

Papel de las interacciones herbívoro-planta-suelo en los ecosistemas pastorales de montaña en un contexto de cambio global

Miguel Castillo García



Universidad
Zaragoza

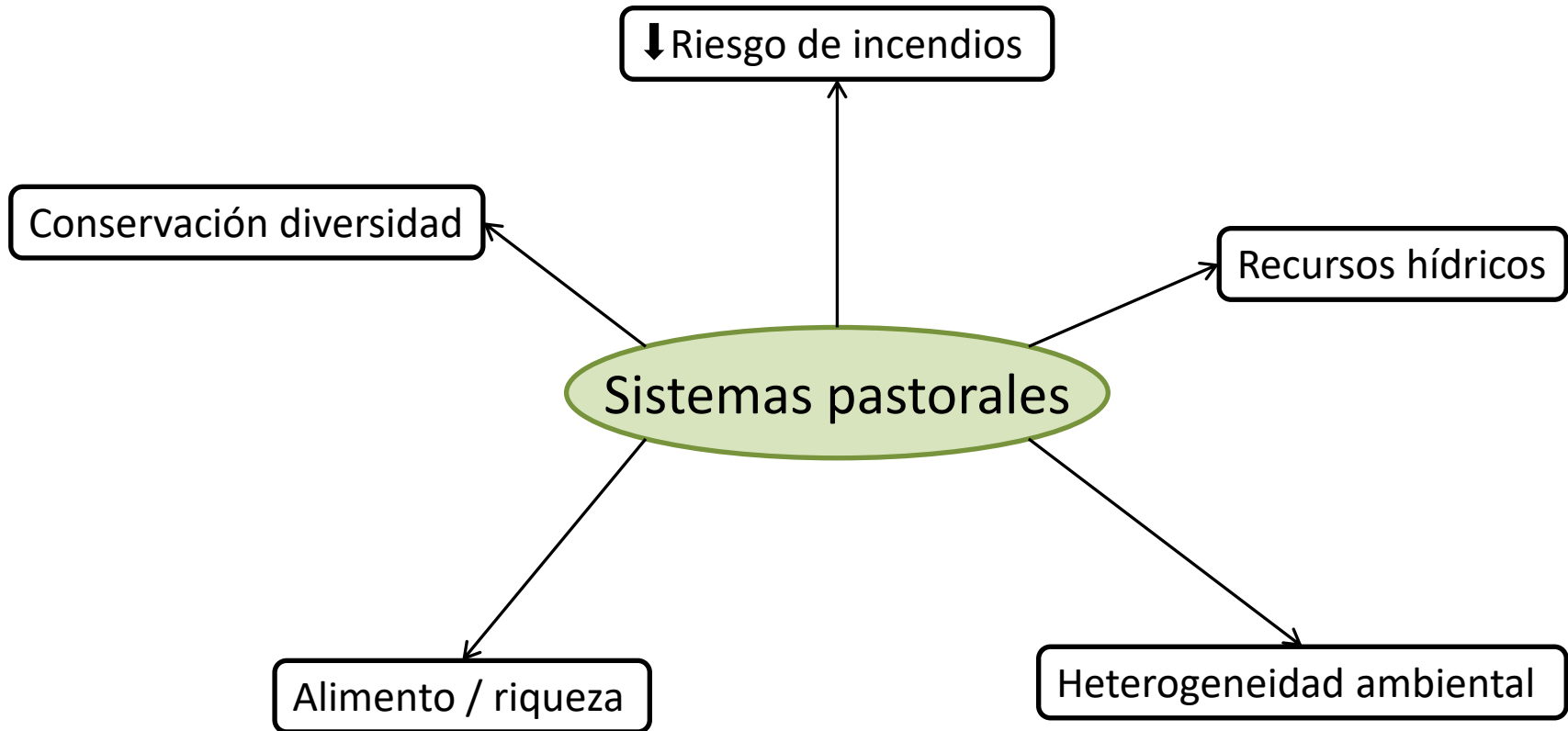
1542

Directoras de tesis:
Concepción López Alados
Yolanda Pueyo Estaún



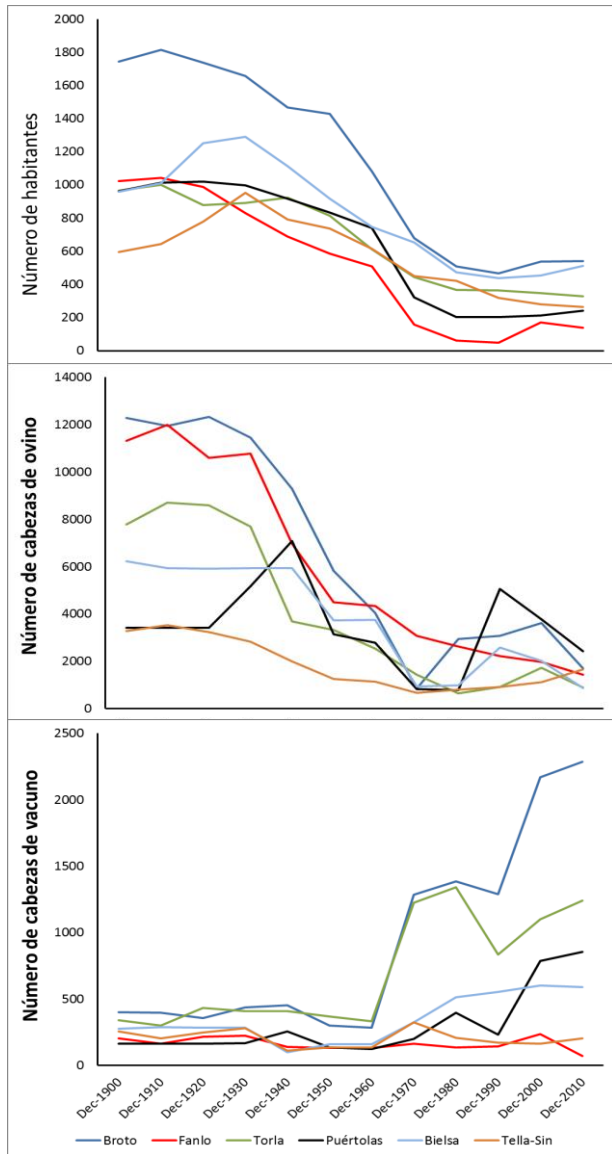
Introducción

Importancia de los pastos

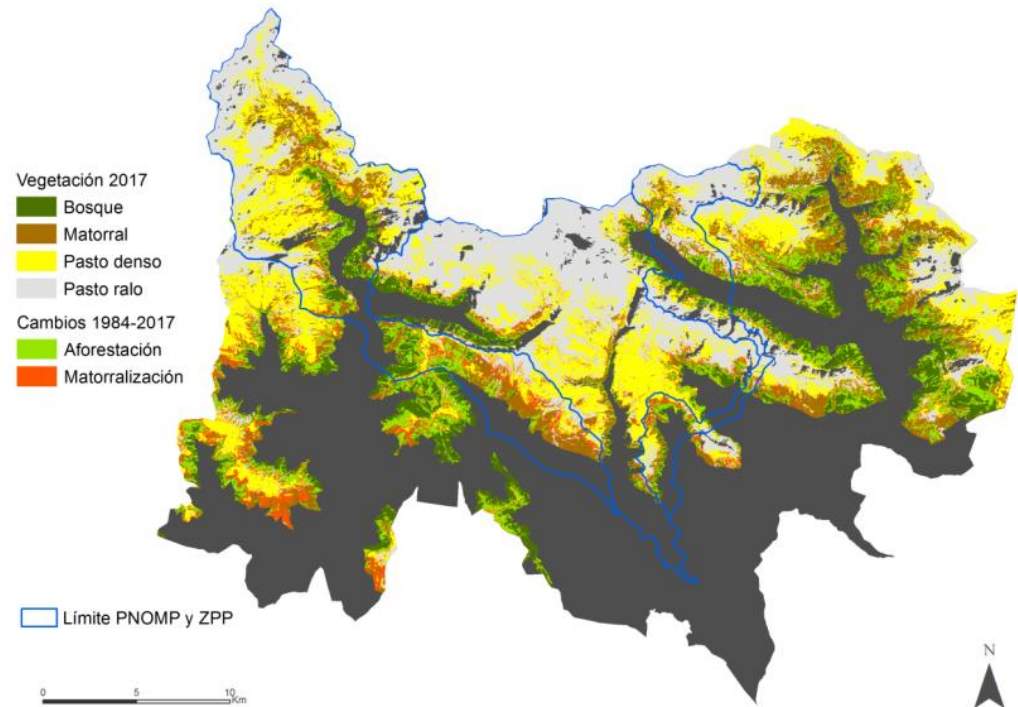


Introducción

Situación actual: cambio global



Fuente: Proyecto LEDDRA (UE)

