemas al Cambio Climático mediante estrategias de manejo del suelo

## Parcelas experimentales

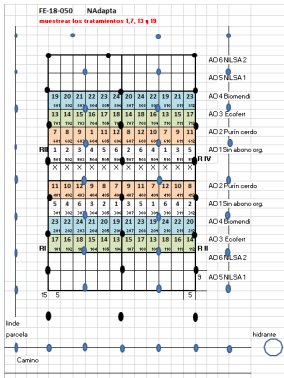
Ilundain (Agricultura de conservación)



Sesma (Rotaciones)



Artajona (Enmiendas orgánicas)



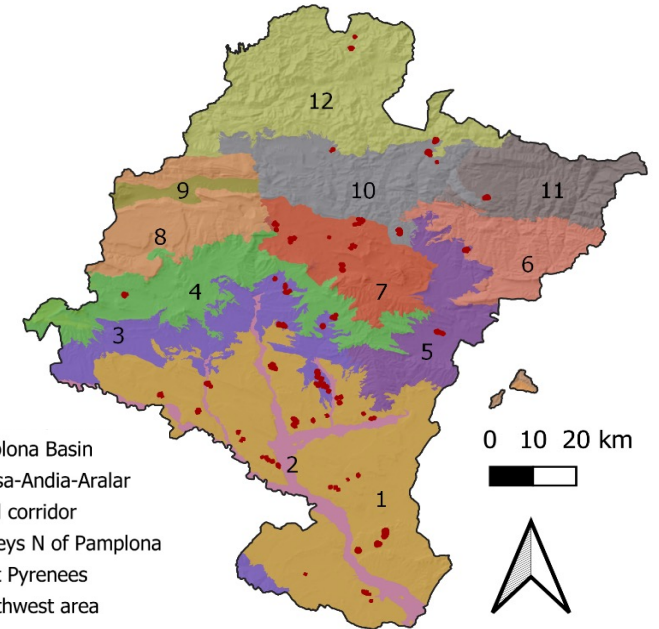
Eneriz (Introducción del regadío)



## Estudio regional

**Zones**

- 1 Ribera
- 2 Fluvial areas
- 3 South Midlands
- 4 North Midlands
- 5 East Midlands
- 6 East Pro-Pyrenees
- 7 Pamplona Basin
- 8 Urbasa-Andia-Aralar
- 9 Arakil corridor
- 10 Valleys N of Pamplona
- 11 East Pyrenees
- 12 Northwest area
- Network of plots



# Towards an integrated, coherent and inclusive implementation of climate change adaptation policy in a region: Navarra"

15.565.090€  
8 AÑOS (2017–2025)



## C4.1: Optimización de la adaptabilidad de los agrosistemas al Cambio Climático mediante estrategias de manejo del suelo

Objetivos:

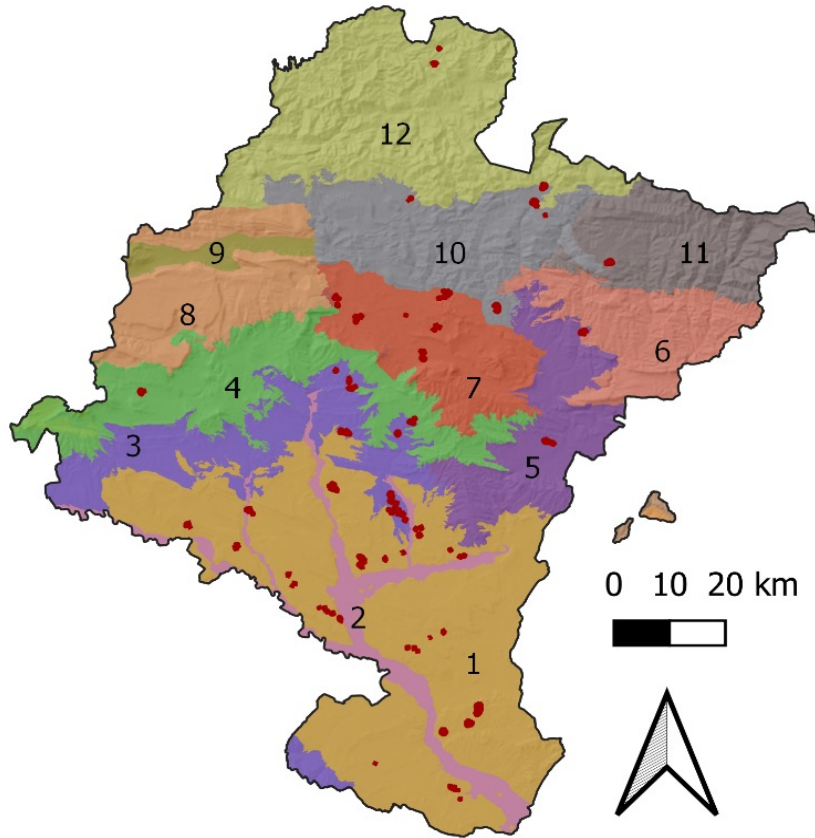
- Evaluación de la vulnerabilidad ante al cambio climático de los suelos agrícolas de la region
- Cuantificación del efecto asociado a diferentes estrategias adaptativas de manejo del suelo



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

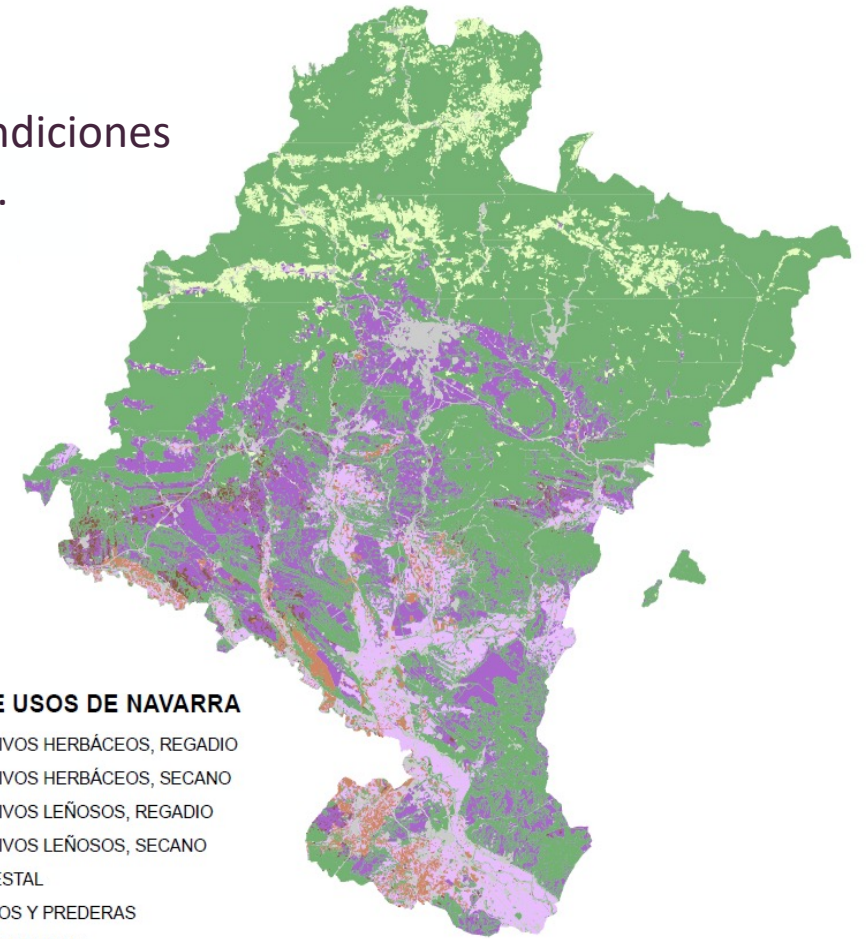
# Zonificación y definición de la red de parcelas

**Zonificación NADAPTA:** Zonas homogéneas en cuanto a las condiciones para el desarrollo de vegetación.



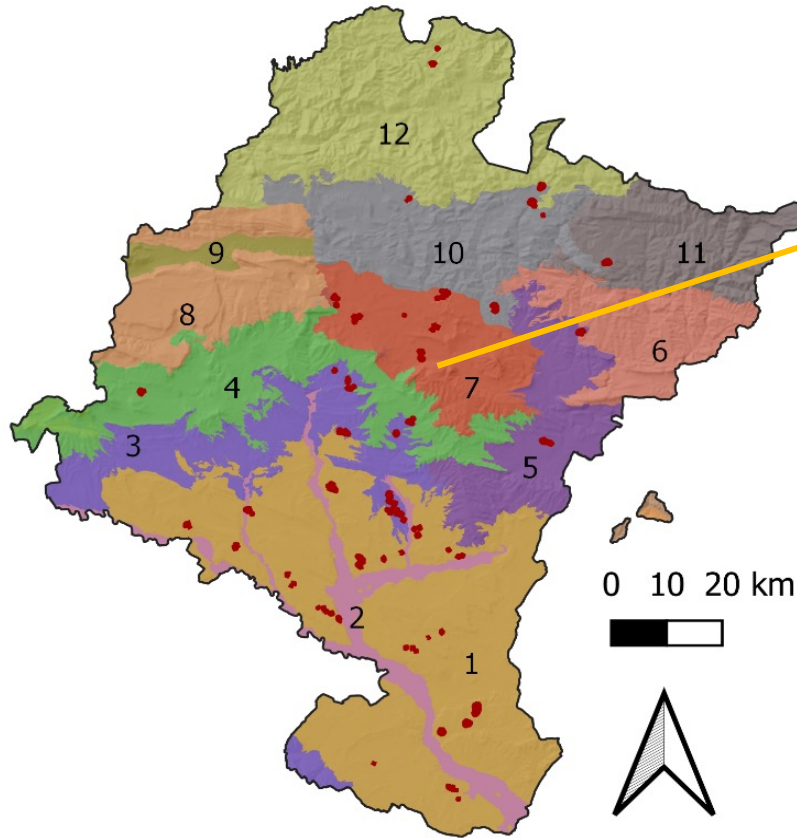
**Zones**

- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 1 Ribera            | 7 Pamplona Basin         |
| 2 Fluvial areas     | 8 Urbasa-Andia-Aralar    |
| 3 South Midlands    | 9 Arakil corridor        |
| 4 North Midlands    | 10 Valleys N of Pamplona |
| 5 East Midlands     | 11 East Pyrenees         |
| 6 East Pro-Pyrenees | 12 Northwest area        |
| Network of plots    |                          |



**MAPA DE USOS DE NAVARRA**

- CULTIVOS HERBÁCEOS, REGADIO
- CULTIVOS HERBÁCEOS, SECANO
- CULTIVOS LEÑOSOS, REGADIO
- CULTIVOS LEÑOSOS, SECANO
- FORESTAL
- PASTOS Y PREDERAS
- IMPRODUCTIVO



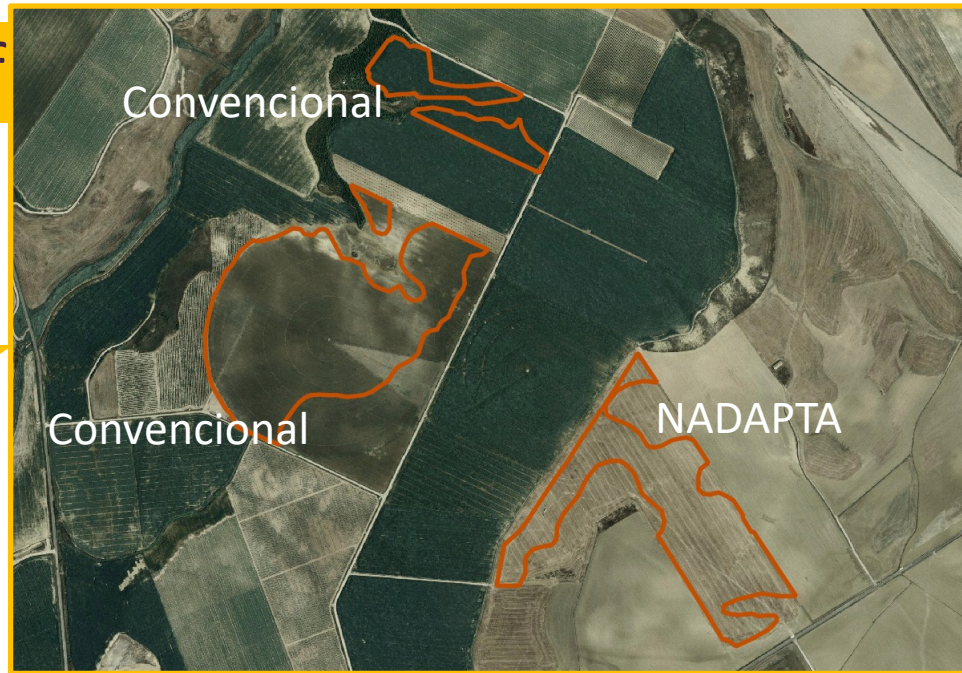
0 10 20 km



**Zones**

- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 1 Ribera            | 7 Pamplona Basin         |
| 2 Fluvial areas     | 8 Urbasa-Andia-Aralar    |
| 3 South Midlands    | 9 Arakil corridor        |
| 4 North Midlands    | 10 Valleys N of Pamplona |
| 5 East Midlands     | 11 East Pyrenees         |
| 6 East Pro-Pyrenees | 12 Northwest area        |
| Network of plots    |                          |

Zonif



parcelas

>150 parcelas

Grupos de parcelas → 41 grupos

- Parcelas manejo adaptativo > 5 años de manera consecutiva
- Contiguas o cerca de parcelas manejo convencional
- **Principales tipo de suelos en cada zona**