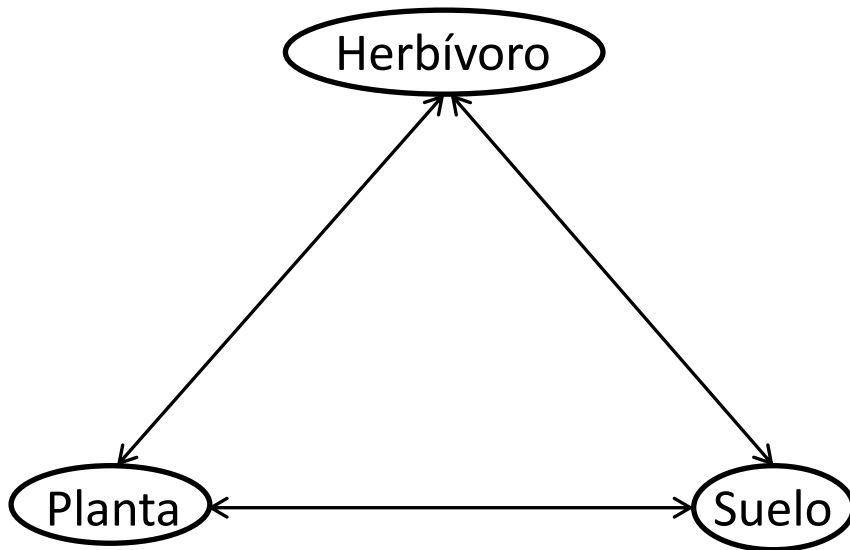


Fuente: producido por M. Gartzia según metodología en Gartzia et al. (2013)

Introducción

Gestión y conservación

Conservación \longleftrightarrow Gestión adecuada



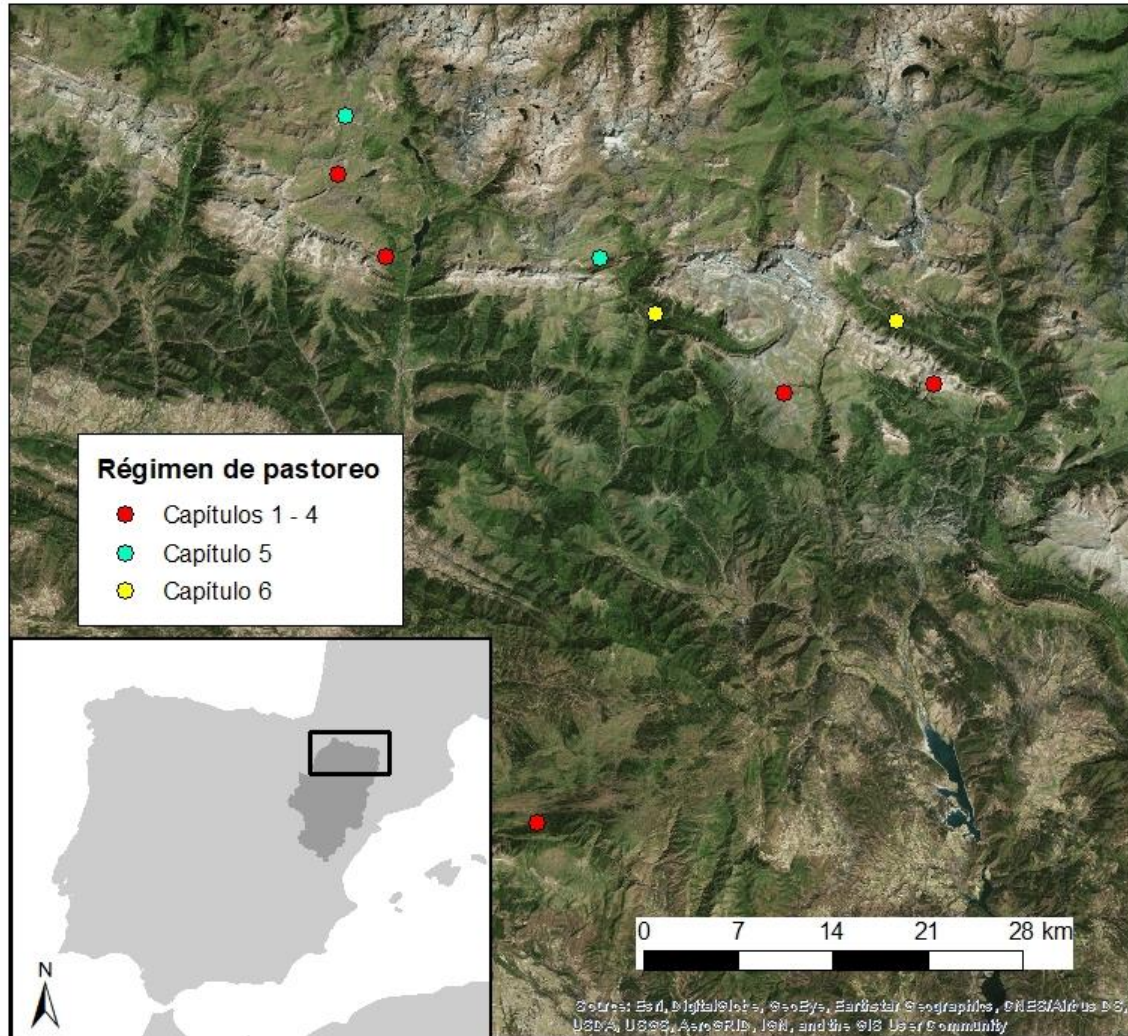
Objetivos generales

1. Evaluar la importancia de las interacciones herbívoro-planta-suelo en el mantenimiento de la productividad, calidad y la diversidad de ecosistemas pastorales subalpinos
2. Investigar el papel de dichas interacciones y la utilidad de las nuevas tecnologías en la gestión de los pastos y la restauración de ecosistemas pastorales degradados

Capítulos

1. Interacción Herbívoro-planta-suelo en pastos subalpinos
2. Análisis radiométrico de pastos de montaña
3. Efecto del cambio de régimen pastoral en pastos pirenaicos de *Festuca paniculata*
4. Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales
5. Control de la matorralización en pastos subalpinos
6. Efecto del estrés hídrico en la productividad y composición de pastos subalpinos