# Estrategias de manejo del suelo adaptativas

**Estrategias adaptativas NADAPTA** → Prácticas agrícolas actualmente implantadas en Navarra

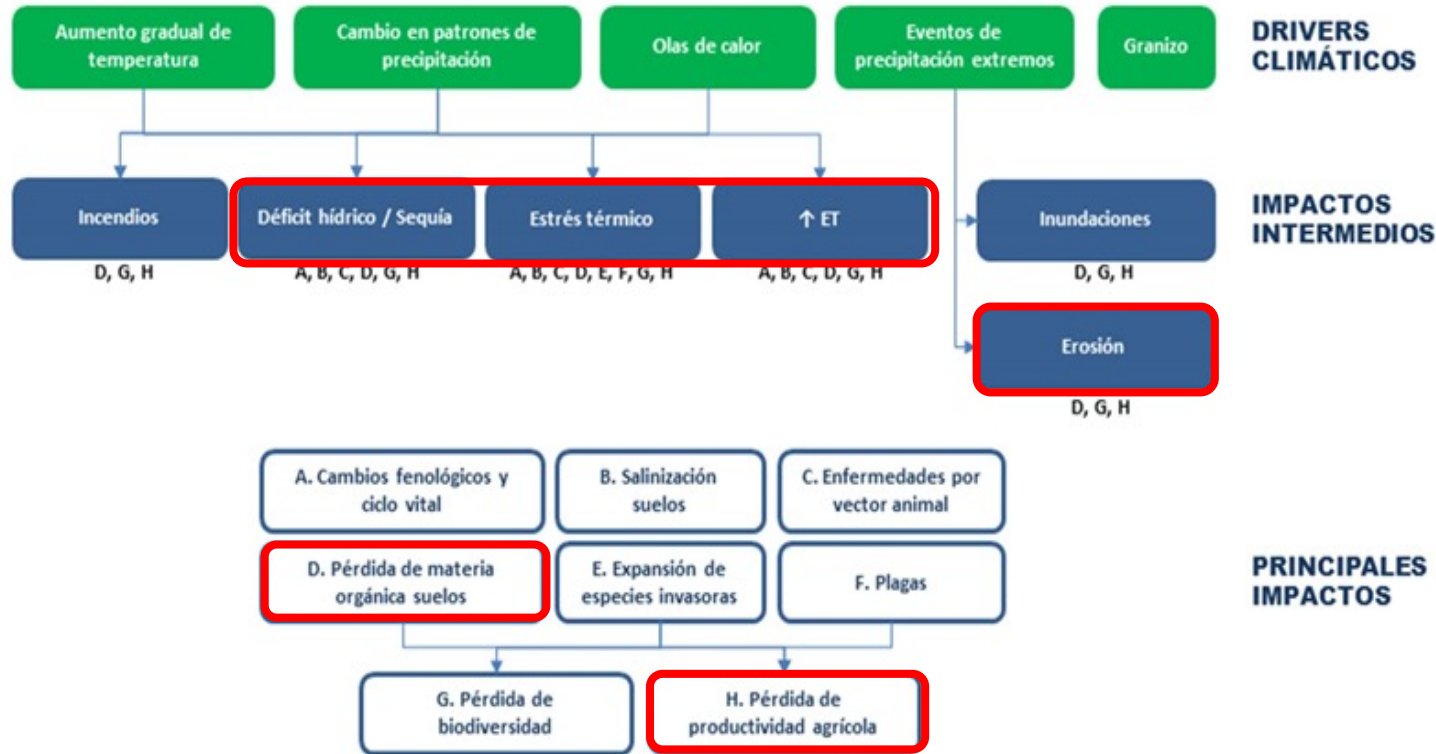
▮ Agricultura de conservación → No laboreo  
→ Cubiertas vegetales

▮ Manejo de fuentes exógenas de carbono orgánico → Uso de enmiendas orgánicas en dosis agronómicas

▮ Rotación de cultivos → Secuencia regular de cultivos (secano y regadío)



Mapa de peligros, impactos y receptores en el sector agrario



Evaluación  
impactos suelos agrícolas



Indicadores de resiliencia

- ▮ Contenido carbono orgánico del suelo
- ▮ Densidad aparente
- ▮ Capacidad de retención agua disponible





## Evaluación de la vulnerabilidad ante al cambio climático de los suelos agrícolas de la región

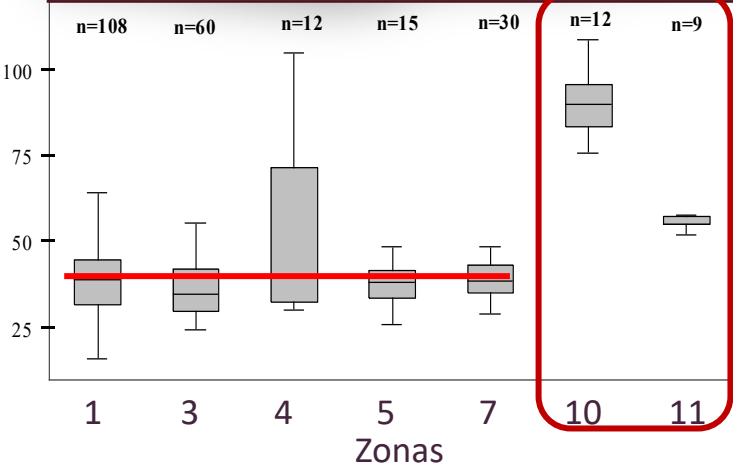
**N** **Uso convencional** de la red de parcelas → *Baseline*

## Cuantificación del efecto asociado a diferentes estrategias adaptativas de manejo del suelo

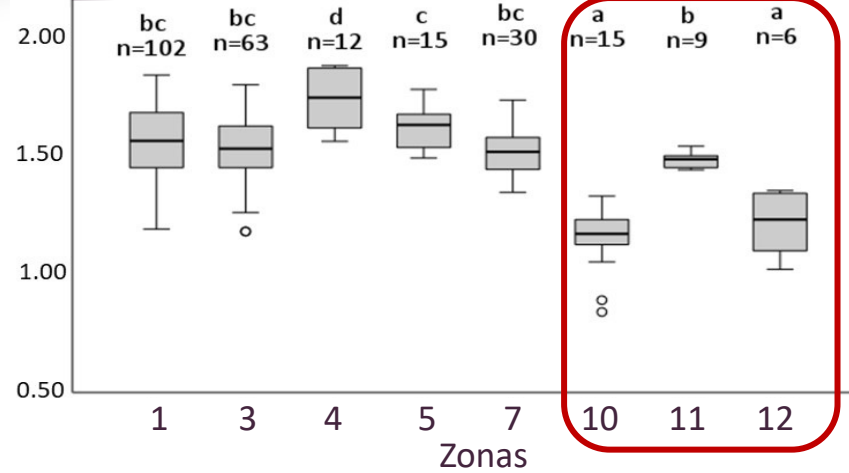
$$\text{Ratio de respuesta}(RR) = \frac{\bar{X}_{Adaptive}}{\bar{X}_{Conventional}}$$

# Resultados: Punto de partida vulnerabilidad

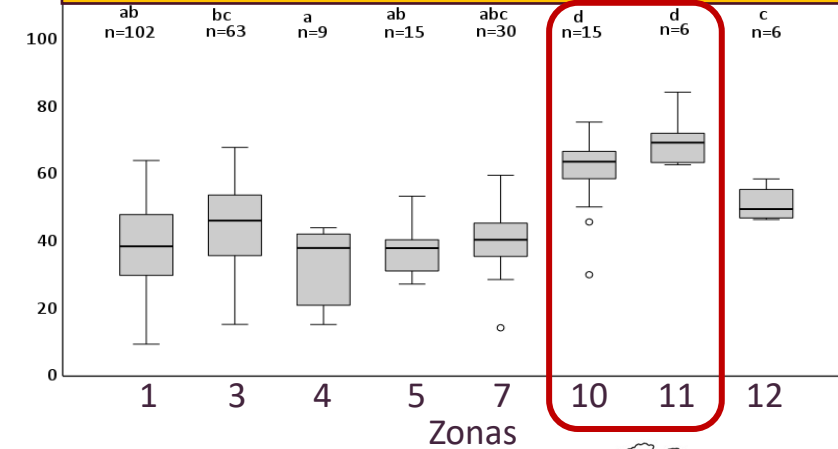
**Contenido C orgánico (Mg ha<sup>-1</sup>)**