Zonas de estudio



1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

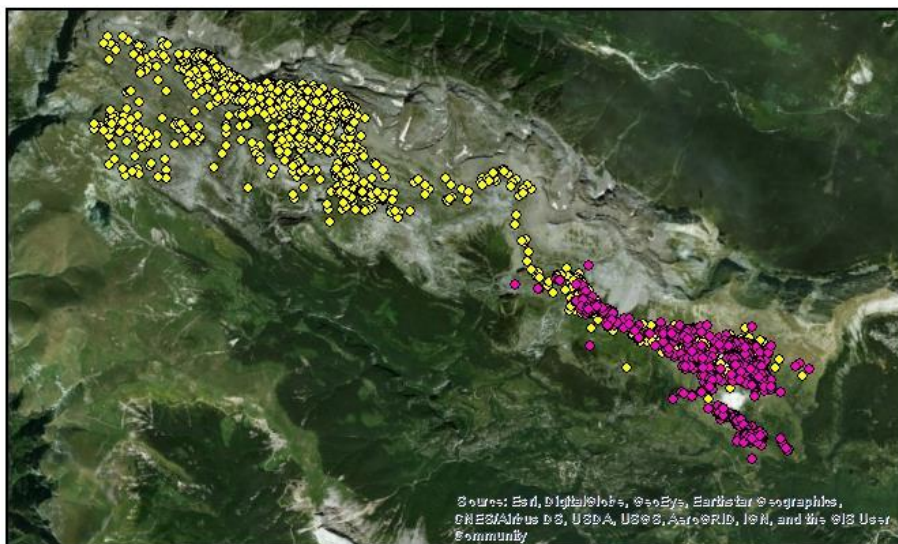
Plan de investigación

Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo

1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

Plan de investigación

Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo



Tipo de ganado

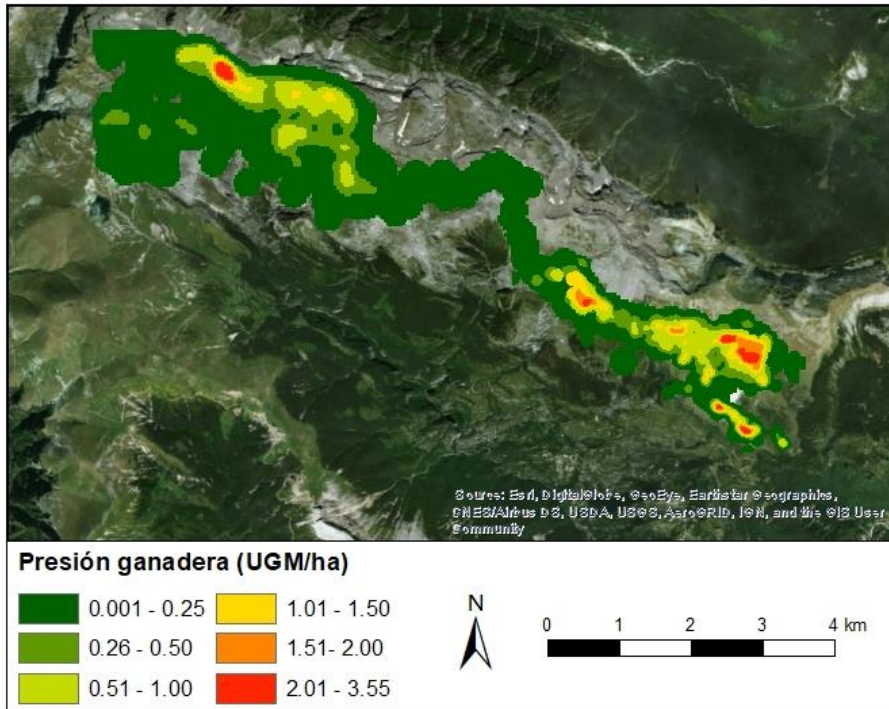
- ◆ Vaca
- ◆ Oveja



1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

Plan de investigación

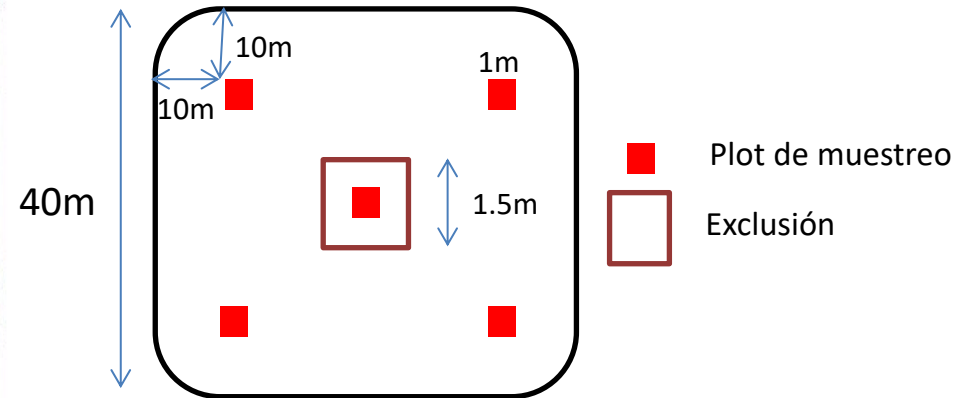
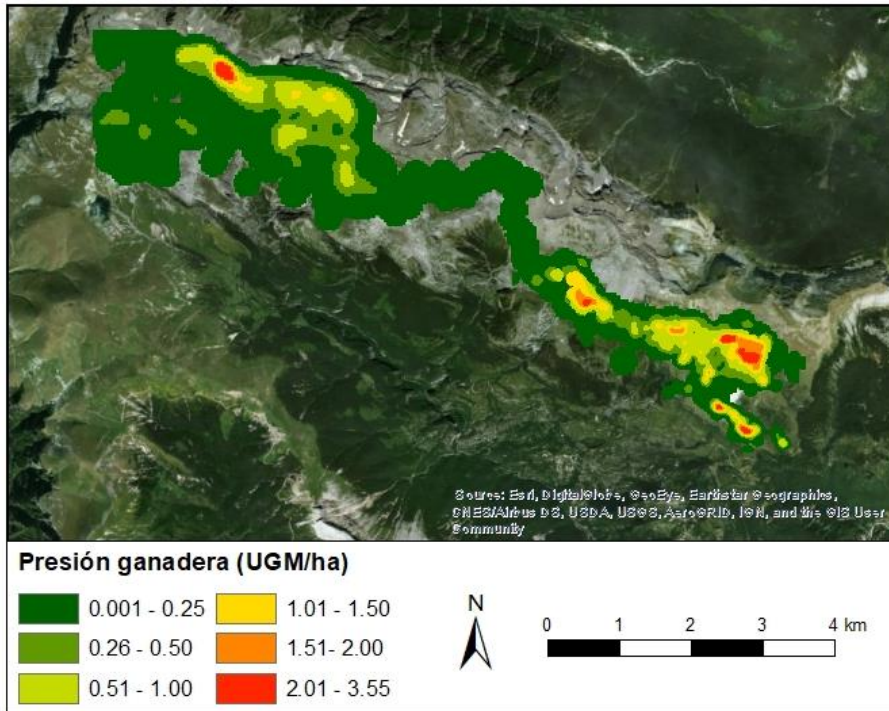
Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo



1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

Plan de investigación

Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo



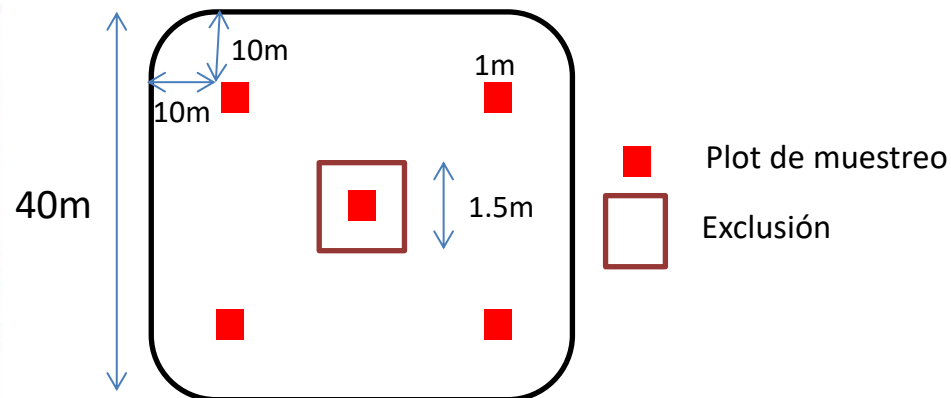
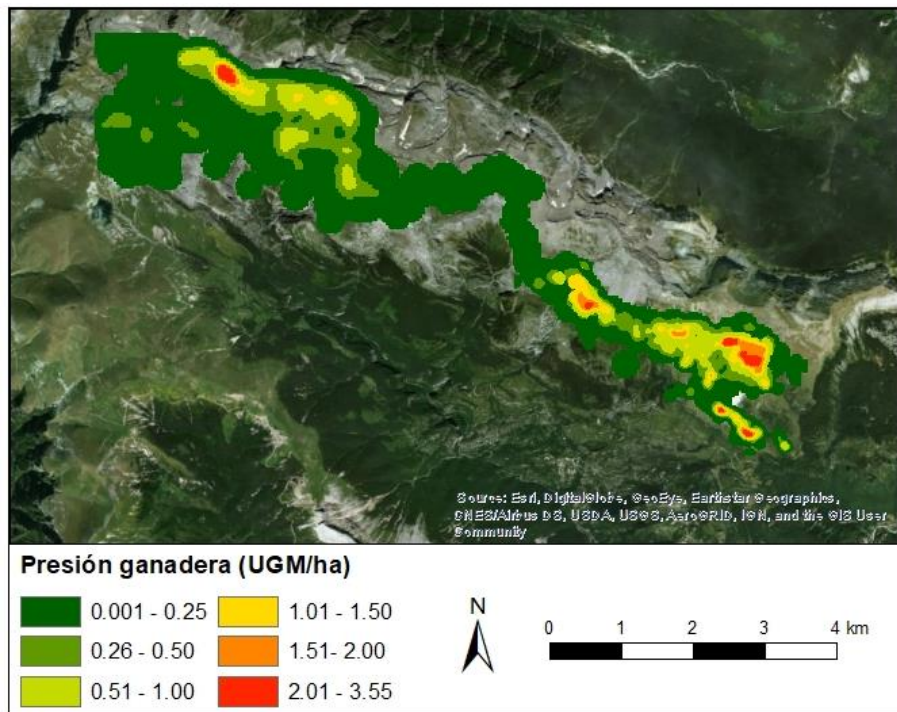
Vegetación: Cobertura por especie, biomasa y propiedades nutritivas (N, C, fibras)

Suelo: Textura, C, N, P, pH, biomasa microbiana y actividad enzimática

1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

Plan de investigación

Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo



Vegetación: Cobertura por especie, biomasa y propiedades nutritivas (N, C, fibras)

Suelo: Textura, C, N, P, pH, biomasa microbiana y actividad enzimática

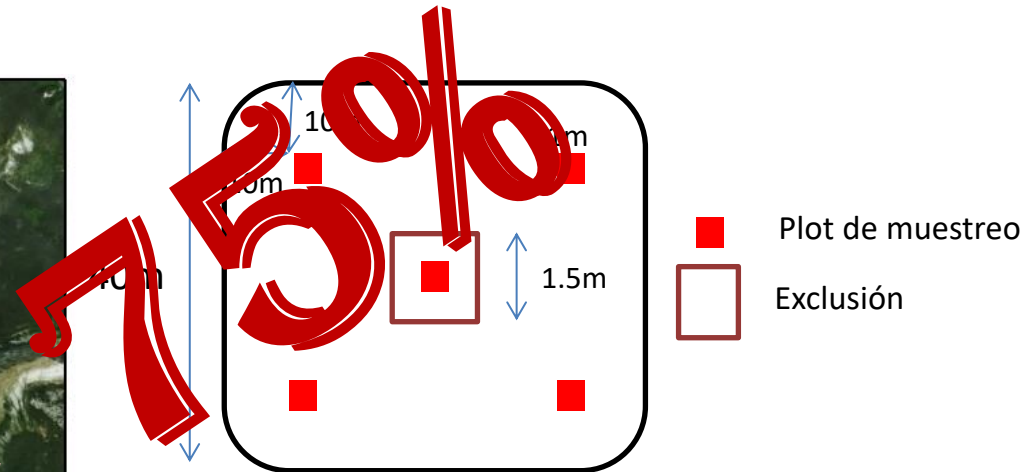
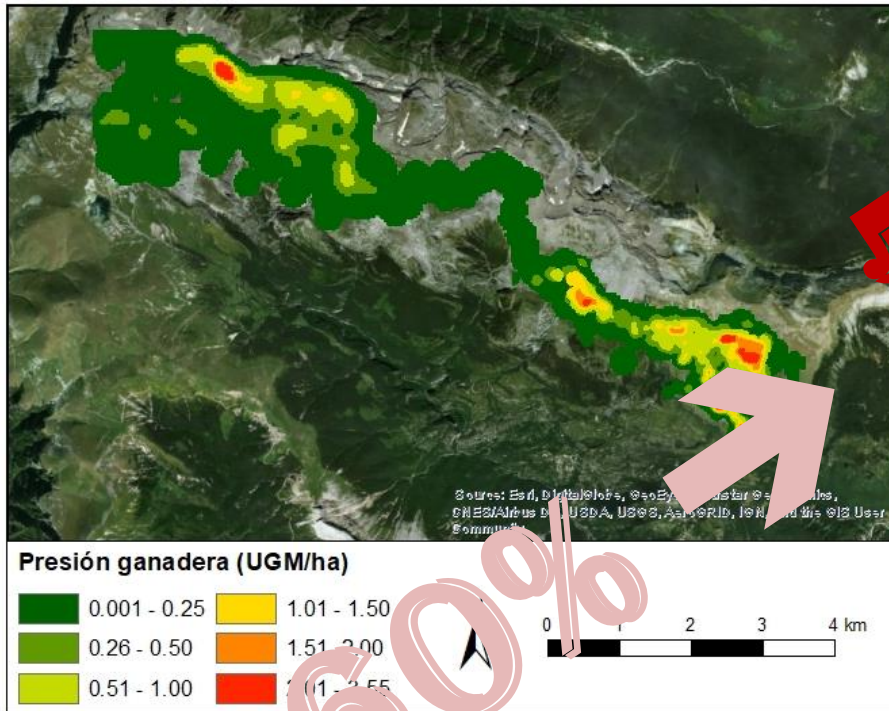
Hecho: Muestreos de vegetación y suelo, análisis de laboratorio, recogida de datos GPS y análisis estadísticos

En proceso: Preparación de manuscrito

1 - Interacción herbívoro-planta-suelo

Plan de investigación

Objetivo: Determinar el papel del pastoreo en la productividad y calidad de pastos subalpinos, así como identificar mecanismos de retroalimentación en el sistema herbívoro-planta-suelo



Vegetación: Cobertura por especie, biomasa y propiedades nutritivas (N, C, fibras)

Suelo: Textura, C, N, P, pH, biomasa microbiana y actividad enzimática

Hecho: Muestreos de vegetación y suelo, análisis de laboratorio, recogida de datos GPS y análisis estadísticos

En proceso: Preparación de manuscrito

2 – Análisis radiométrico de pastos

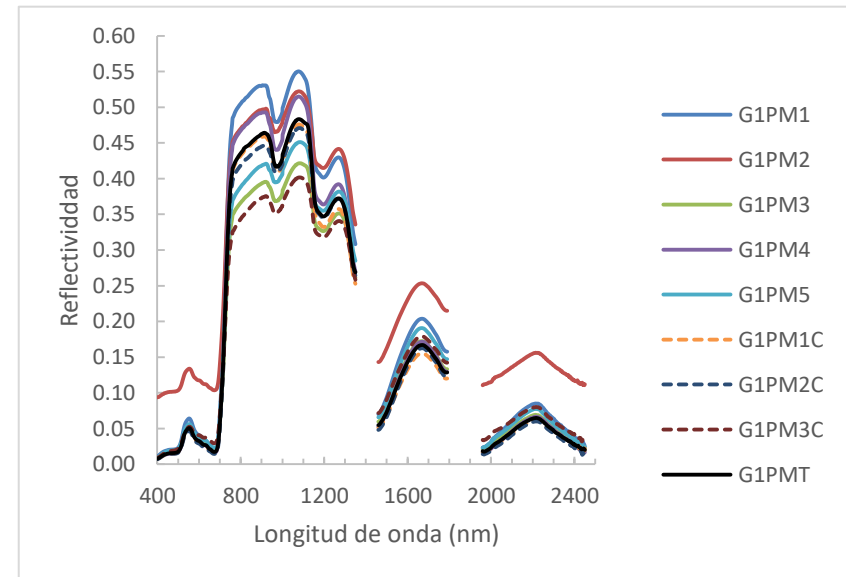
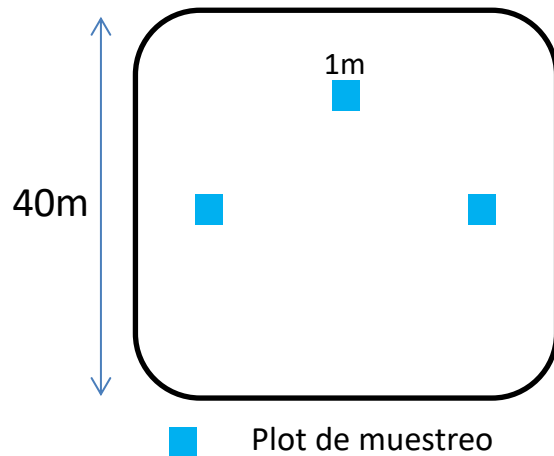
Plan de investigación

Objetivo: Relacionar las propiedades ópticas de la vegetación con la calidad y productividad de pastos de montaña

2 – Análisis radiométrico de pastos

Plan de investigación

Objetivo: Relacionar las propiedades ópticas de la vegetación con la calidad y productividad de pastos de montaña



Datos:

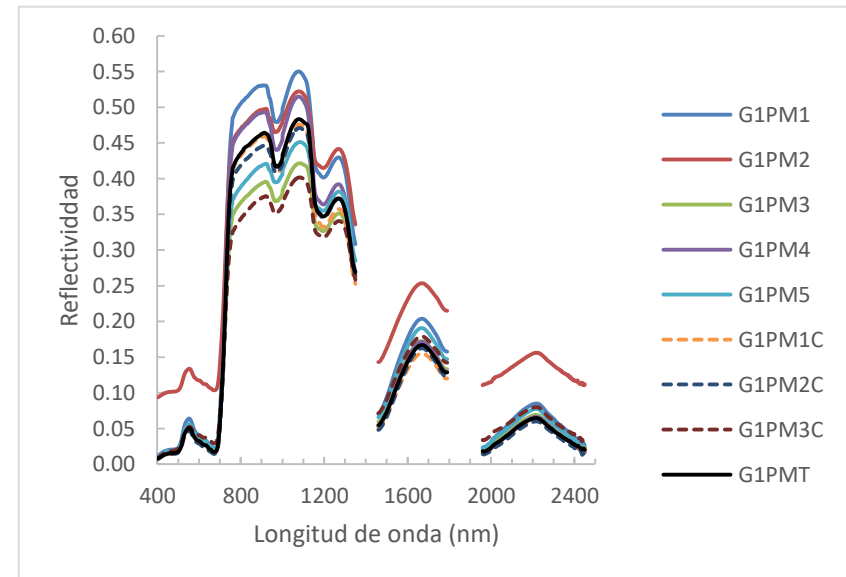
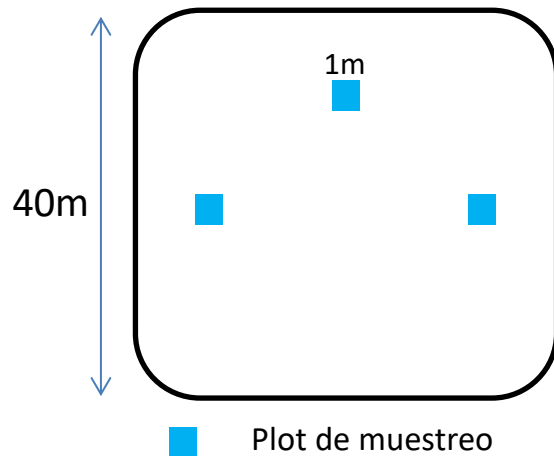
- Cobertura por especie
- Biomasa por grupo funcional
- Análisis bromatológico
- Reflectividad de la vegetación

Propiedades vegetación ~ longitudes de onda
Propiedades vegetación ~ Índices de vegetación

2 – Análisis radiométrico de pastos

Plan de investigación

Objetivo: Relacionar las propiedades ópticas de la vegetación con la calidad y productividad de pastos de montaña



Datos:

Cobertura por especie
Biomasa por grupo funcional
Análisis bromatológico
Reflectividad de la vegetación