**Densidad aparente (g cm<sup>-3</sup>)**



**Retención de agua-CRAD (mm in 30 cm)**

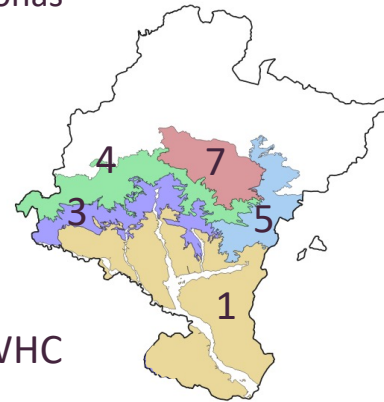
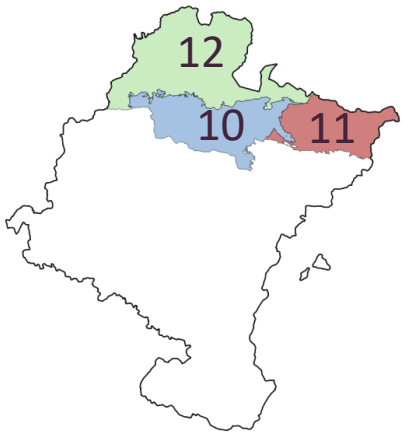


SOC →

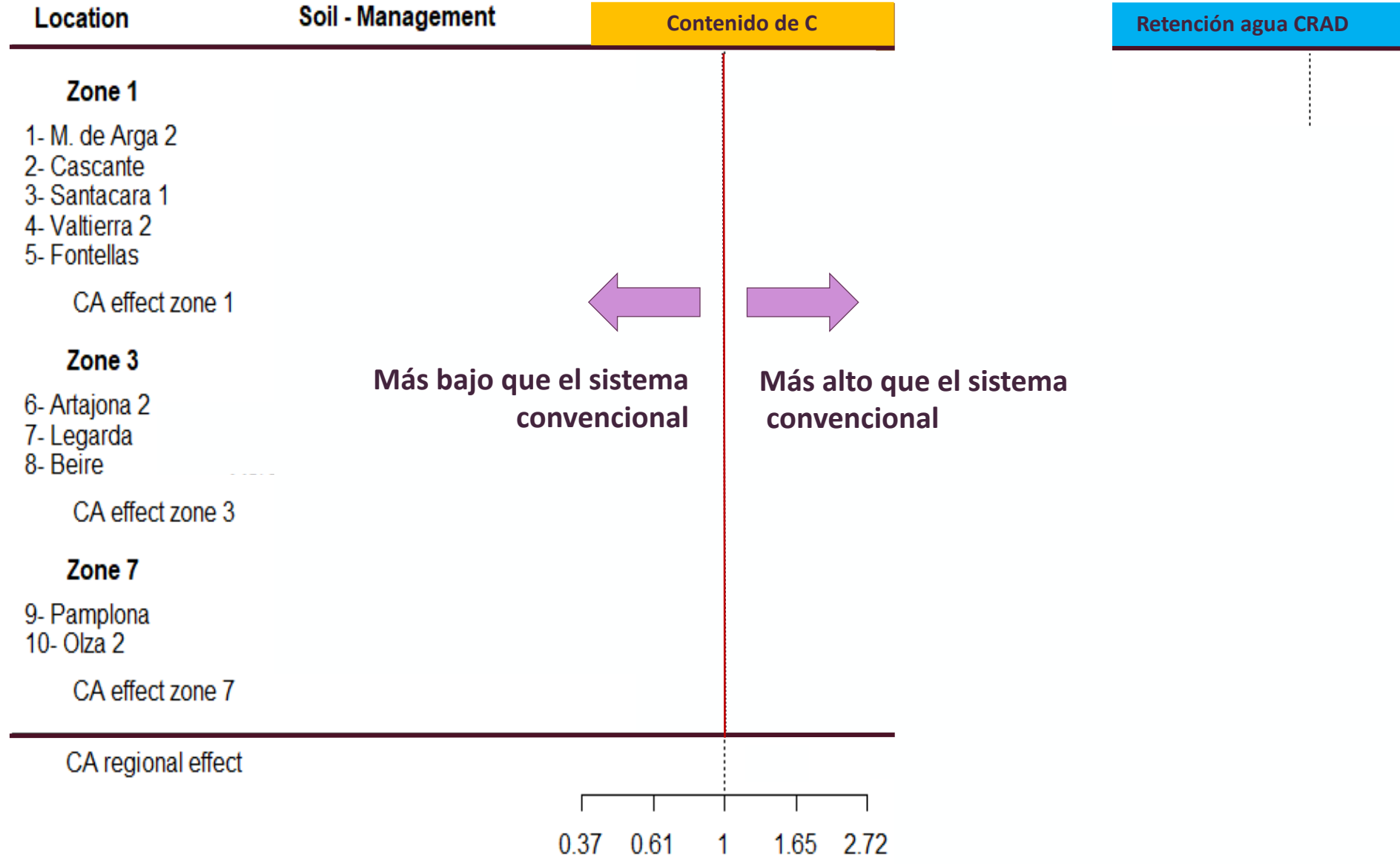
- Rango medio nacional 45.3 ± 28.5 Mg C ha<sup>-1</sup> (Rodríguez Martín et al., 2016)
- Estudios previos llevados a cabo en esta zona (Fernández-Ugalde et al. 2009; Imaz et al. 2010)

En general → Áreas asociadas a pastos y praderas (10,11 and 12) → ↑ SOC, ↓ BD and ↑ AWHC

- En línea con otros estudios a nivel regional y nacional (Ammann et al., 2009; Lasanta et al., 2020; Peco et al., 2017; Tang et al., 2019)



# Ratio respuesta: Agricultura de conservación





## Soil organic carbon monitoring to assess agricultural climate change adaptation practices in Navarre, Spain

Rodrigo Antón<sup>1</sup> · Francisco Javier Arricibita<sup>1</sup> · Alberto Ruiz-Sagaseta<sup>1</sup> · Alberto Enrique<sup>1</sup> · Isabel de Soto<sup>1</sup> · Luis Orcaray<sup>2</sup> · Armelle Zaragüeta<sup>1,2</sup> · Iñigo Virto<sup>1</sup>

Received: 26 June 2020 / Accepted: 10 May 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2021

### Abstract

Climate change adaptation strategies are needed for agriculture, one of the most vulnerable human activities. In Navarre, North of Spain, ongoing adaptive management practices were identified and promoted in the framework of a regional adaptation strategy. Most include practices aiming to increase topsoil organic carbon (SOC) in agricultural land. In this work, the effectiveness of these practices (conservation agriculture, crop rotations, additions of organic matter, irrigation, and controlled grazing management) was assessed by means of monitoring SOC in a network of 159 agricultural fields across the region. These fields were selected across bioclimatic zones, where soil vulnerabilities and land-uses were previously assessed, to represent the most widespread conditions in the region. A sampling protocol designed to compare SOC stocks in plots with equal soil conditions within each zone, and with or without adaptive practices, allowed the determination of their effect size (measured as response ratios, RR). Exogenous organic matter addition was the most effective practice for SOC storage (RR 95% confidence interval (CI) [1.25–1.37]) across the region. Controlled grazing also resulted in net SOC gains (RR CI [1.13–1.42]) in temperate and semiarid grasslands. Conservation agriculture seemed to be more effective in the driest zone (RR CI [1.30–1.53]) than in the more humid ones (RR CI [0.98–1.21]). Irrigation also displayed a net positive effect (RR CI [1.17–1.34]), modulated by irrigated crop management, whereas crop rotations had an overall negative impact vs. monoculture (RR CI [0.84–0.96]), likely by their interaction with irrigation. These results confirm the variability in SOC responses to changes in management, and SOC as an indicator for assessing regional adaptation practices, although other biophysical, agronomic, and socio-economic factors also need to be accounted for.



### Article

## Soil Water Retention and Soil Compaction Assessment in a Regional-Scale Strategy to Improve Climate Change Adaptation of Agriculture in Navarre, Spain

Rodrigo Antón<sup>1</sup>, Alberto Ruiz-Sagaseta<sup>1</sup>, Luis Orcaray<sup>2</sup>, Francisco Javier Arricibita<sup>1</sup>, Alberto Enrique<sup>1</sup>, Isabel de Soto<sup>1</sup> and Iñigo Virto<sup>1,\*</sup>

- <sup>1</sup> Departamento Ciencias, IS-FOOD, Universidad Pública de Navarra, 31006 Pamplona, Spain; rodrigo.anton@unavarra.es (R.A.); alberto.ruiz@unavarra.es (A.R.-S.); arricibita@unavarra.es (F.J.A.); alberto.enrique@unavarra.es (A.E.); isabelsonsoles.desoto@unavarra.es (I.d.S.)
  - <sup>2</sup> Área de Innovación, Sección de Sistemas Sostenibles, Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias, 31610 Villava, Spain; lorcaray@intiasa.es
- \* Correspondence: inigo.virto@unavarra.es; Tel.: +34-948-169-166

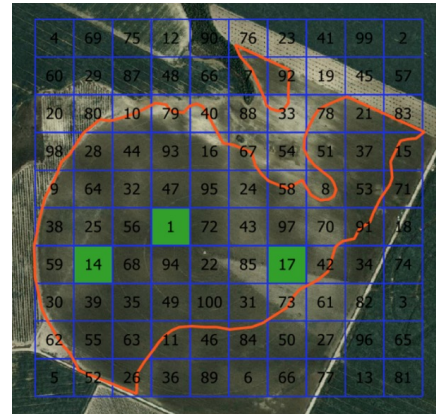
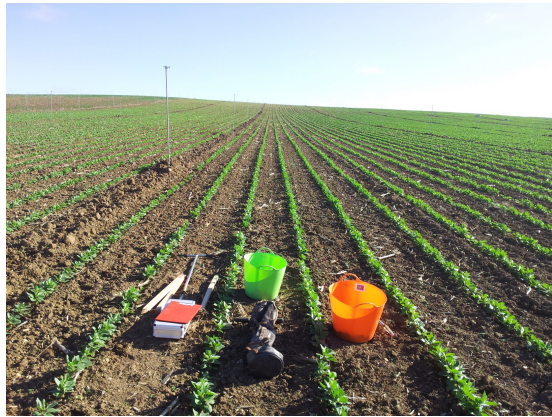
**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the different agricultural management adaptive strategies considered in the framework of a regional climate change adaptation roadmap in Navarre (Spain), from the point of view of soil physical indicators associated to soil compaction and water retention. These indicators were chosen as representative of the potential of these strategies to improve the soil physical condition. That for, the effectiveness of conservation agriculture (CA), crop rotations (ROT), additions of organic matter (ExO), irrigation (IRR) and innovative grassland management (GSS) was assessed by monitoring soil bulk density (BD) and soil available water holding capacity (AWHC) in a network of 159 agricultural fields across homogeneous agro-climatic zones in the region. A sampling protocol designed to compare groups of plots with or without adaptive practices, and with equal soil characteristics within each zone, allowed to determine the effect size of each strategy (measured as response ratios, RR, calculated as the relative value of BD and AWHC in fields with adaptive management vs. without). Both parameters responded to soil and crop management, although the observed effect was highly variable. Only the ExO strategy showed



**Citation:** Antón, R.; Ruiz-Sagaseta, A.; Orcaray, L.; Arricibita, F.J.; Enrique, A.; Soto, I.d.; Virto, I. Soil Water Retention and Soil Compaction Assessment in a Regional-Scale Strategy to Improve Climate Change Adaptation of Agriculture in Navarre,

## Plan de Gestión Resiliente del Suelo para la optimización de la adaptabilidad de los agrosistemas mediante estrategias de manejo:

- Identificar parcelas de interés / casos de éxito en el proyecto
- Continuar el monitoreo en las fases 3 y 4 del proyecto (2021 – 2025)



## Encuentro con agentes representativos:

### Principales barreras y oportunidades en relación a la aplicación de estas estrategias:

#### ➤ Barreras:

##### *Limitaciones técnicas:*

- Posible compactación del suelo a medio-largo plazo (AC)
- Dificultades en la implementación en zonas en regadío, por limitaciones en el manejo de los residuos de cultivo (AC)
- Percepción de una mayor posibilidad de incidencia de plagas, enfermedades y plantas adventicias (AC)
- Falta de disponibilidad para satisfacer necesidades de los cultivos a lo largo de la temporada (E. Orgánicas)
- Variabilidad en la composición de los productos y posible contaminación metales pesados (E. Orgánicas)
- Desconocimiento que existe sobre el manejo de algunos cultivos (Rot. C.)

##### *Limitaciones económicas*

- Inversión mayor en maquinaria para la siembra directa (AC)
- Reticencias relacionadas con la previsión de prohibir el glifosato (AC)
- Coste adicional por la necesidad de nueva maquinaria (Rot. C.)

##### *Limitaciones sociales:*

- Escasa predisposición general al cambio por parte de los agricultores
- Elevada edad media de los agricultores



## Encuentro con agentes representativos:

### Principales barreras y oportunidades en relación a la aplicación de estas estrategias:

#### ➤ Propuestas de mejora :

- Promover incentivos o ayudas económicas a la adquisición de maquinaria (AC)
- Desarrollo regulación sobre análisis de abonos orgánicos (E. Orgánicas)
- Desarrollo tratamientos de cara a facilitar la manipulación y transporte de abonos orgánicos (E. Orgánicas)
- Demostraciones de campo estudios económicos de rotaciones a medio y largo plazo, en base a las diferentes zonas de Navarra (Rot. C.)
- Incentivos para los cultivos menos rentables, pero con beneficios medioambientales para promover su empleo en las rotaciones (Rot. C.)
- Apoyo por parte de la agroindustria a los cultivos menores favorables para las rotaciones, incluyendo un soporte técnico en su producción (Rot. C.)
- Valorizar la fijación de carbono en el suelo mediante “créditos de carbono”
- Certificación de productos producidos con estas estrategias





### KLINA - Hoja de Ruta del Cambio Climático de Navarra

Navarra apuesta por el compromiso con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático, en dirección hacia un nuevo modelo socioeconómico y energético con una economía baja en carbono y adaptada a los efectos climáticos, para ser un referente del desarrollo sostenible, con un territorio responsable ambientalmente y eficiente en el uso de recursos, con un equilibrio entre las personas, su actividad y el medio en que se sustentan. Con este fin, se crea esta Plataforma Open Data en la que se recogen los informes de seguimiento de KLINA y el cuadro de mando con todos los indicadores, tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático en Navarra.

### Indicadores estratégicos de cambio climático

En esta sección se incluye información relativa a una selección de indicadores estratégicos, tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático, que deben servir para facilitar la toma de decisiones, así como las conclusiones relevantes de los resultados sectoriales.



Mitigación

Indicadores estratégicos

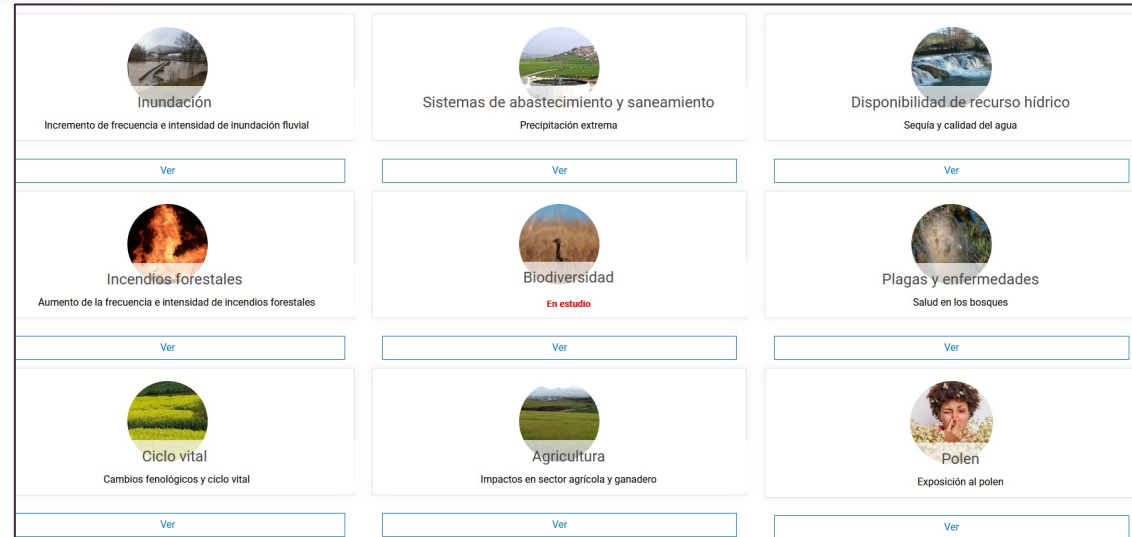
[Ver](#)



Adaptación

Indicadores estratégicos

[Ver](#)



El proyecto LIFE-IP NADAPTA-CC ha recibido financiación del Programa LIFE de la Unión Europea.

## Navarra se adapta al Cambio Climático

Portal de indicadores de seguimiento

El proyecto LIFE-IP NADAPTA-CC "Estrategia integrada para la adaptación al cambio climático en Navarra" tiene como objetivo la propuesta de medidas de adaptación de Navarra a los efectos del Cambio Climático. Dentro de este proyecto, esta plataforma tiene por objeto evaluar el impacto territorial de los efectos del cambio climático en Navarra.

#### Acciones del proyecto

LIFE NAdapta. Acciones del proyecto

En este panel de control interactivo se muestra:

- El presupuesto para cada fase del proyecto (2017-2019, 2020-2021, 2022-2023 y 2024-2025) y para cada sector que lo compone (C1. Monitorización, C2. Agua, C3. Bosques, C4. Agricultura, C5. Salud y C6. Infraestructuras y ordenación del territorio)

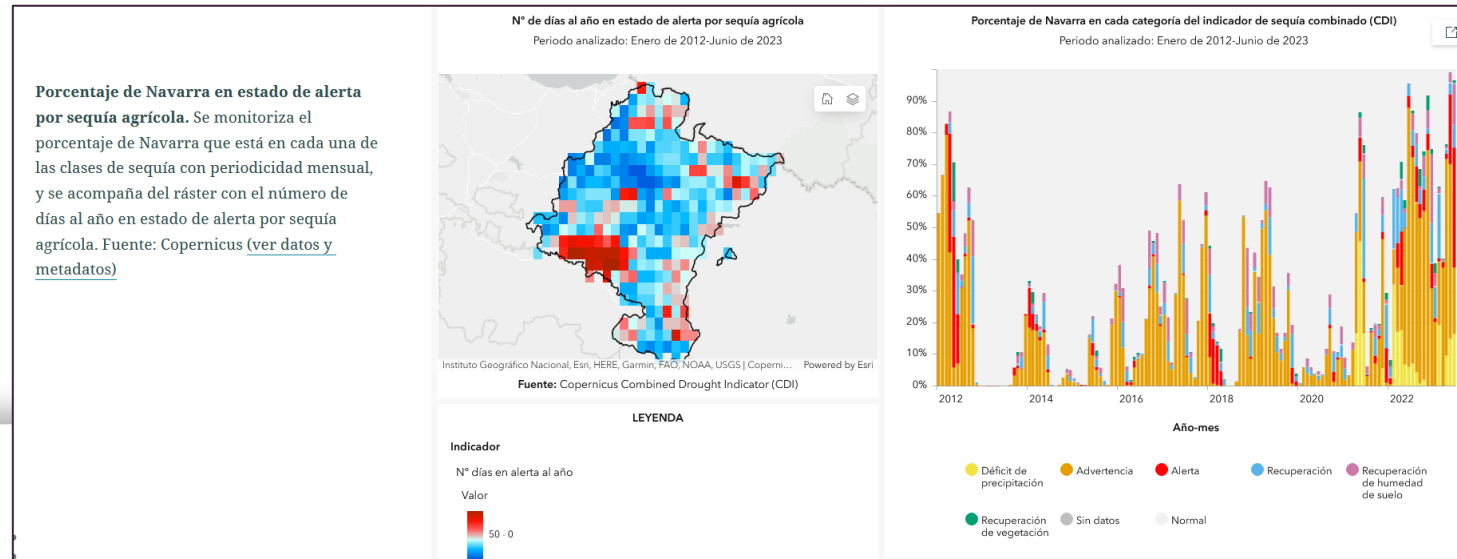
[Ver](#)

#### Sistema de indicadores de seguimiento de los efectos del cambio climático en Navarra

LIFE NAdapta. Acción C1.1

El principal objetivo del proyecto LIFE-IP NADAPTA-CC "Estrategia integrada para la adaptación al cambio climático en Navarra" es incrementar la resiliencia de Navarra frente al cambio climático. Para ello se proponen medidas de adaptación de Navarra a los efectos del Cambio Climático, concretadas en 53 acciones.

[Ver](#)





# Eskerrik Asko Gracias Thank you

<https://monitoring.lifenadapta.eu>

<https://lifenadapta.navarra.es>

rodrigo.anton@unavarra.es



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# soiluzioak

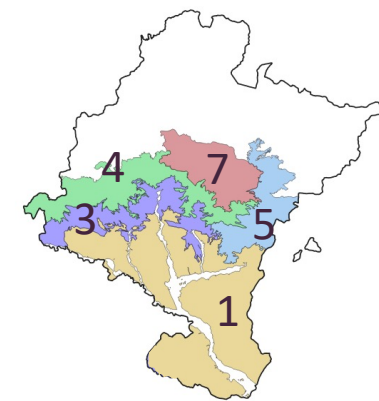
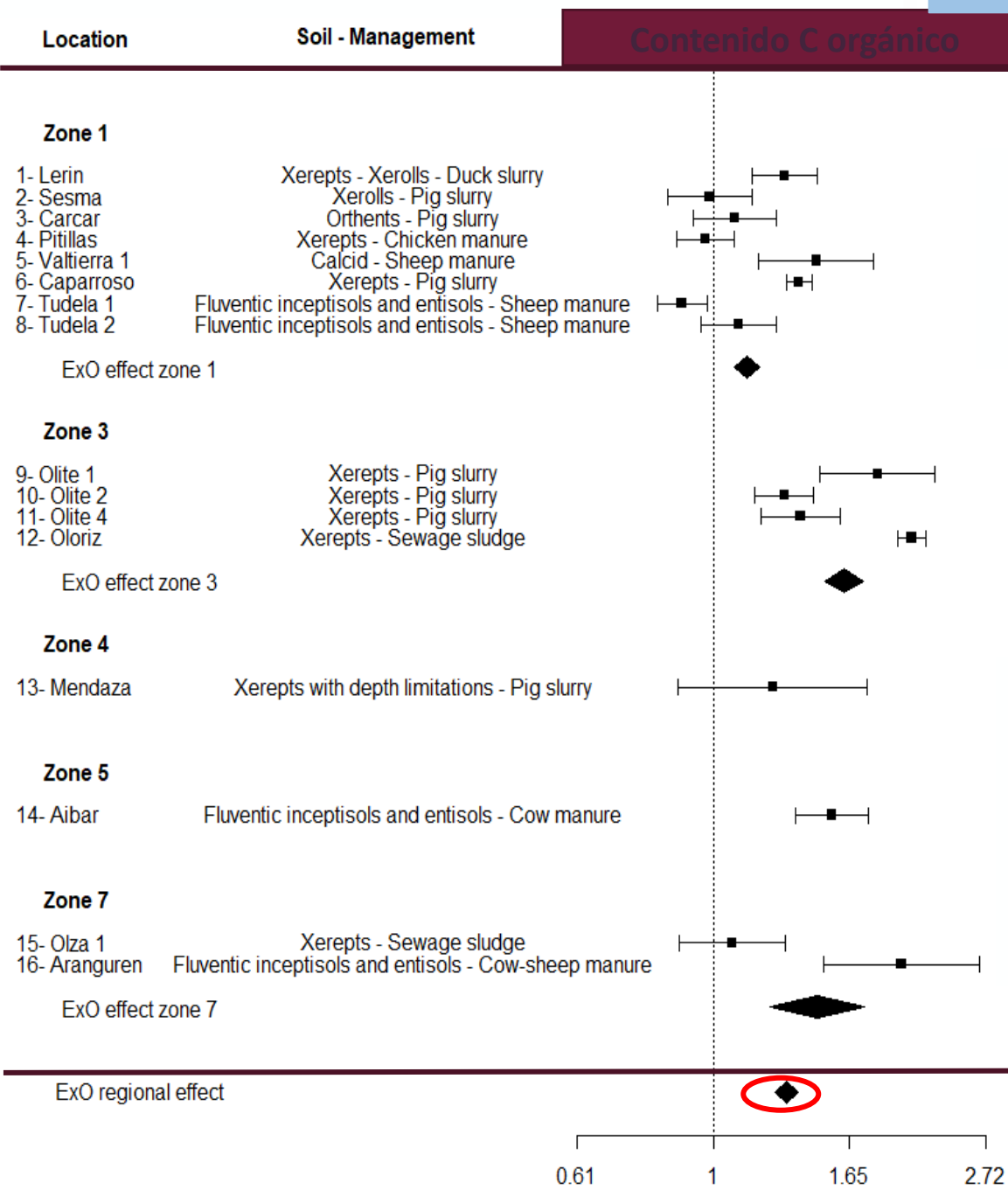
2023

Euskadiko Lurzorua Babesteko Kongresua  
Congreso de Protección del Suelo de Euskadi  
Basque Country Soil Protection Congress

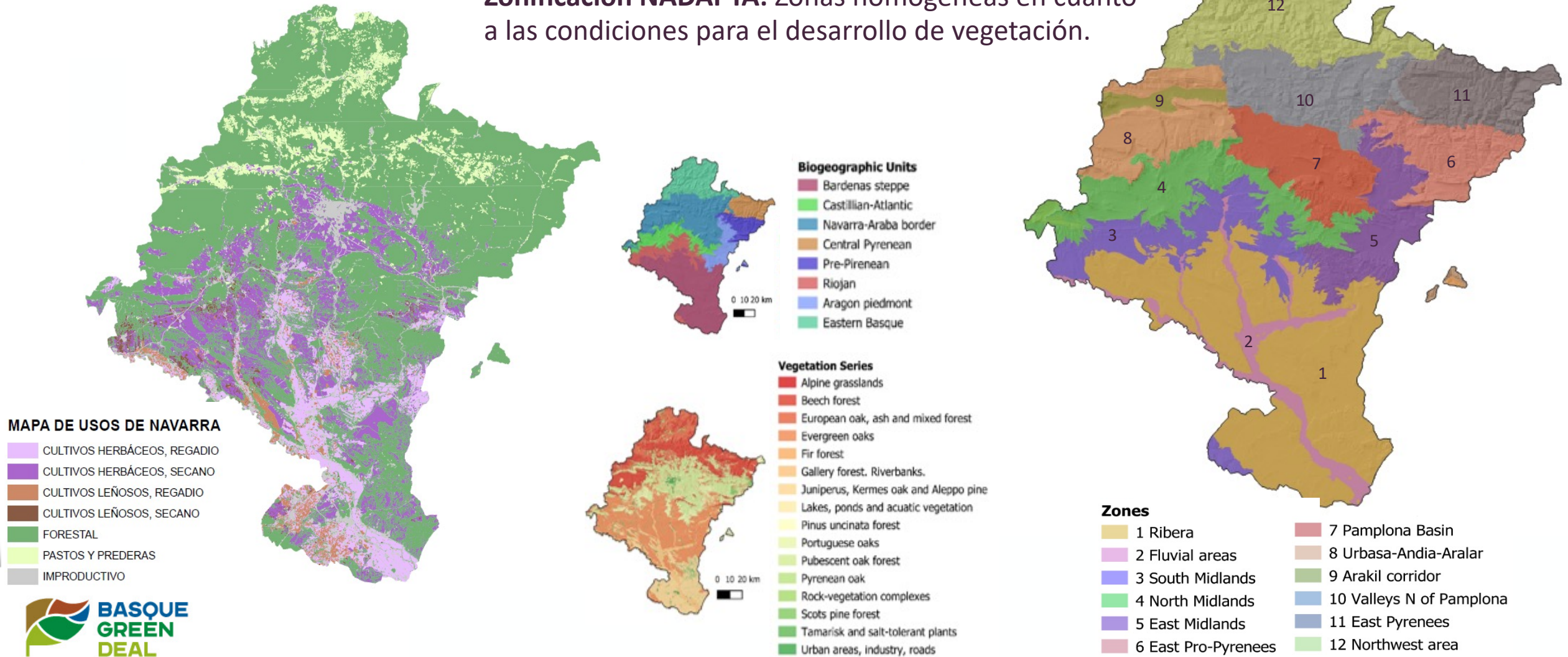
Eskerrik Asko Gracias Thank you

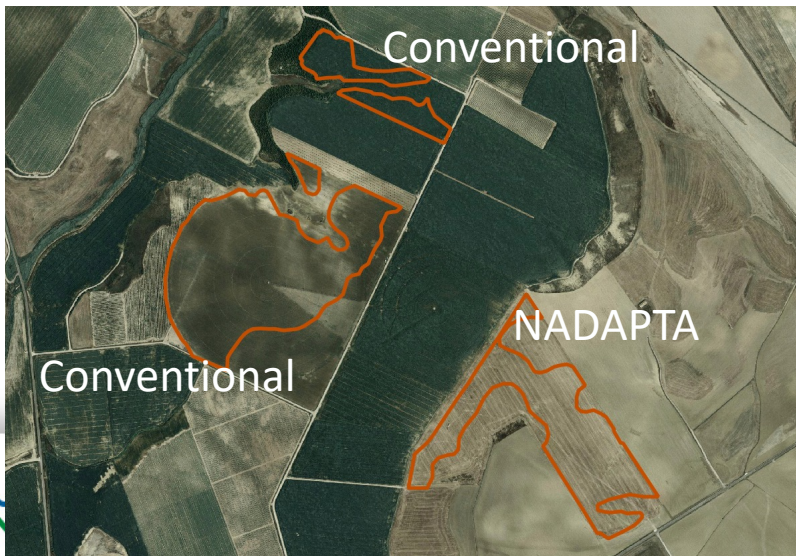
#SOILUZIOAK






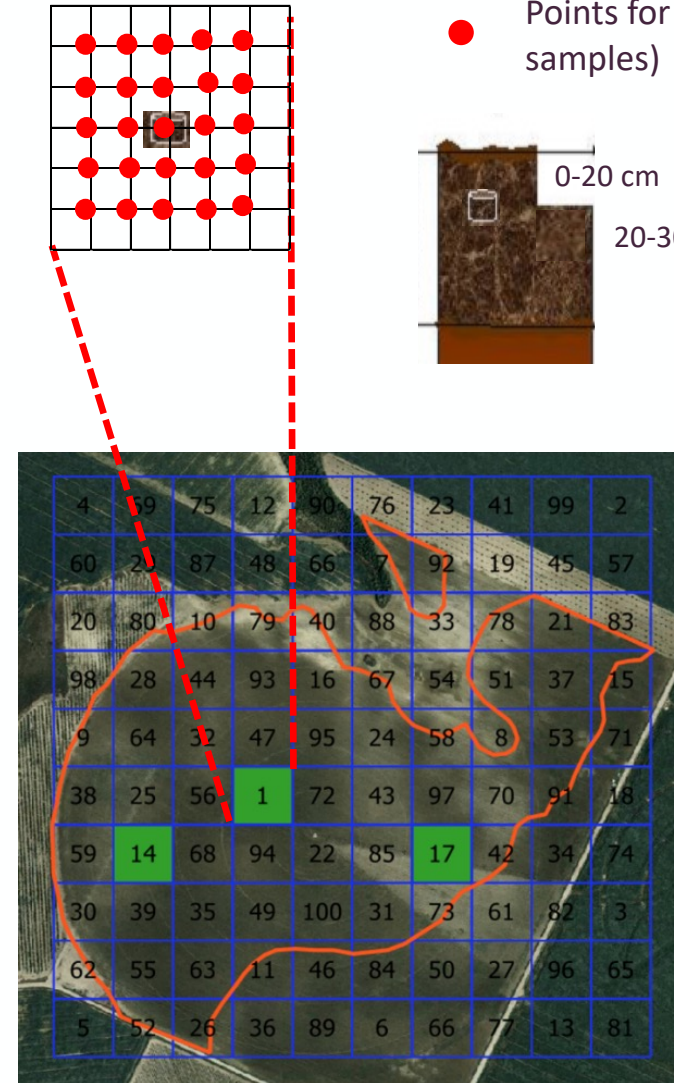
**Zonificación NADAPTA:** Zonas homogéneas en cuanto a las condiciones para el desarrollo de vegetación.



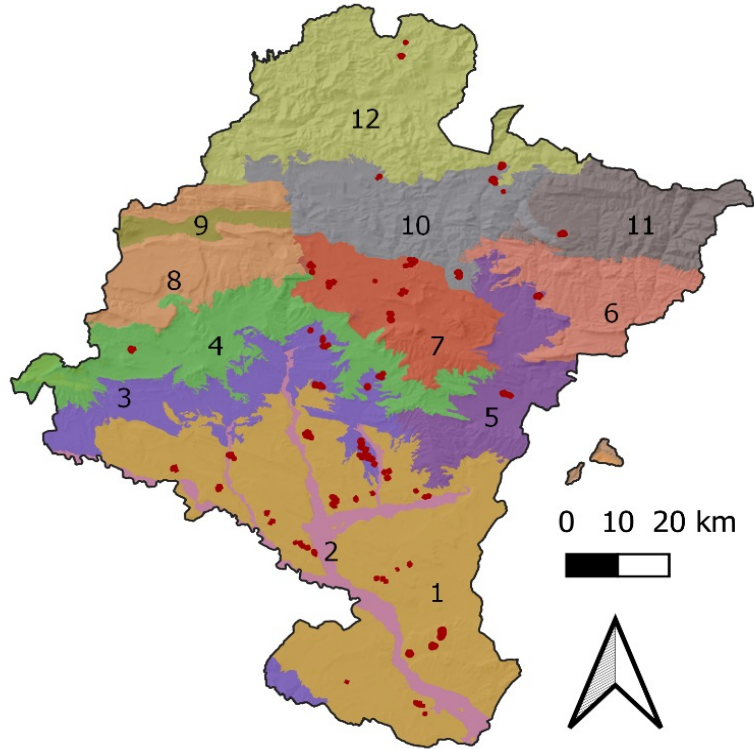


 Bulk density

 Points for sampling (25 sub-samples)



Stolbovoy et al., 2007



**Zones**

- 1 Ribera
- 2 Fluvial areas
- 3 South Midlands
- 4 North Midlands
- 5 East Midlands
- 6 East Pro-Pyrenees
- 7 Pamplona Basin
- 8 Urbasa-Andia-Aralar
- 9 Arakil corridor
- 10 Valleys N of Pamplona
- 11 East Pyrenees
- 12 Northwest area

Network of plots