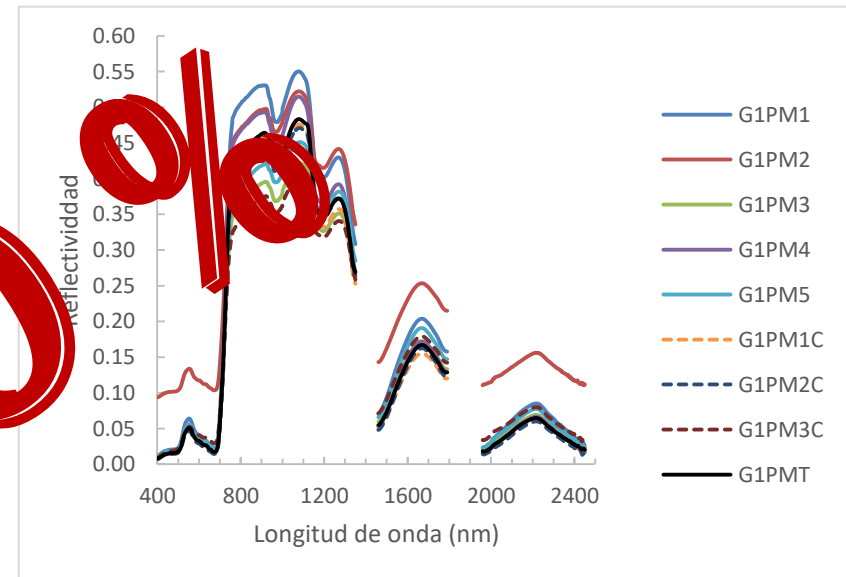
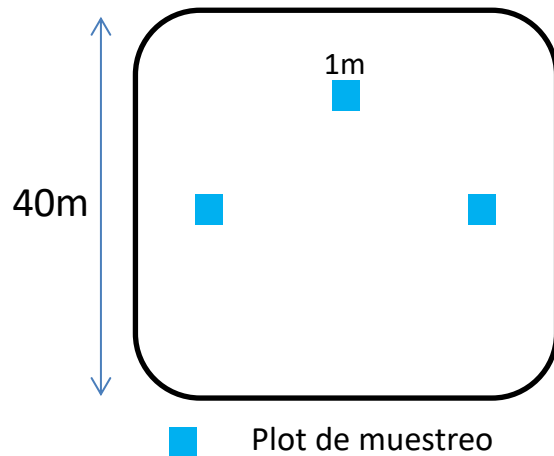
Propiedades vegetación ~ longitudes de onda
Propiedades vegetación ~ Índices de vegetación

Hecho: Muestreos de campo y análisis de laboratorio
En proceso: Análisis estadísticos
Futuro: Preparación de manuscrito

2 – Análisis radiométrico de pastos

Plan de investigación

Objetivo: Relacionar las propiedades ópticas de la vegetación con la calidad y productividad de pastos de montaña



Datos:

Cobertura por especie
Biomasa por grupo funcional
Análisis bromatológico
Reflectividad de la vegetación

Propiedades vegetación ~ longitudes de onda
Propiedades vegetación ~ Índices de vegetación

Hecho: Muestreos de campo y análisis de laboratorio
En proceso: Análisis estadísticos
Futuro: Preparación de manuscrito

3 – Efecto del cambio de régimen de pastoreo

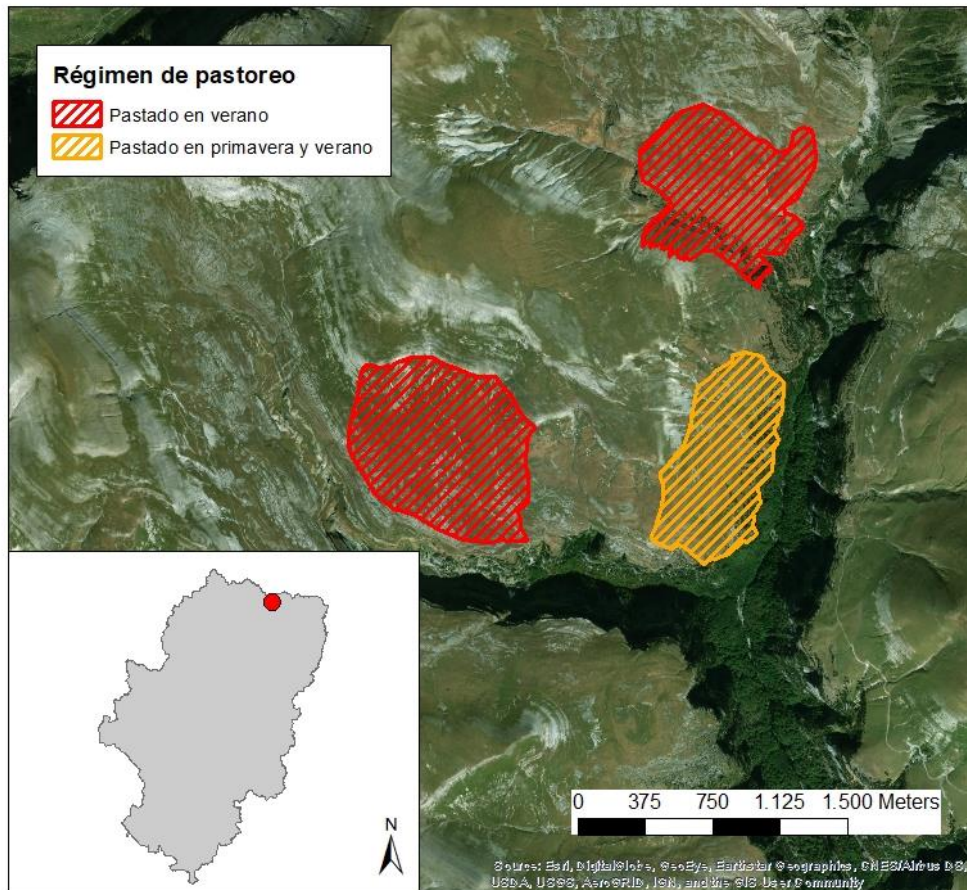
Plan de investigación

Objetivo: Estudiar el efecto del cambio en el régimen de pastoreo sobre la calidad de pastos de *Festuca paniculata*, contrastando la información recogida en campo con la información proporcionada por imágenes de satélite multiespectrales

3 – Efecto del cambio de régimen de pastoreo

Plan de investigación

Objetivo: Estudiar el efecto del cambio en el régimen de pastoreo sobre la calidad de pastos de *Festuca paniculata*, contrastando la información recogida en campo con la información proporcionada por imágenes de satélite multispectrales



Recogida de datos:

1 vez al mes (junio, julio, agosto, septiembre)

Biomasa

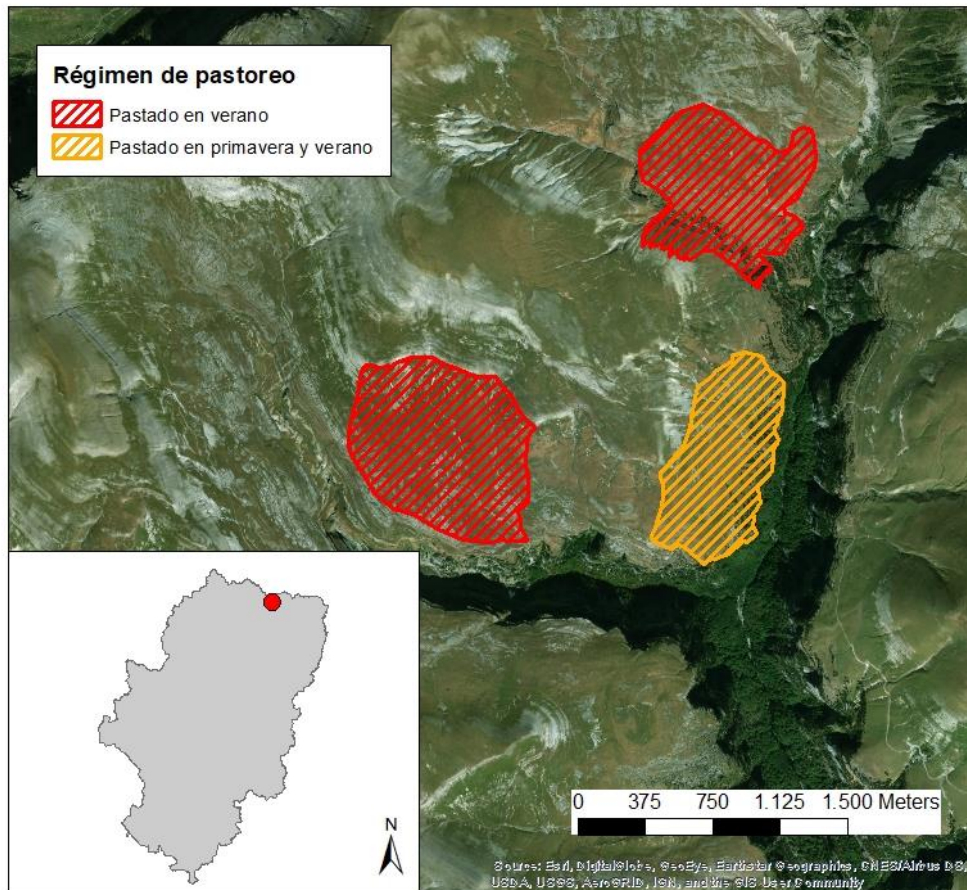
Análisis bromatológico

Imágenes de satélite → Índices espectrales

3 – Efecto del cambio de régimen de pastoreo

Plan de investigación

Objetivo: Estudiar el efecto del cambio en el régimen de pastoreo sobre la calidad de pastos de *Festuca paniculata*, contrastando la información recogida en campo con la información proporcionada por imágenes de satélite multispectrales



Recogida de datos:

1 vez al mes (junio, julio, agosto, septiembre)
Biomasa
Análisis bromatológico
Imágenes de satélite → Índices espectrales

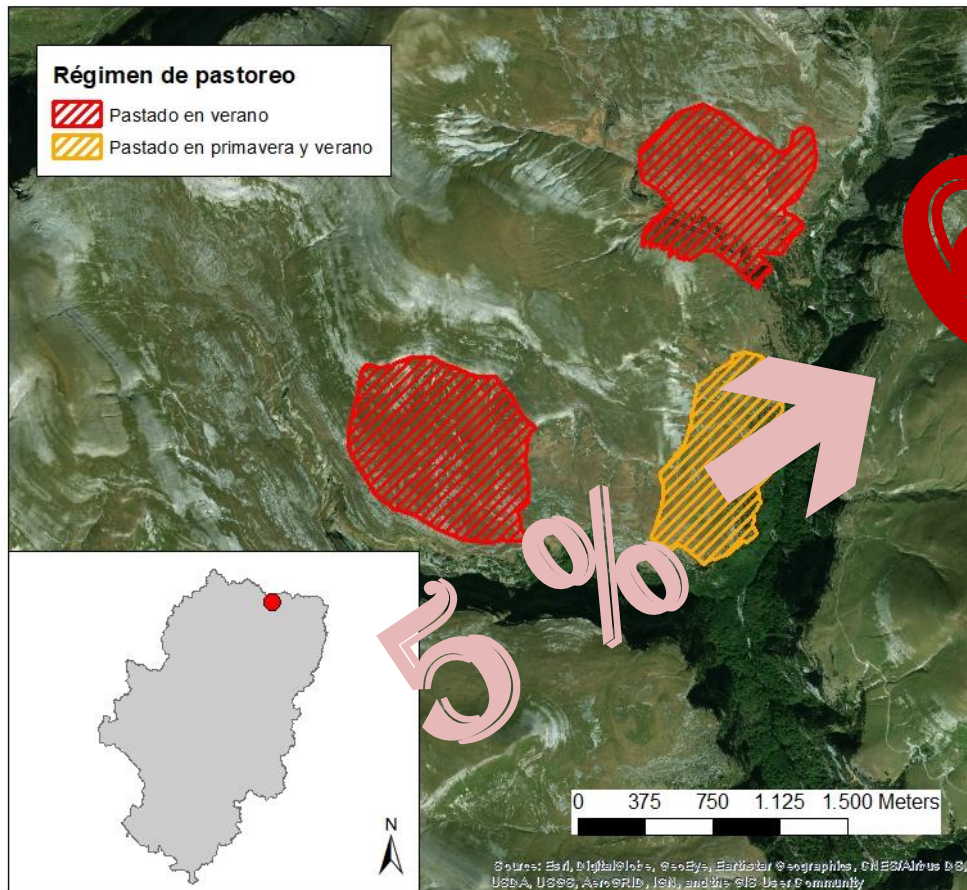
Hecho: Recogida de muestras, análisis de laboratorio

En proceso: Análisis estadístico, preparación de manuscrito

3 – Efecto del cambio de régimen de pastoreo

Plan de investigación

Objetivo: Estudiar el efecto del cambio en el régimen de pastoreo sobre la calidad de pastos de *Festuca paniculata*, contrastando la información recogida en campo con la información proporcionada por imágenes de satélite multispectrales



Recogida de datos:

- 1 vez al mes (junio, julio, agosto, septiembre)
- Temperatura
- Análisis bromatológico
- Imágenes de satélite → Índices espectrales

Hecho: Recogida de muestras, análisis de laboratorio

En proceso: Análisis estadístico, preparación de manuscrito

4 – Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales

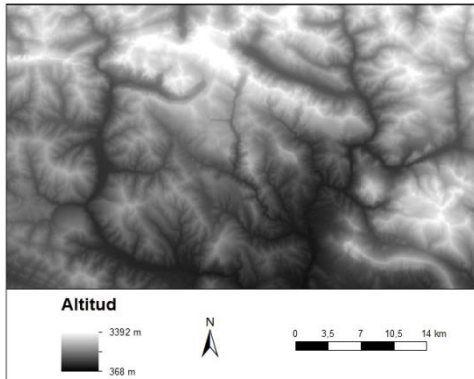
Plan de investigación

- **Objetivo:** Evaluar el potencial de técnicas de teledetección y sistemas de posicionamiento global (GPS) para monitorizar la dinámica de los sistemas pastorales de manera efectiva, eliminando las limitaciones del trabajo de campo

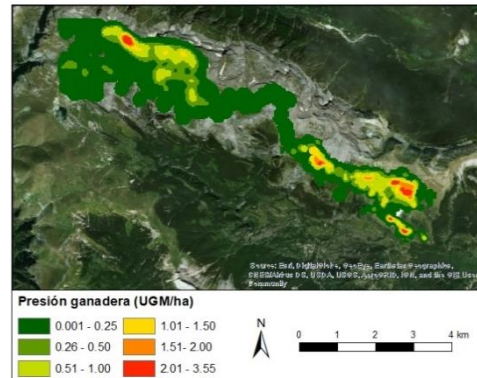
4 – Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales

Plan de investigación

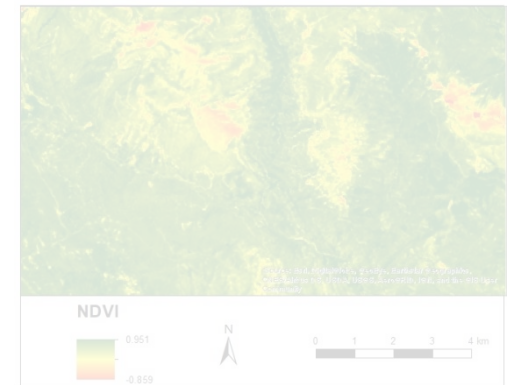
- **Objetivo:** Evaluar el potencial de técnicas de teledetección y sistemas de posicionamiento global (GPS) para monitorizar la dinámica de los sistemas pastorales de manera efectiva, eliminando las limitaciones del trabajo de campo



Vs.



Vs.



Factores físicos

- Relieve
- Puntos de agua
- Instalaciones ganaderas
- etc.

Patrones espaciales de carga ganadera

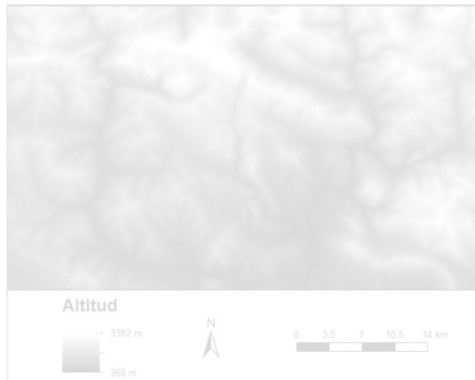
Propiedades del pasto

- Fisiología (verdor)
- Fisionomía (biomasa)
- Índices de vegetación + información capítulo 2.

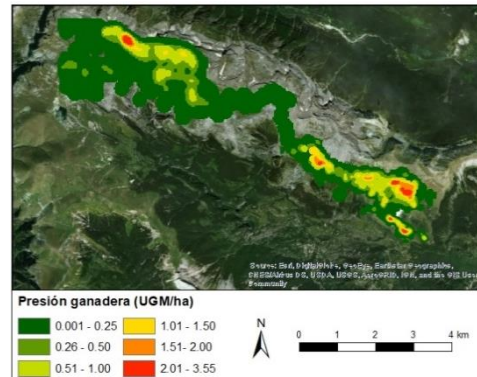
4 – Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales

Plan de investigación

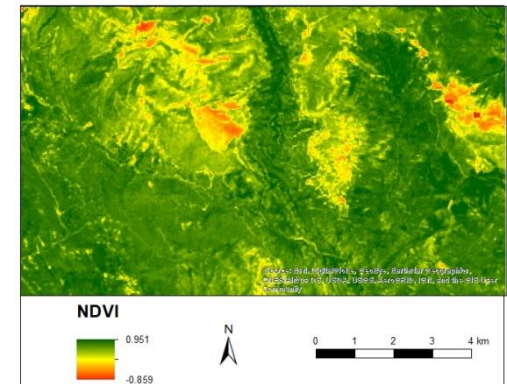
- **Objetivo:** Evaluar el potencial de técnicas de teledetección y sistemas de posicionamiento global (GPS) para monitorizar la dinámica de los sistemas pastorales de manera efectiva, eliminando las limitaciones del trabajo de campo



Vs.



Vs.



Factores físicos

- Relieve
- Puntos de agua
- Instalaciones ganaderas
- etc.

Patrones espaciales de carga ganadera

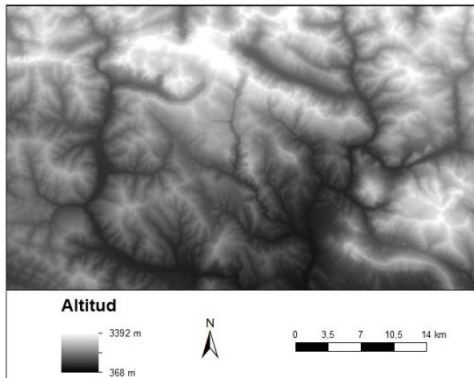
Propiedades del pasto

- Fisiología (verdor)
- Fisionomía (biomasa)
- Índices de vegetación + información capítulo 2.

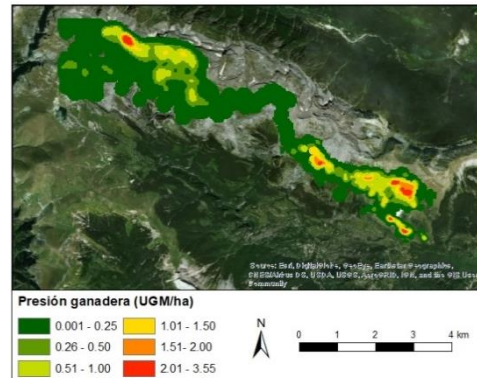
4 – Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales

Plan de investigación

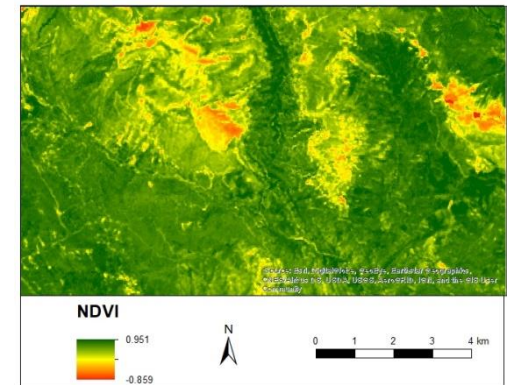
- **Objetivo:** Evaluar el potencial de técnicas de teledetección y sistemas de posicionamiento global (GPS) para monitorizar la dinámica de los sistemas pastorales de manera efectiva, eliminando las limitaciones del trabajo de campo



Vs.



Vs.



Factores físicos

- Relieve
- Puntos de agua
- Instalaciones ganaderas
- etc.

Patrones espaciales de carga ganadera

Propiedades del pasto

- Fisiología (verdor)
- Fisionomía (biomasa)
- Índices de vegetación + información capítulo 2.

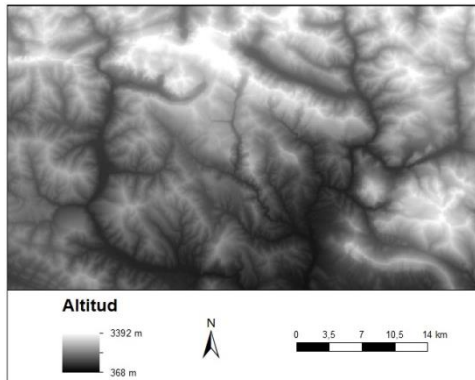
Hecho: Toma de datos GPS

Futuro: Procesado imágenes de satélite, análisis estadístico, preparación de manuscrito

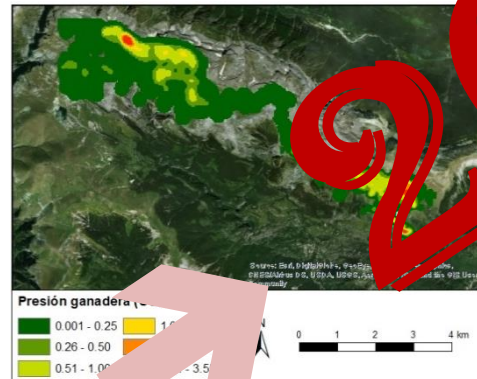
4 – Patrones espaciales de presión ganadera y dinámica de sistemas pastorales

Plan de investigación

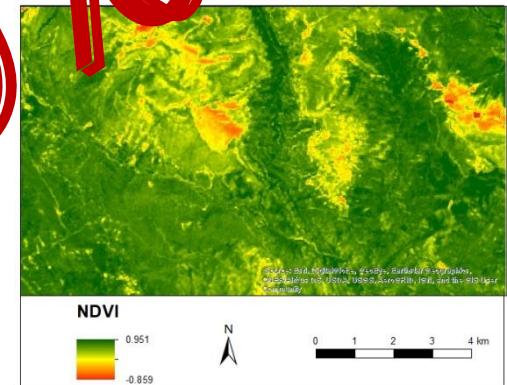
- **Objetivo:** Evaluar el potencial de técnicas de teledetección y sistemas de posicionamiento global (GPS) para monitorizar la dinámica de los sistemas pastorales de manera efectiva, eliminando las limitaciones del trabajo de campo



Vs.



Vs.



Factores físicos

- Relieve
- Puntos de agua
- Instalaciones ganaderas
- etc.

Patrones espaciales de carga ganadera

Propiedades del pasto

- Fisiología (verdor)
- Fisionomía (biomasa)
- Índices de vegetación + información capítulo 2.

Hecho: Toma de datos GPS

Futuro: Procesado imágenes de satélite, análisis estadístico, preparación de manuscrito

5 – Control de matorralización de pastos subalpinos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de las interacciones herbívoro-pasto-suelo a la gestión y restauración de ecosistemas pastorales degradados mediante el seguimiento de casos prácticos centrados en pastos subalpinos matorralizados

5 – Control de matorralización de pastos subalpinos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de las interacciones herbívoro-pasto-suelo a la gestión y restauración de ecosistemas pastorales degradados mediante el seguimiento de casos prácticos centrados en pastos subalpinos matorralizados



Sitio 1: Valle de Otal

- Arrancado con excavadora
- Triturado de pilas de residuos con desbrozadora

Sitio 2: Sallent

Desbrozado y triturado
in situ de matorral



5 – Control de matorralización de pastos subalpinos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de las interacciones herbívoro-pasto-suelo a la gestión y restauración de ecosistemas pastorales degradados mediante el seguimiento de casos prácticos centrados en pastos subalpinos matorralizados



Sitio 1: Valle de Otal

Recogida de datos:
Muestreos en pico de crecimiento
2018 – 2020

Vegetación: Cobertura herbácea y leñosa por especie
Suelo: C, N, P, Biomasa microbiana, actividad enzimática

Sitio 2: Sallent



5 – Control de matorralización de pastos subalpinos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de las interacciones herbívoro-pasto-suelo a la gestión y restauración de ecosistemas pastorales degradados mediante el seguimiento de casos prácticos centrados en pastos subalpinos matorralizados



Sitio 1: Valle de Otal

Recogida de datos:

Muestras en pico de crecimiento
2018 – 2020

Vegetación: Cobertura herbácea y
leñosa por especie
Suelo: C, N, P, Biomasa microbiana,
actividad enzimática

Sitio 2: Sallent



En proceso: Muestras de campo
y análisis de laboratorio (falta
2020)

Futuro: Análisis estadístico y
preparación de manuscrito

5 – Control de matorralización de pastos subalpinos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de las interacciones herbívoro-pasto-suelo a la gestión y restauración de ecosistemas pastorales de montaña mediante el seguimiento de casos prácticos centrados en pastos subalpinos matorralizados



Sitio 1: Valle de Ot

Historia de datos:

Muestreos en pico de crecimiento
2018 – 2020

Vegetación: Cobertura herbácea y
leñosa por especie
Suelo: C, N, P, Biomasa microbiana,
actividad enzimática

Sitio 2: Sallent



En proceso: Muestreos de campo
y análisis de laboratorio (falta
2020)

Futuro: Análisis estadístico y
preparación de manuscrito

6 – Estrés hídrico vs. productividad y composición del pastos

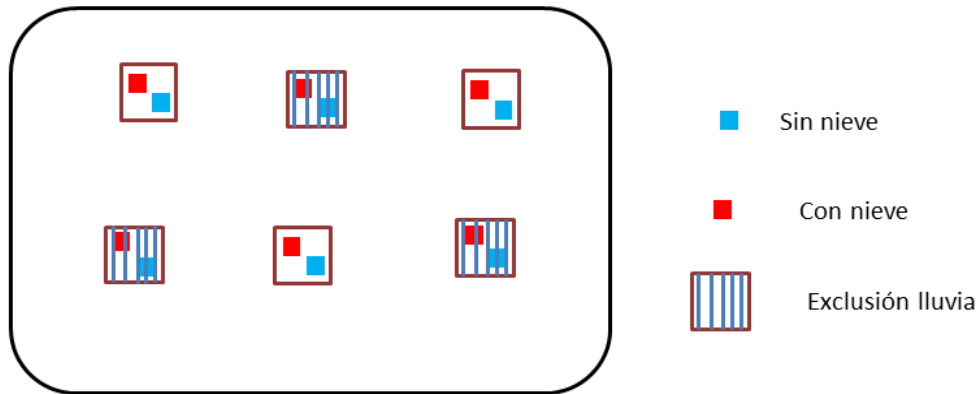
Plan de investigación

- **Objetivo:** Determinar el papel de la reducción de la precipitación en forma de lluvia y nieve en pastos subalpinos mediante la instalación de exclusiones parciales de lluvia

6 – Estrés hídrico vs. productividad y composición del pastos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Determinar el papel de la reducción de la precipitación en forma de lluvia y nieve en pastos subalpinos mediante la instalación de exclusiones parciales de lluvia



Tratamiento de sequía extrema → Simular el 1^{er} percentil en una serie temporal de 100 años

Datos:

Anualmente (verano 2016-19)

Cobertura por especie

Biomasa

Temperatura

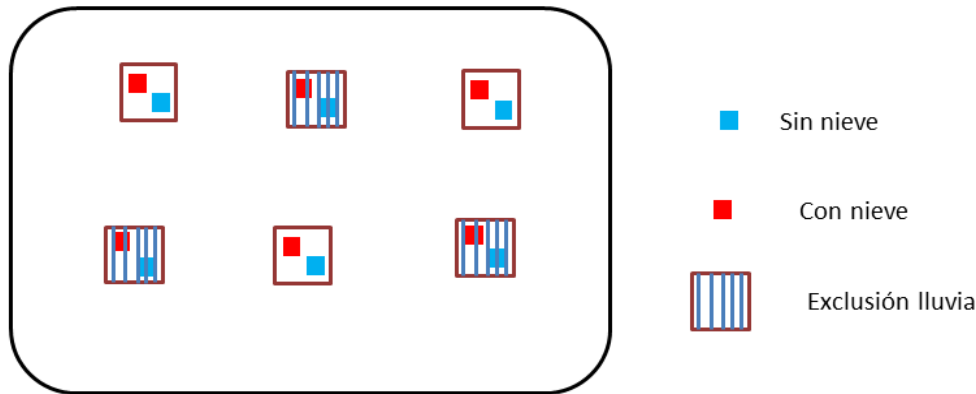
Humedad del suelo



6 – Estrés hídrico vs. productividad y composición del pastos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Determinar el papel de la reducción de la precipitación en forma de lluvia y nieve en pastos subalpinos mediante la instalación de exclusiones parciales de lluvia



Tratamiento de sequía extrema → Simular el 1^{er} percentil en una serie temporal de 100 años

Datos:

Anualmente (verano 2016-19)
Cobertura por especie
Biomasa
Temperatura
Humedad del suelo



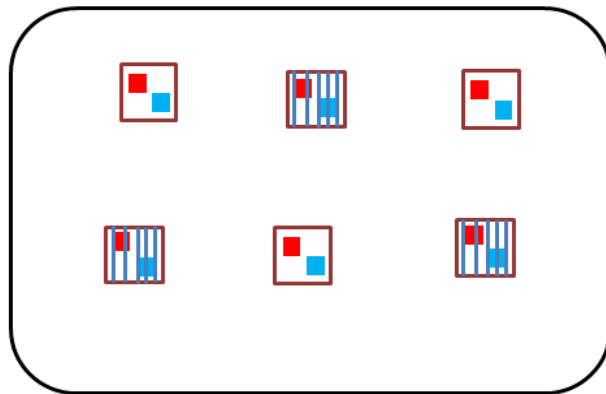
Hecho: Muestreos de campo

En proceso: Análisis estadístico y preparación de manuscrito

6 – Estrés hídrico vs. productividad y composición del pastos

Plan de investigación

- **Objetivo:** Determinar el papel de la reducción de la precipitación en forma de lluvia y nieve en pastos subalpinos mediante la instalación de exclusiones parciales de lluvia



- Sin nieve
- Con nieve
- Exclusión Ilu

Tratamiento de sequía extrema → Simular el 1^{er} percentil en una serie temporal de 100 años

Datos:

Anualmente (verano 2016-19)
Cobertura por especie
Biomasa
Temperatura
Humedad del suelo

Hecho: Muestreos de campo

En proceso: Análisis estadístico y preparación de manuscrito



Actividades D.A.D

Charlas y seminarios

Asistencia como oyente (al menos 24)

9 Charlas

Sobre ecología, paleobotánica, conservación del medio ambiente, etc.

Impartidas por científicos nacionales e internacionales

Universidad de Zaragoza, Instituto Pirenaico de Ecología, Fundación Ibercaja

Charlas impartidas (al menos 4 charlas sobre objetivos y resultados de la tesis)

2018: *Papel del las interacciones herbívoro-planta-suelo en los ecosistemas pastorales de montaña.* 21-09-2018. IPE- CSIC, Zaragoza (España)

2019: Jornada de bienvenida al programa de doctorado. 28-02-2019. Escuela Politécnica Superior de Huesca, Huesca (España)

Actividades D.A.D

Charlas y seminarios

Asistencia como oyente (al menos 24)

9 Charlas

Sobre ecología, paleobotánica, conservación del medio ambiente, etc.

Impartidas por científicos nacionales e internacionales

Universidad de Zaragoza, Instituto Pirenaico de Ecología, Fundación Ibercaja

Charlas impartidas (al menos 4 charlas sobre objetivos y resultados de la tesis)

2018: *Papel de las interacciones herbívoro-planta-suelo en los ecosistemas pastorales de montaña*. 21-09-2018. IPE- CSIC, Zaragoza (España)

2019: Jornada de bienvenida al programa de doctorado. 28-02-2019. Escuela Politécnica Superior de Huesca, Huesca (España)

Actividades D.A.D

Congresos

Congresos internacionales

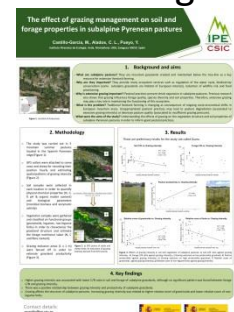
Castillo-García. M., Alados, C.L., Pueyo, Y., Luz-Giner, M. L. *The effect of grazing management on soil and forage properties in Pyrenean pastures*". 1st Meeting of the Iberian society of Ecology and XIV AEET Meeting. 4th – 7th February 2019. **POSTER** (Capítulo 1)

Congresos y Jornadas de investigación nacionales

Alados, C.L, Gartzia, M., **Castillo-García, M.**, Pueyo, Y. *Estudio para la conservación de pastos en el PNOMP*. III Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. 14-02-2017. **ORAL** (Capítulo 1 y 5)

Castillo-García, M., Gartzia, M., Luz-Giner, M.L., Pueyo, Y., Alados C.L. *Papel de las interacciones herbívoro-plantas-suelo en los ecosistemas pastorales de montaña en un contexto de cambio global*. XIV Jornadas de investigación en la Red de Parques Nacionales 2018. 22-25 Octubre 2018. **ORAL** (Capítulo 1 y 5)

Jornada de Itinerarios selvícolas para masas repobladas de *Pinus halepensis* (Mill.). 22-01-20. Zaragoza **OYENTE.**



Actividades D.A.D

Congresos

Congresos internacionales

Castillo-García. M., Alados, C.L., Pueyo, Y., Luz-Giner, M. L. *The effect of grazing management on soil and forage properties in Pyrenean pastures*". 1st Meeting of the Iberian society of Ecology and XIV AEET Meeting. 4th – 7th February 2019. **POSTER** (Capítulo 1)

Congresos y Jornadas de investigación nacionales

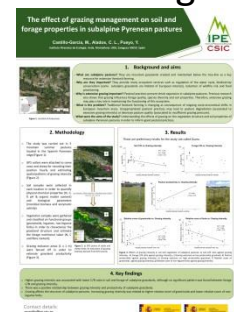
Alados, C.L, Gartzia, M., **Castillo-García, M.**, Pueyo, Y. *Estudio para la conservación de pastos en el PNOMP. III Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. 14-02-2017. **ORAL*** (Capítulo 1 y 5)

Castillo-García, M., Gartzia, M., Luz-Giner, M.L., Pueyo, Y., Alados C.L. *Papel de las interacciones herbívoro-plantas-suelo en los ecosistemas pastorales de montaña en un contexto de cambio global. XIV Jornadas de investigación en Parques Nacionales 2018. 22-25 Octubre 2018. **ORAL*** (Capítulo 1 y 5)

Jornada de itinerarios selvícolas para masas repobladas de *Pinus halepensis* (Mill.). 22-01-20. Zaragoza **OYENTE**



SIBECOL



Actividades D.A.D

Others

Cursos

- Aprende a hacer las mejores presentaciones. Universidad de Zaragoza. 25-08-18. **4 horas**
- Introducción a la docencia para FPU. Universidad de Zaragoza. 4 – 25 junio 2018. **12 horas**
- Diseño de Experimentos y modelos mixtos en R. Universidad Rey Juan Carlos. 17 – 21 diciembre de 2019. **30 horas**
- Introduction to the Tidyverse: dplyr, tidyr, purrr. Universidad de Barcelona. 4–02-19. **4 horas**

Actividades de divulgación

- Semana de la ciencia y la tecnología en el CSIC de Aragón (2017 – 2018)
- Taller “En busca del polen perdido”. 15–05–18 y 29-05-19

Docencia

- Grado de Ciencias Ambientales (curso 2018/19 y 2019/20)
- Ingeniería agroalimentaria y del medio rural (curso 2018)

Muchas Gracias

Agradecimientos:

Yolanda Pueyo Estaún, Concepción López Alados, María de la Luz Giner, Maite Gartzia, Ana Foronda, Itsaso Ilzarbe, Manolo Grasa, Horacio Palacios, Alberto Fuentes, Feliciano Sesé, Pedro Sánchez, José Manuel Buisán, Javier Nocito



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES