

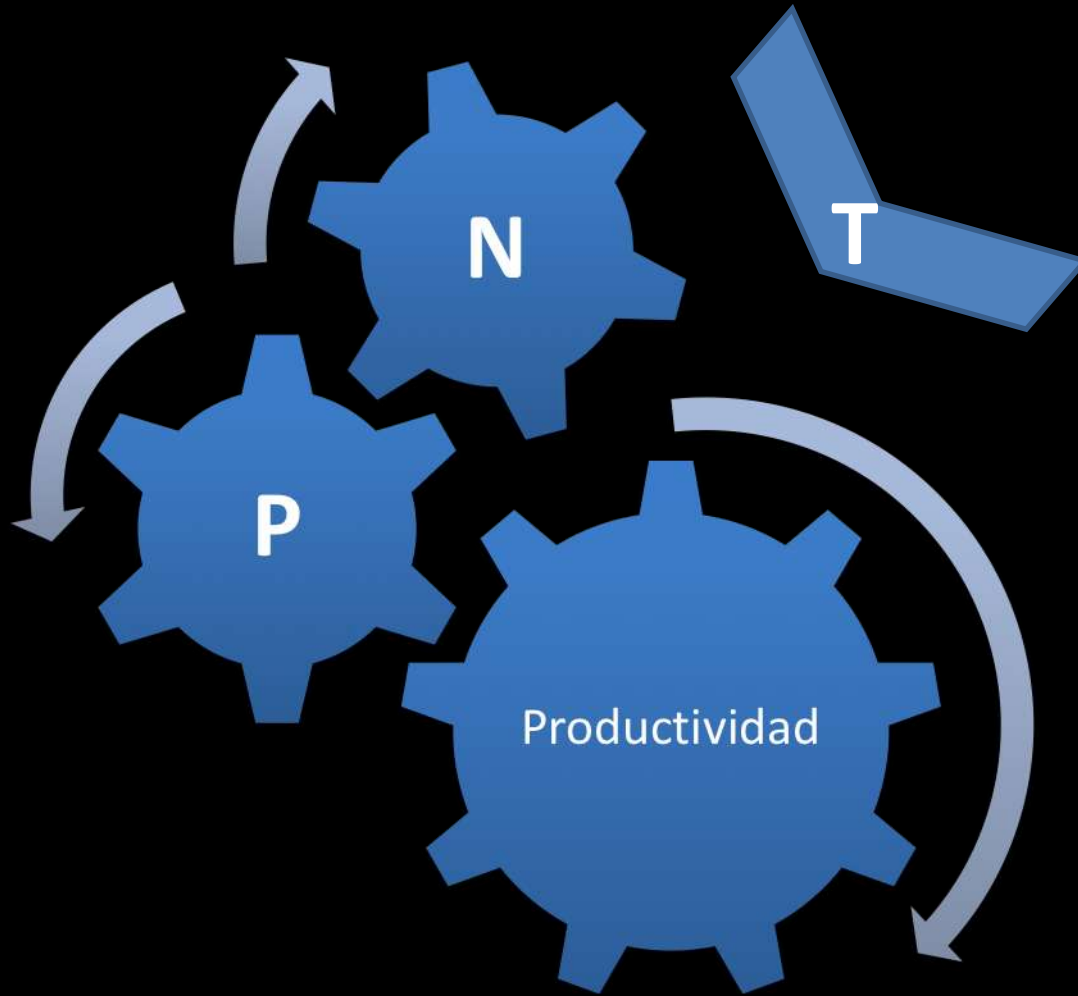
# Efectos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas de alta montaña de cuatro parques nacionales.

Esteban Manrique, Francisco I. Pugnaire, Cristina Armas et al.

# Introducción

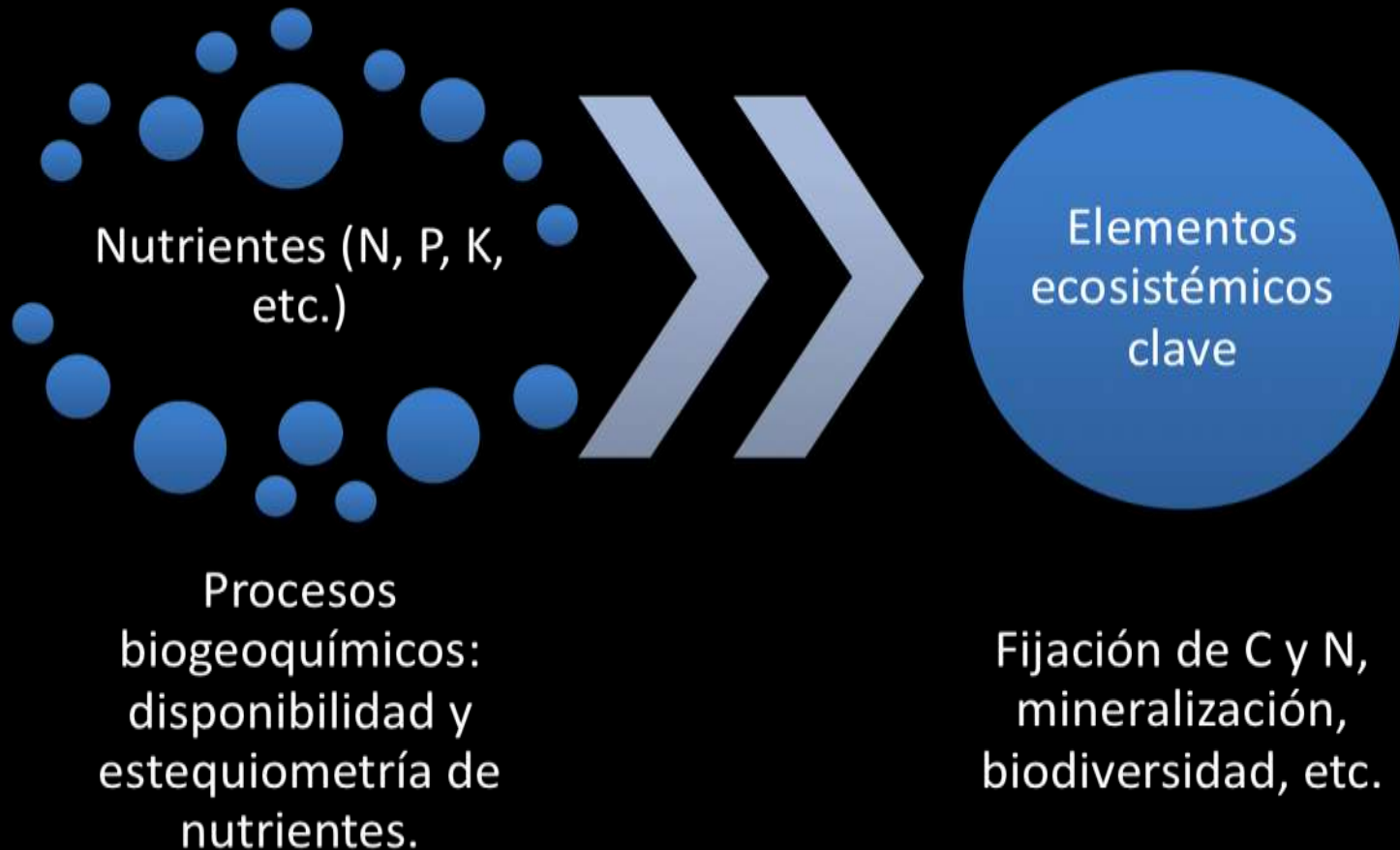
1. El cambio ambiental global amenaza la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas:
  - Deposición atmosférica de nitrógeno (N) que se duplicará para 2050.
  - Incremento de temperature atmosférica.
2. Deposición de polvo sahariano

# Introducción

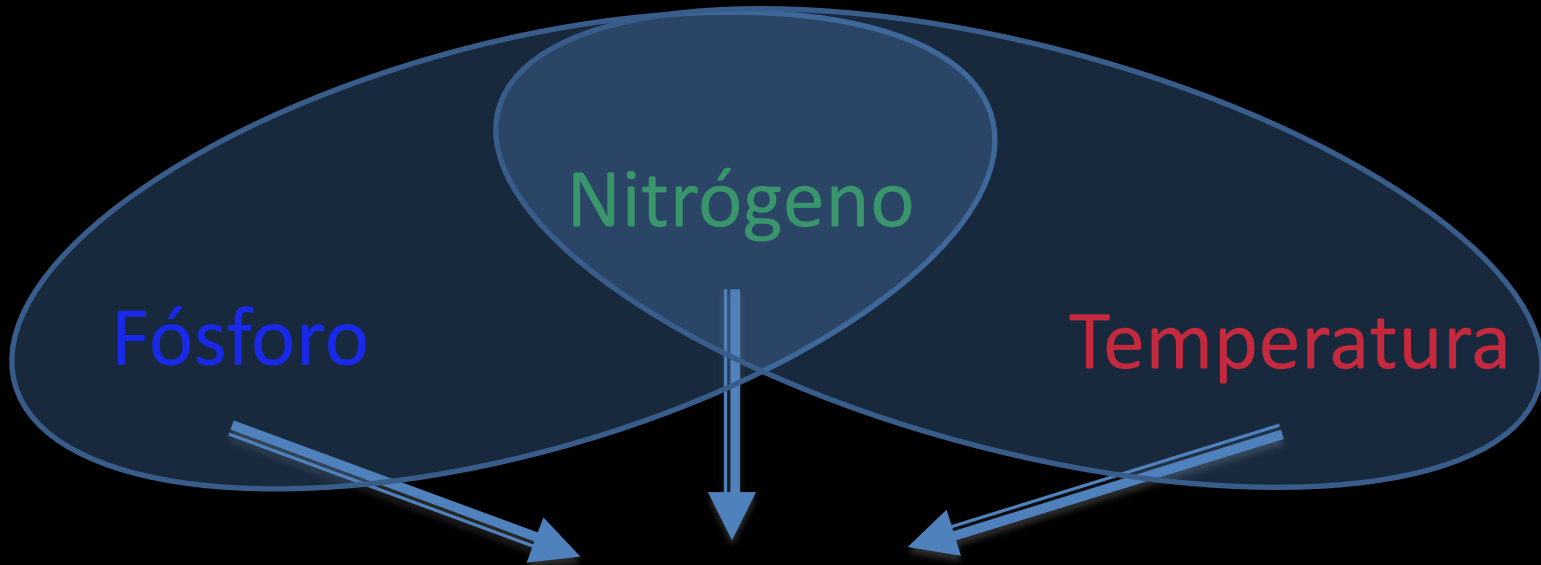




# Introducción



Nos planteamos el estudio de la interacción de estos factores en los ecosistemas de alta montaña de los Parques Nacionales seleccionados en un gradiente latitudinal y de aridez



Pueden favorecer cambios en los ecosistemas que necesitan ser estudiados para su prevención y mejorar la gestión de los espacios naturales más sensibles.

# Nos preguntamos:

- ¿Cómo afectará a los ecosistemas la acción conjunta de estos factores?
- ¿Pueden las condiciones locales modular los cambios esperados y en qué sentido?
- ¿Qué indicadores de cambio responderán más rápidamente?
- ¿Si la mayor disponibilidad de N hace que éste no sea el limitante de la productividad, sería entonces una respuesta mediada por la disponibilidad de P?

# El Proyecto



# Principales acciones del proyecto

- Caracterizar la deposición atmosférica de N y P (bulk deposition).
- Diseñar un experimento de campo que simule la deposición atmosférica de N y P y el incremento de T con el que poner a prueba los efectos en el ecosistema, de acuerdo a las predicciones de modelos fiables de deposición y cambio climático y en diferentes entornos locales.
- Estudiar la interacción de la actuación conjunta de dos factores N-P y N-T



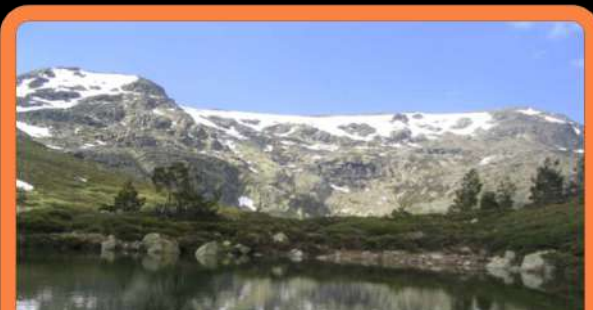
# 4 Parques Nacionales seleccionados



Picos de Europa PE



Teide T



Guadarrama G



Sierra Nevada SN

# Gradiente latitudinal y de aridez



National Park	Asp.	Altitude (m)	PI (mm) <sup>a</sup>	Soil/Lito	pH	Veg.	Domin.
Picos	S	1700	ca 850-1500	Slate-Sand	3.5	Shrubs (30%)	Legume
Guadarrama	SW	2200	ca 890-1000	Granite	3.2	Shrubs (40%)	Legume
S. Nevada	SW	2600	ca 700	Schist	5.6	Shrubs (≤60%)	Legume
Teide	NE	2100	ca 350	Sand-Volcanic	6.7	Shrubs (11%)	Caprifoliaceae

# Picos de Europa





# Guadarrama



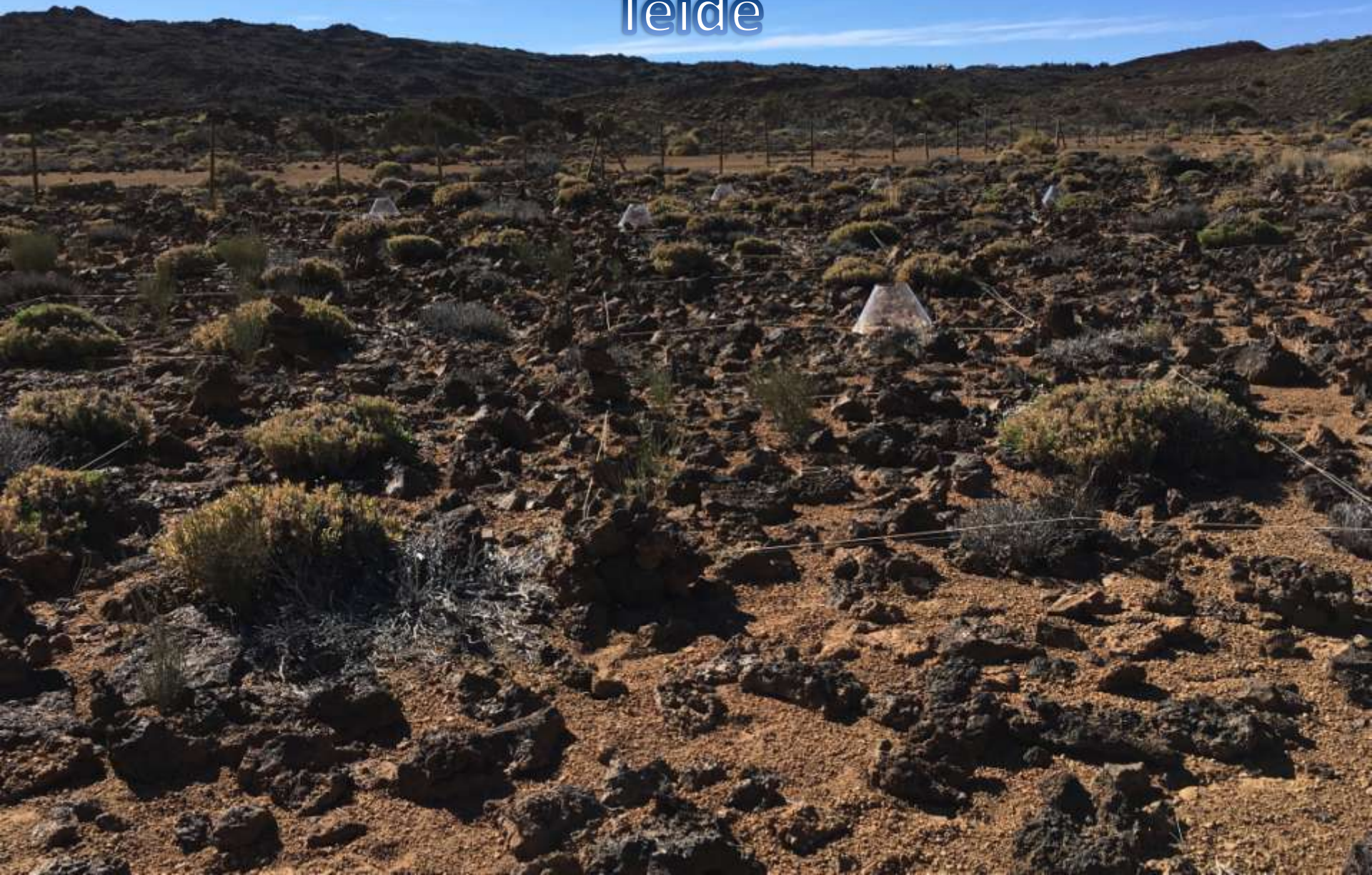


# Sierra Nevada





# Teide



# Experimento de fertilización (iniciado en 2016)

Diseño factorial en bloques (B)

N tratamiento (3 niveles):

$N_0 = + 0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

$N_{10} = +10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

$N_{20} = +20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

P tratamiento (2 niveles):

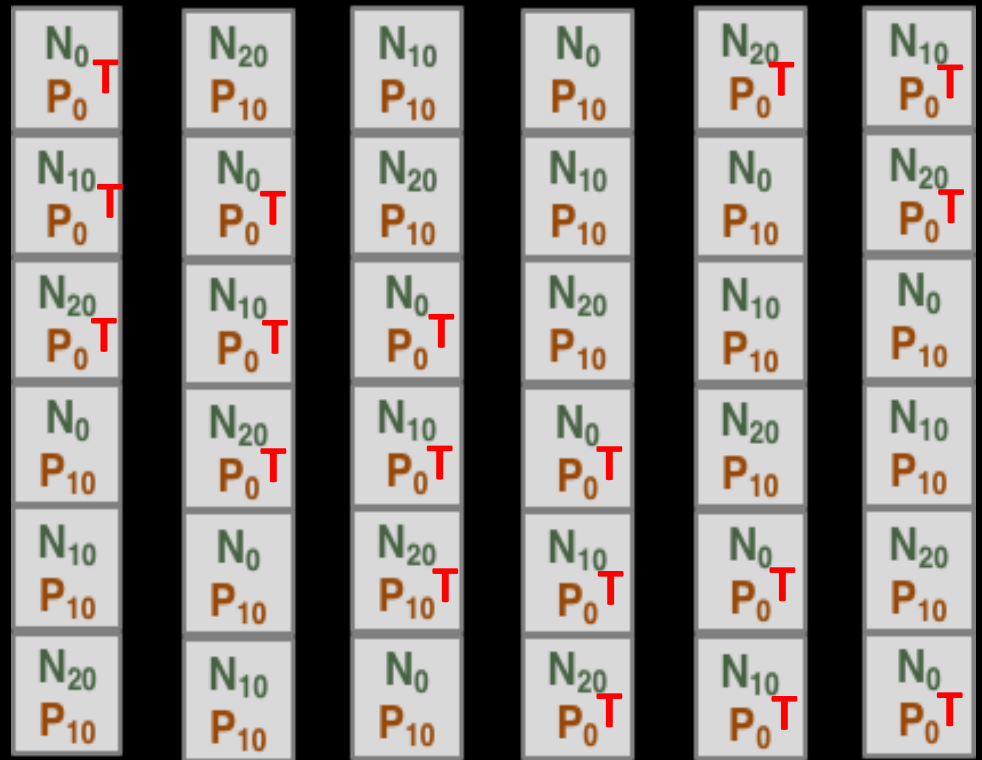
$P_0 = + 0 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

$P_{10} = +10 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

T Tratamiento (2 niveles):

$T_0 = \text{sin OTC}$

$T_{\pm 3^\circ\text{C}} = \text{con OTC}$



# Variables de respuesta

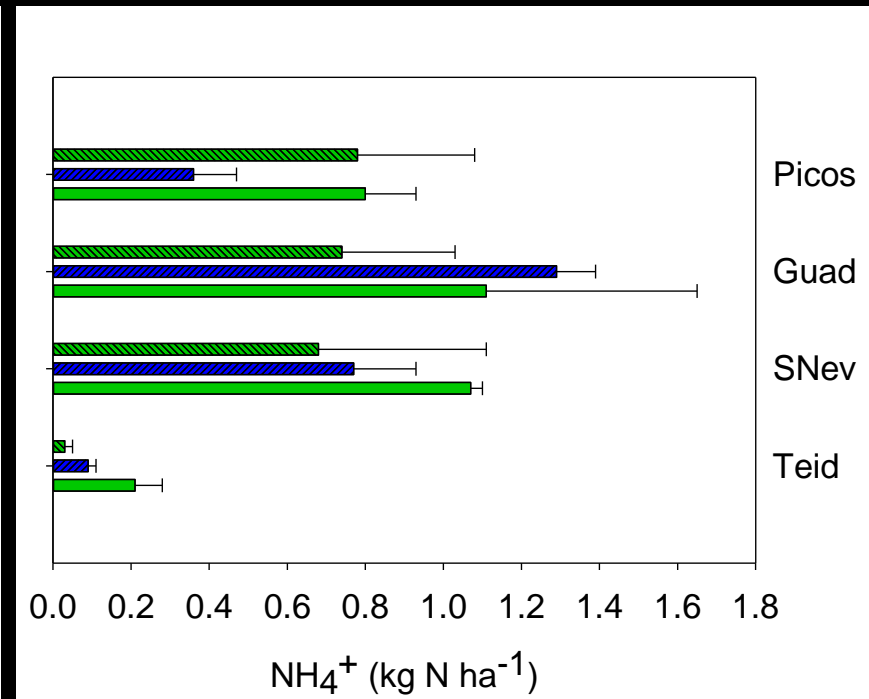
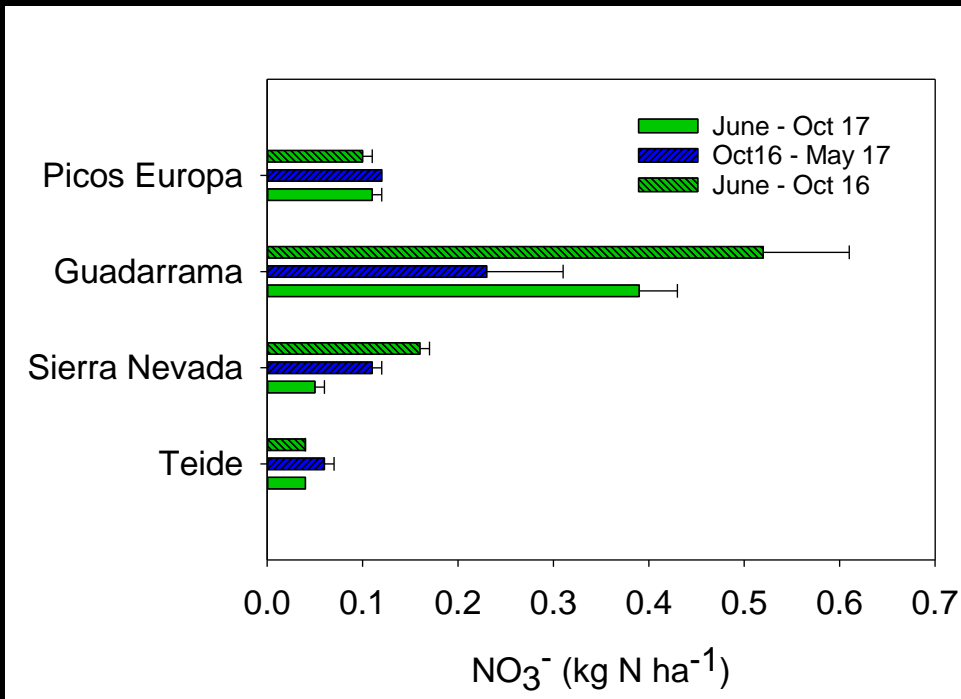
- Nutrientes del suelo;
- Cambios en la vegetación (composición y productividad);
- Respiración del suelo;
- Contenido y composición de la microbiota del suelo y micorrización;
- Actividades enzimáticas asociadas a los ciclos del C, N, P.



# Resultados



# Deposición

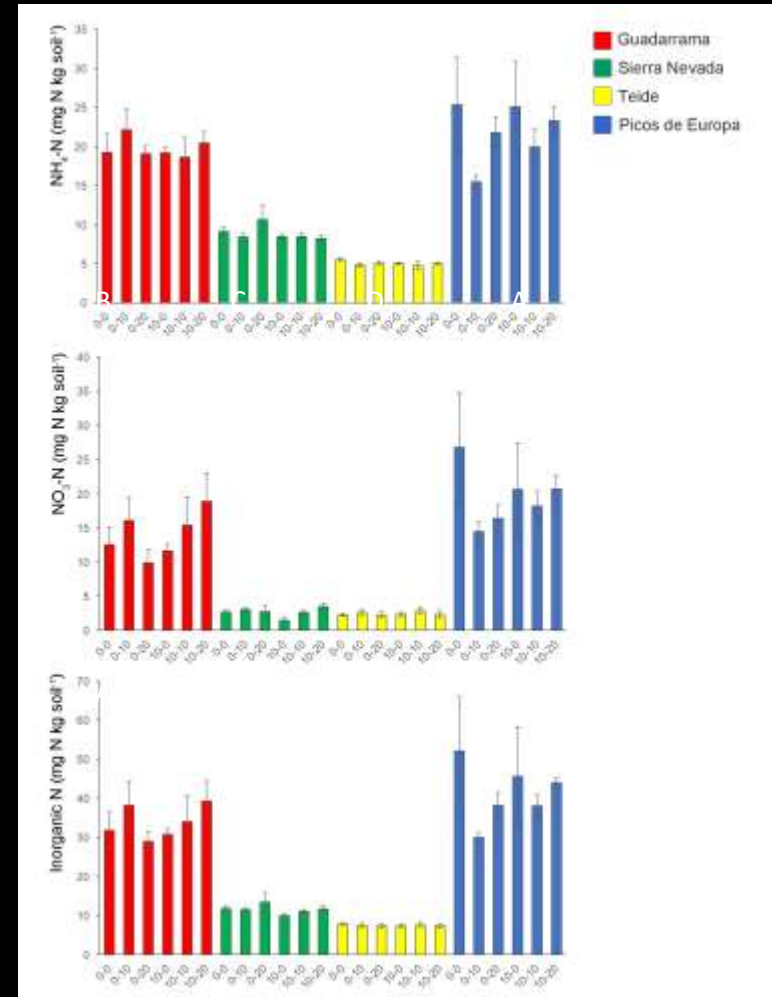
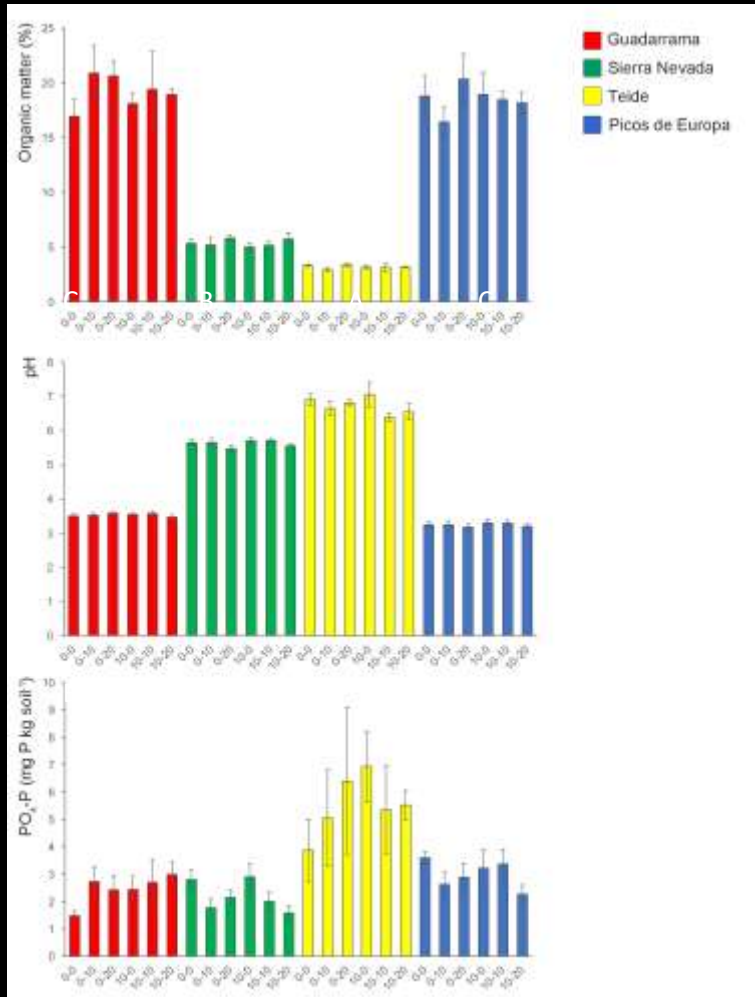


No hay diferencias significativas entre bloques

**Teide** mostró los valores más altos de  $\text{PO}_4^{+3}\text{-P}$ .

**Guadarrama** y **Picos de Europa** mostraron los valores más altos de  $\text{MO}$ ,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  y  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ .

El pH más bajo en **Guadarrama** y **Picos de Europa**.





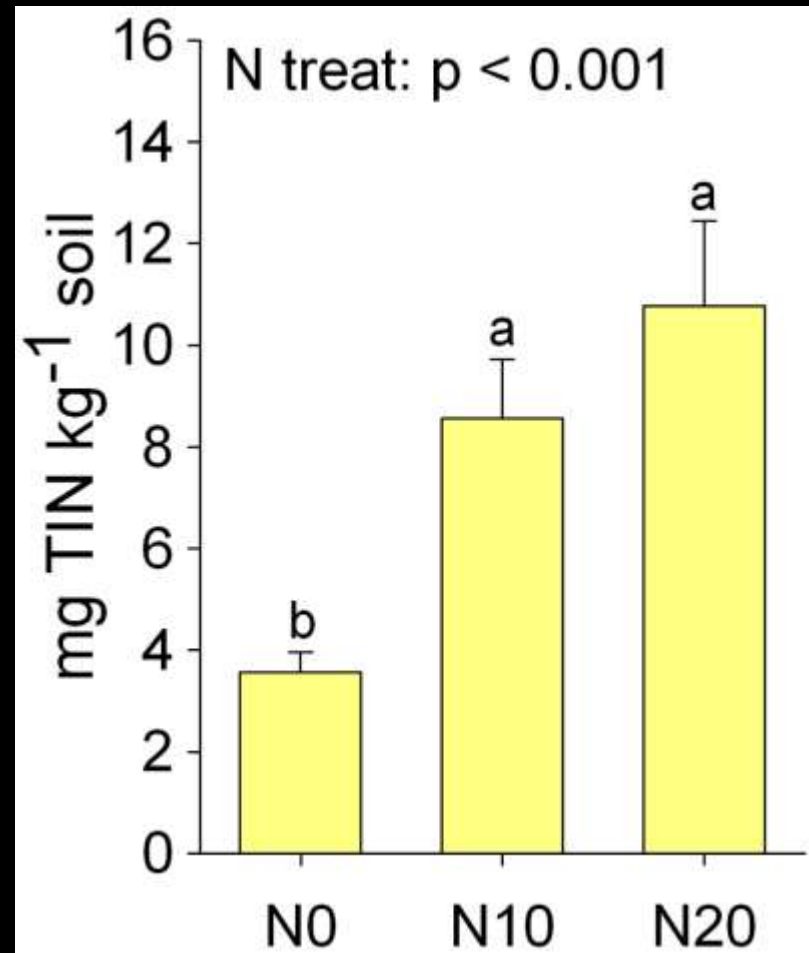
- Efecto de la fertilización en la producción de N y P en el suelo tras un año de fertilización



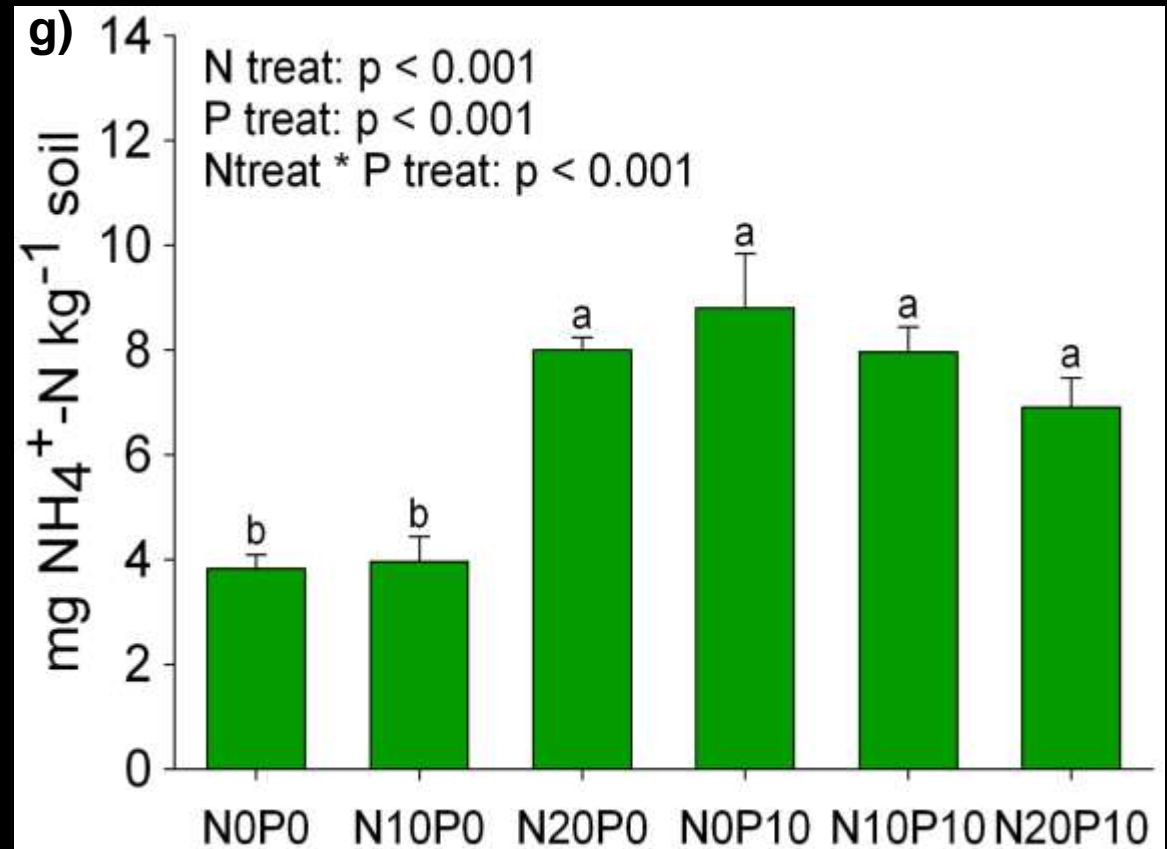
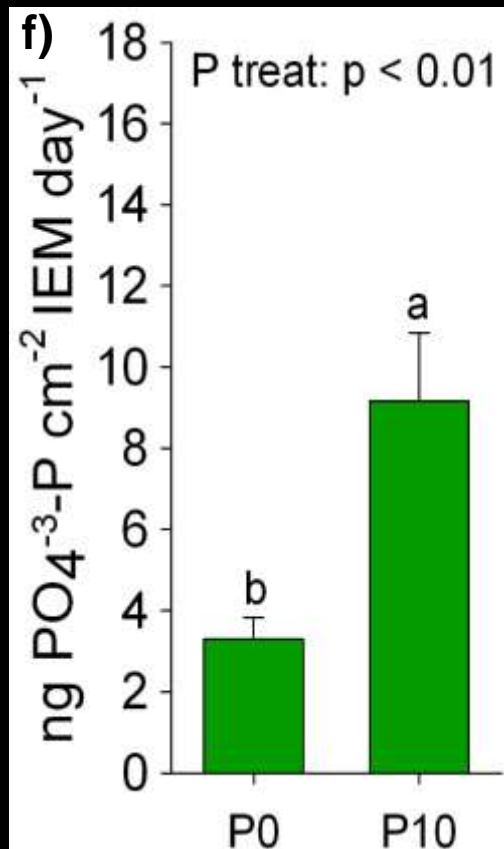
Los tratamientos de deposición simulada afectan de forma diferente y significativa a la capacidad del suelo para producir P y N inorgánicos según el lugar, excepto en el **PN Teide** donde sólo afecta la adición de N.



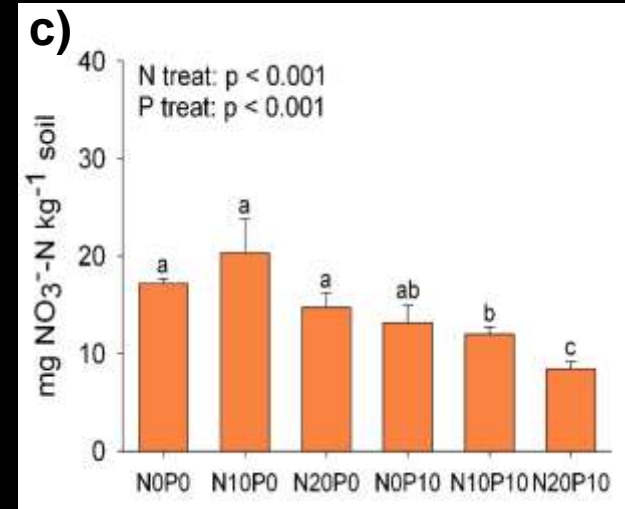
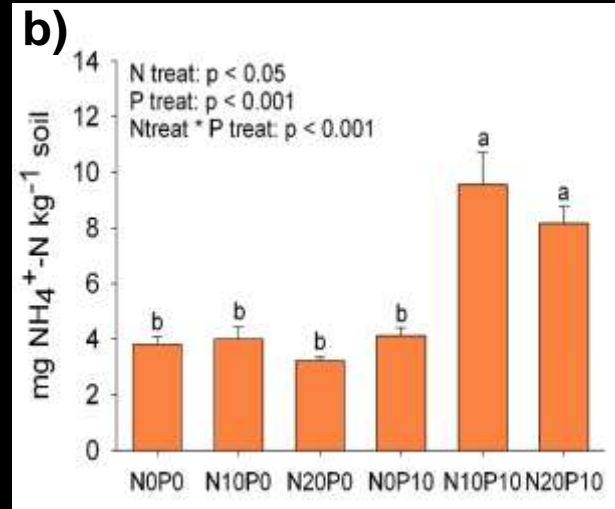
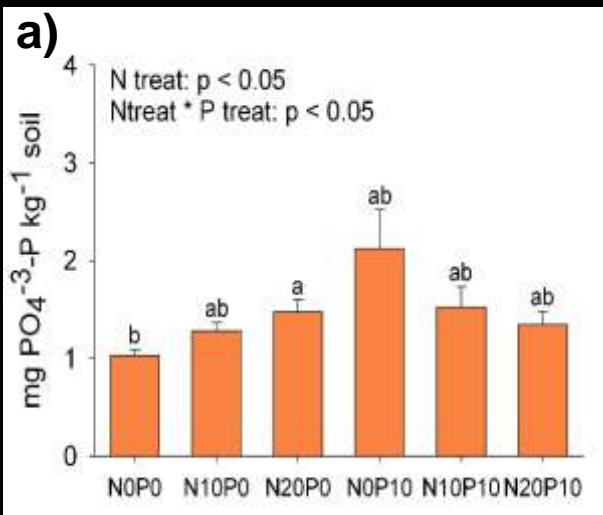
- **PN Teide**, únicamente la fertilización con N tuvo efecto significativo (positivo) sobre el N inorgánico total (TIN) en suelo.



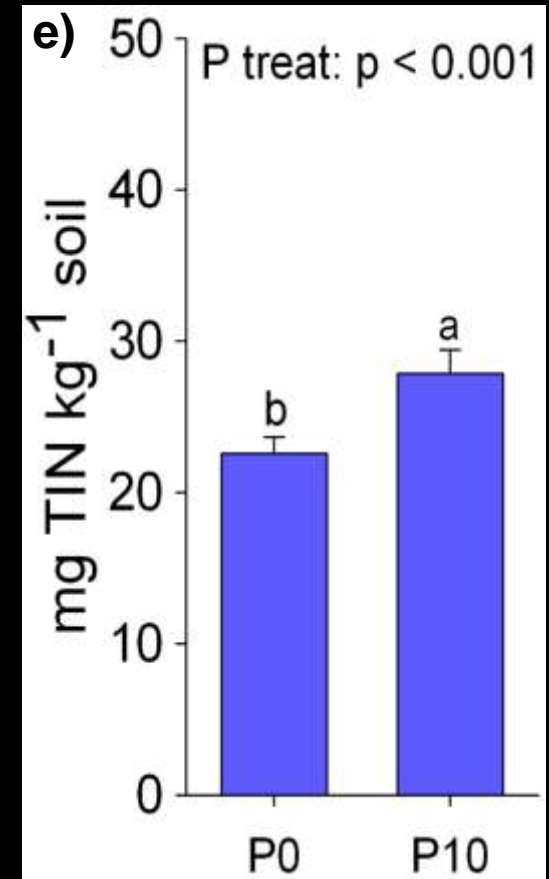
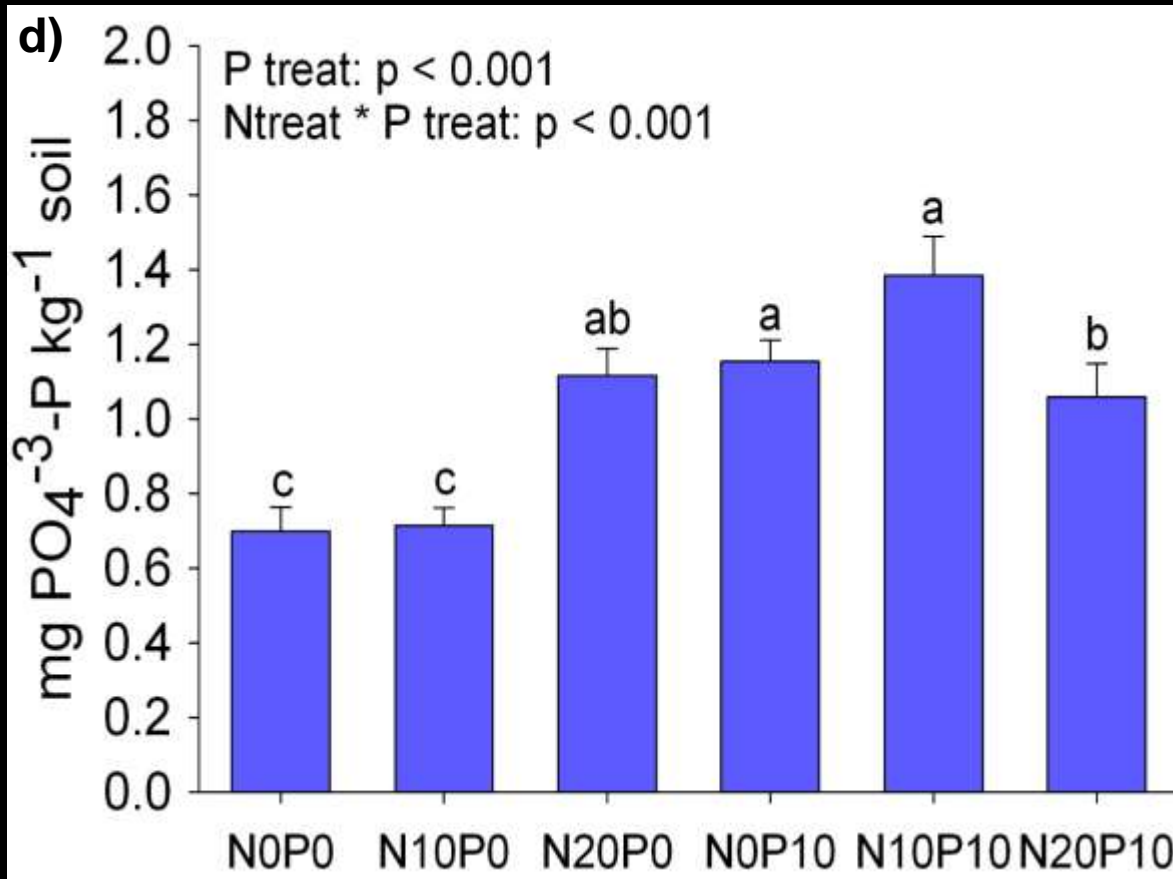
- **Sierra Nevada:** La fertilización con P incrementó el  $\text{PO}_4^{+3}\text{-P}$  del suelo (Fig. f). Cuando se fertilizó con ambos nutrientes se incrementó el  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  del suelo (Fig. g).



- Guadarrama:** La fertilización con N en ausencia de fertilización con P tuvo un efecto positivo en la producción de  $\text{PO}_4^{+3}\text{-P}$  (Fig. a). La fertilización con N y P (juntos) incrementó el contenido de  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  en el suelo (Fig. b) pero descendió el de  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  (Fig. c).



- Picos de Europa:** La fertilización conjunta con N y P incrementó la disponibilidad de  $\text{PO}_4^{+3}\text{-P}$  (Fig. d). La fertilización con P sólo incrementó el TIN del suelo (Fig. e).



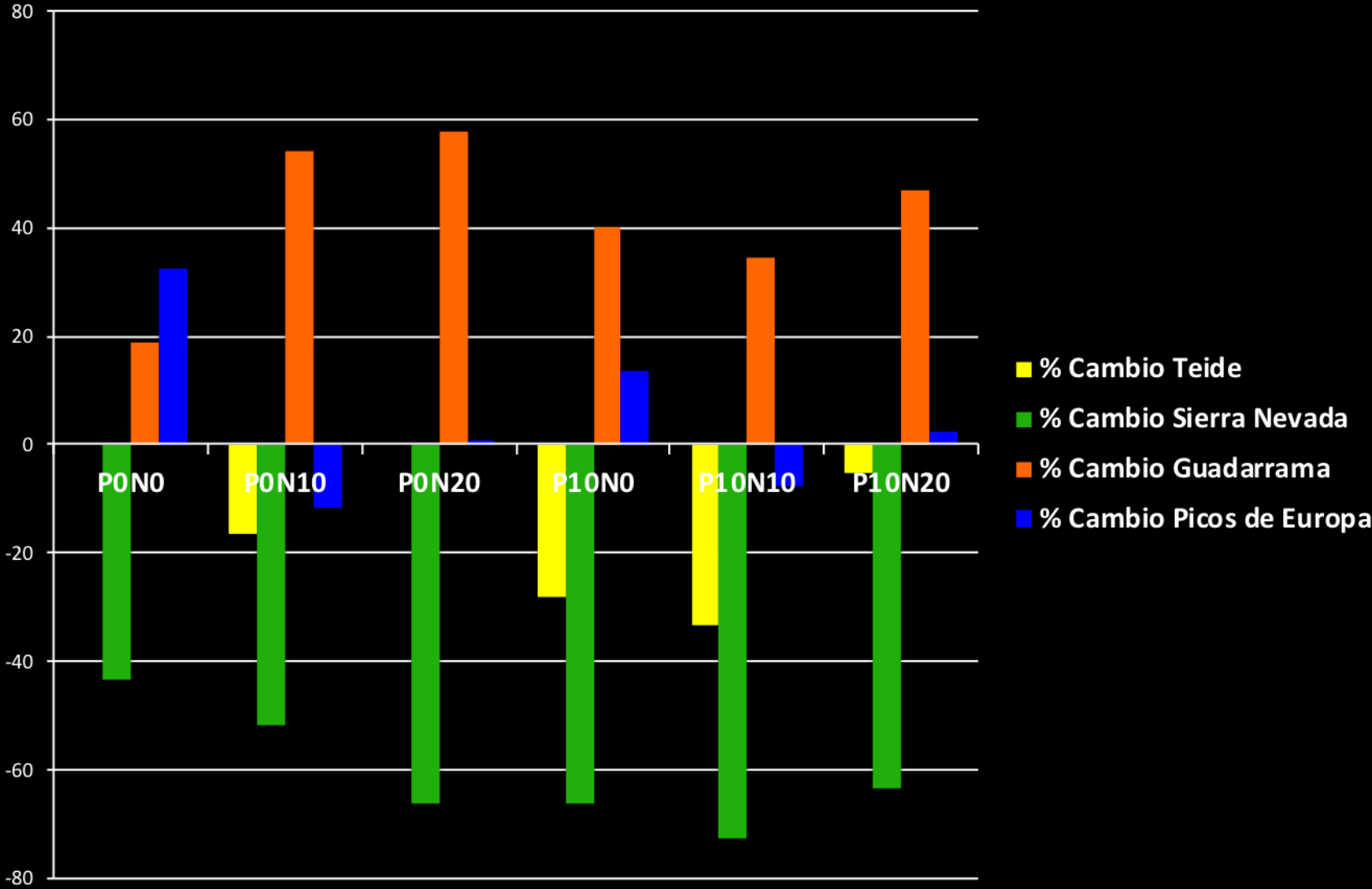


## N, P y P x N

- Efecto de la fertilización en la respiración del suelo tras dos años de fertilización

Los tratamientos de fertilización tuvieron un efecto significativo en la respiración del suelo, sin embargo, no hay un patrón general de cambio y la respiración respondió de forma diferente en los distintos parques y a distintos niveles de fertilización.

# Porcentaje de cambio en la respiración del suelo $Rs_{2017} - Rs_{2016}$



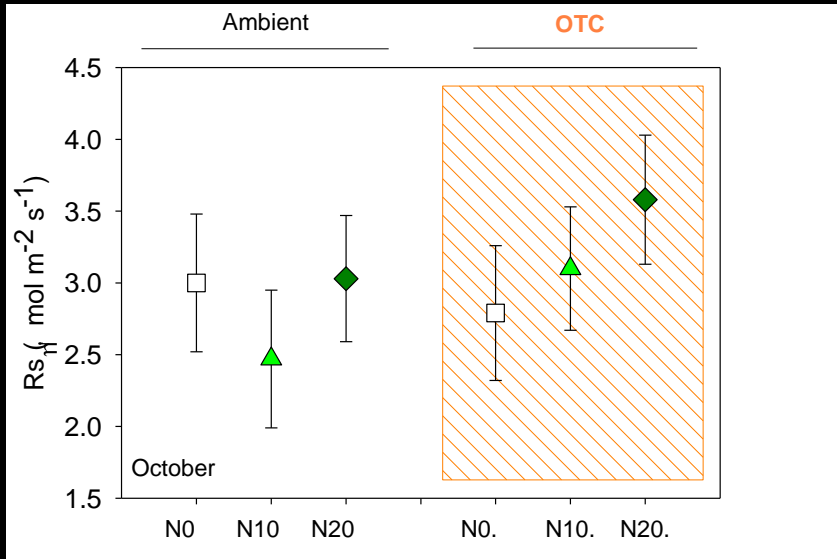
Teide: NS; Sierra Nevada: N\*, P\* y NxP\*; Guadarrama: NxP\*; Picos Europa: NS

## T y T x N

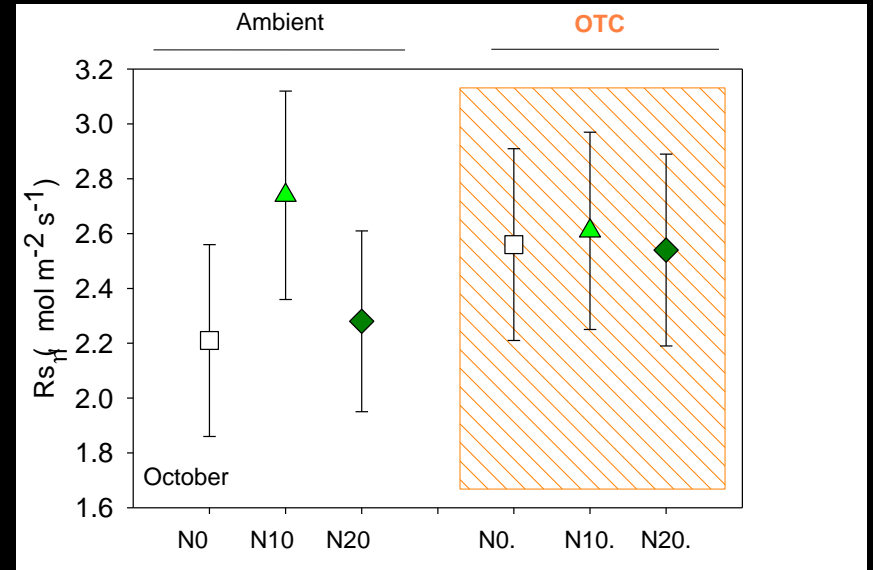
- Efecto de la temperatura sobre la fertilización con N en la respiración del suelo tras dos años de fertilización

La respiración del suelo respondió de forma diferente a los tratamientos de temperatura y en los distintos Parques.

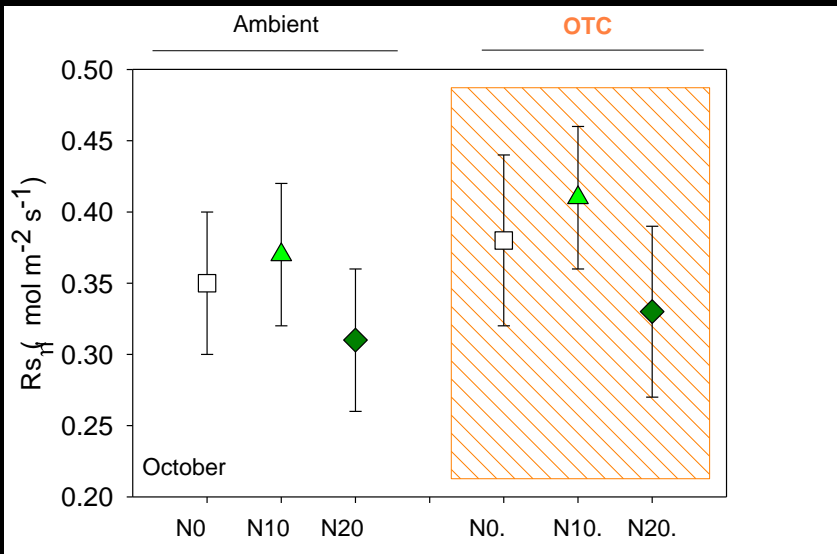
# Picos de Europa



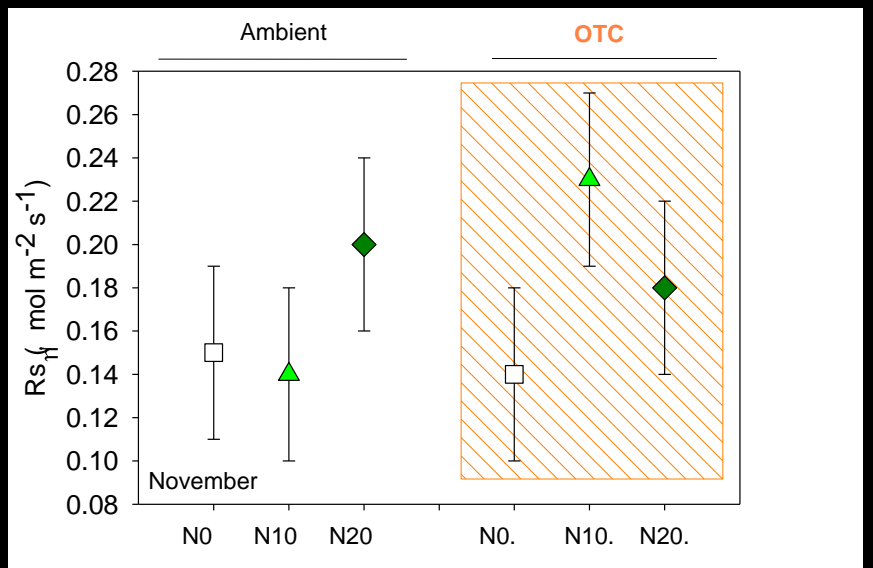
# Guadarrama



# Sierra Nevada

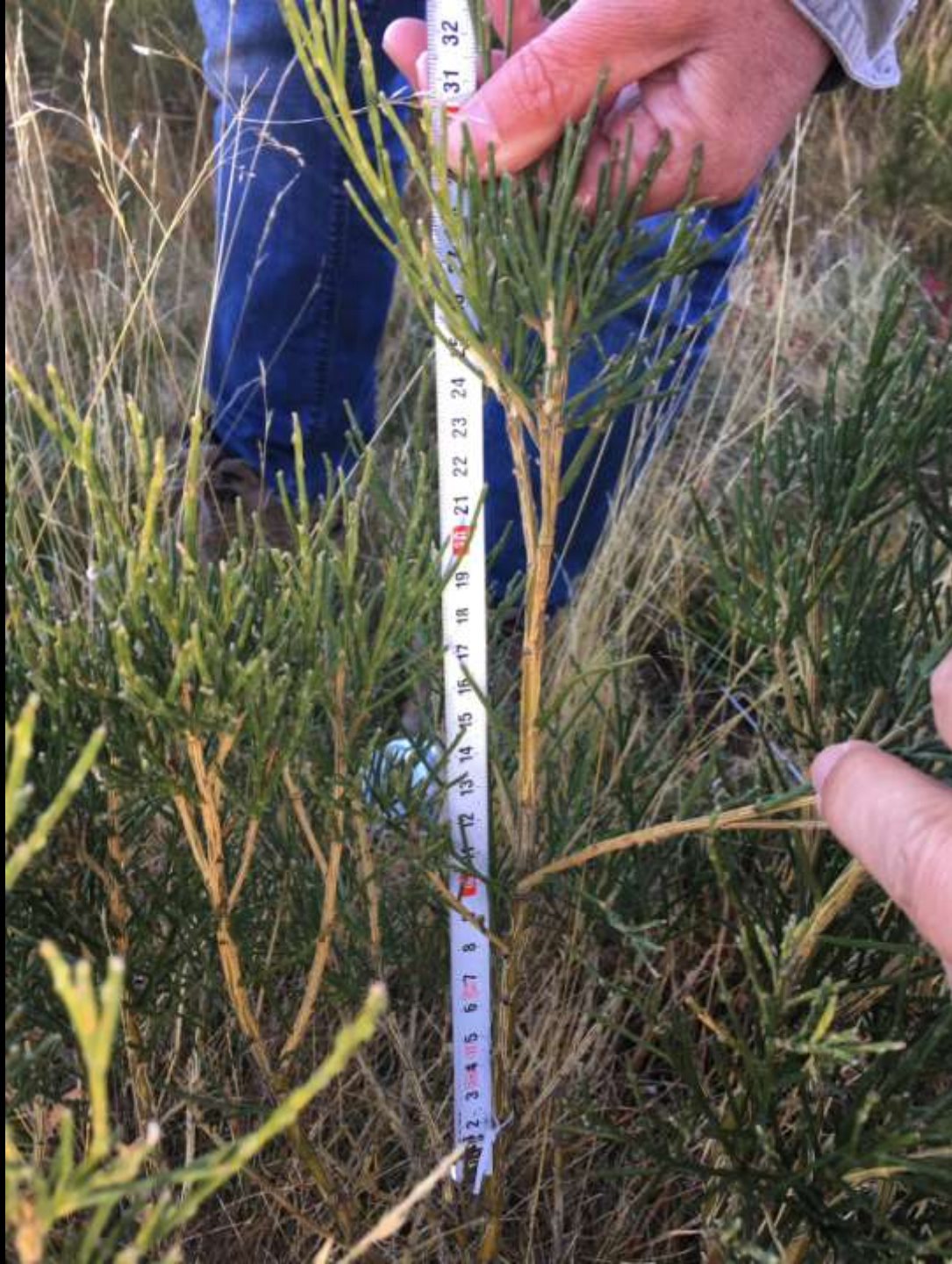


# Teide

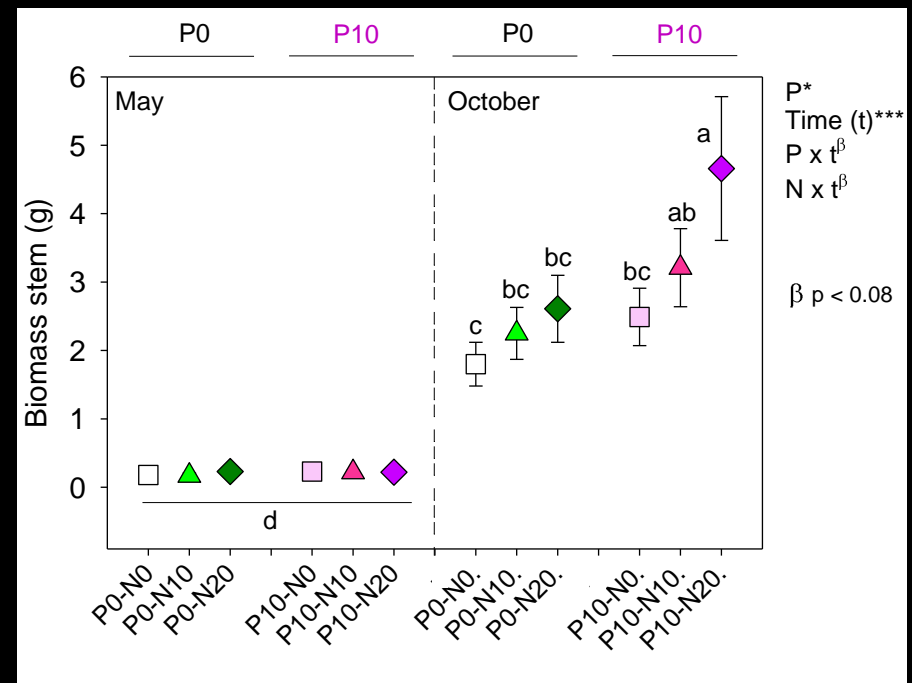
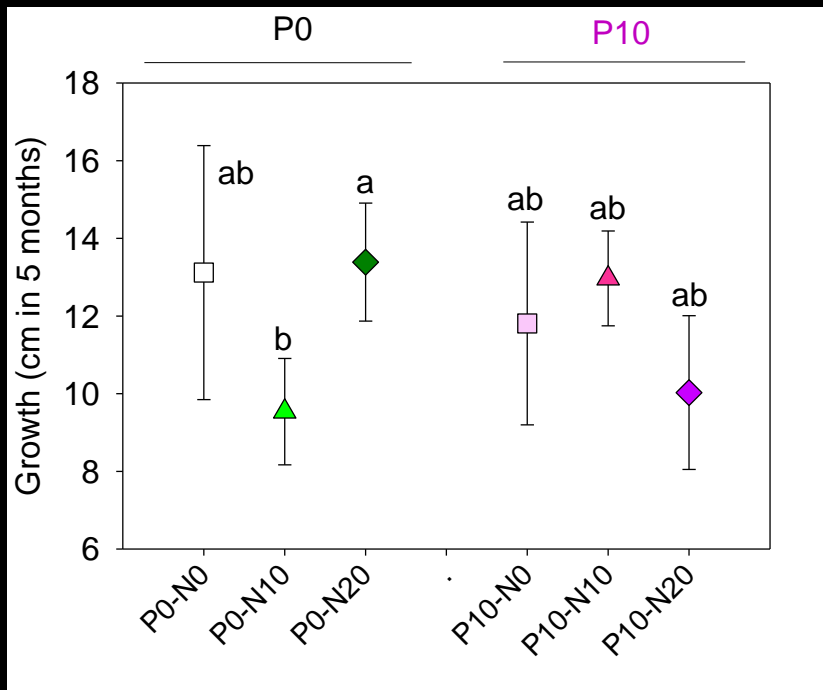


- Efecto de la fertilización en la productividad de la especie arbustiva dominante tras dos años de fertilización

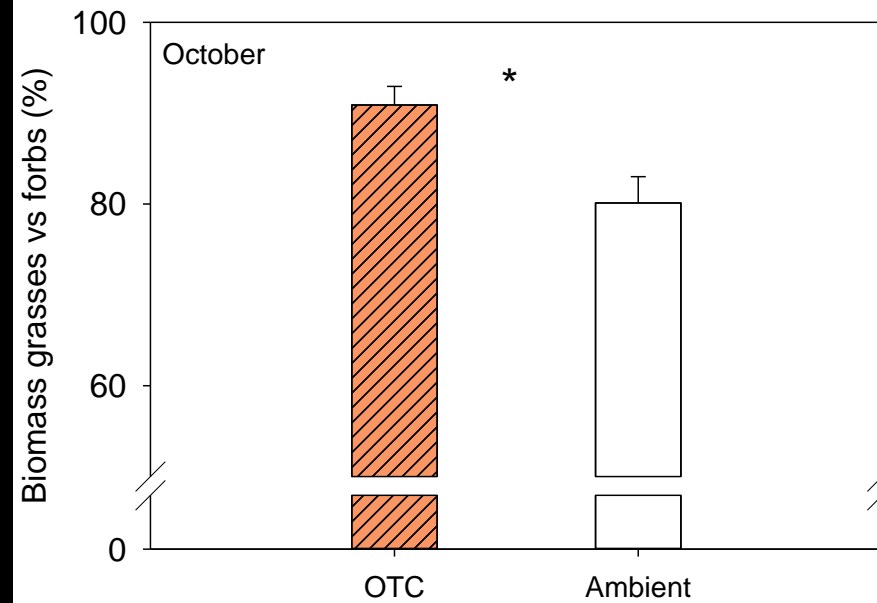
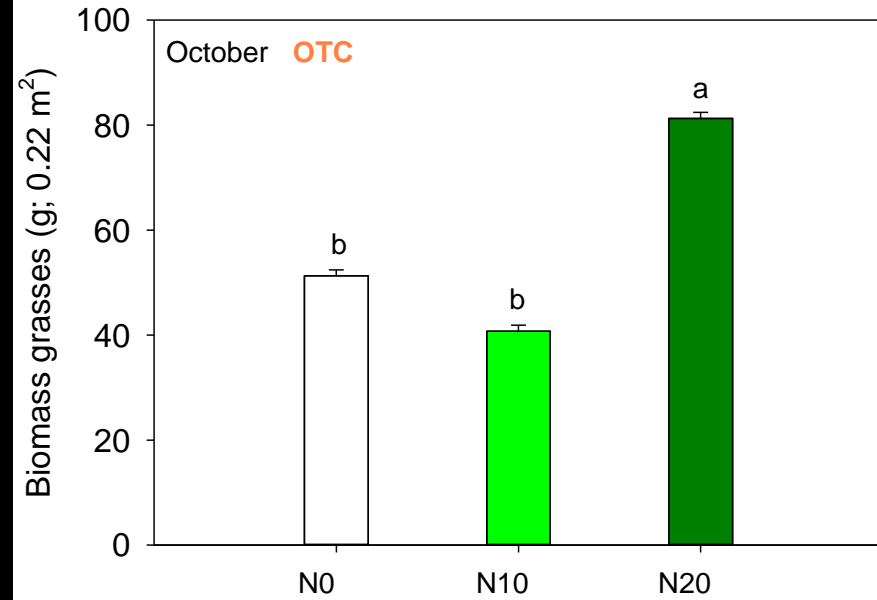




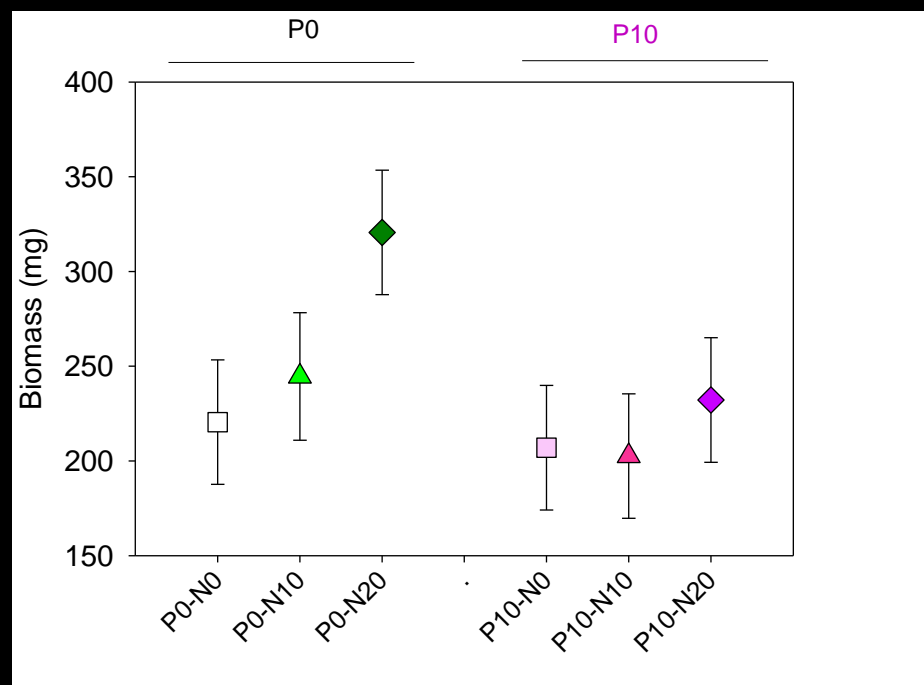
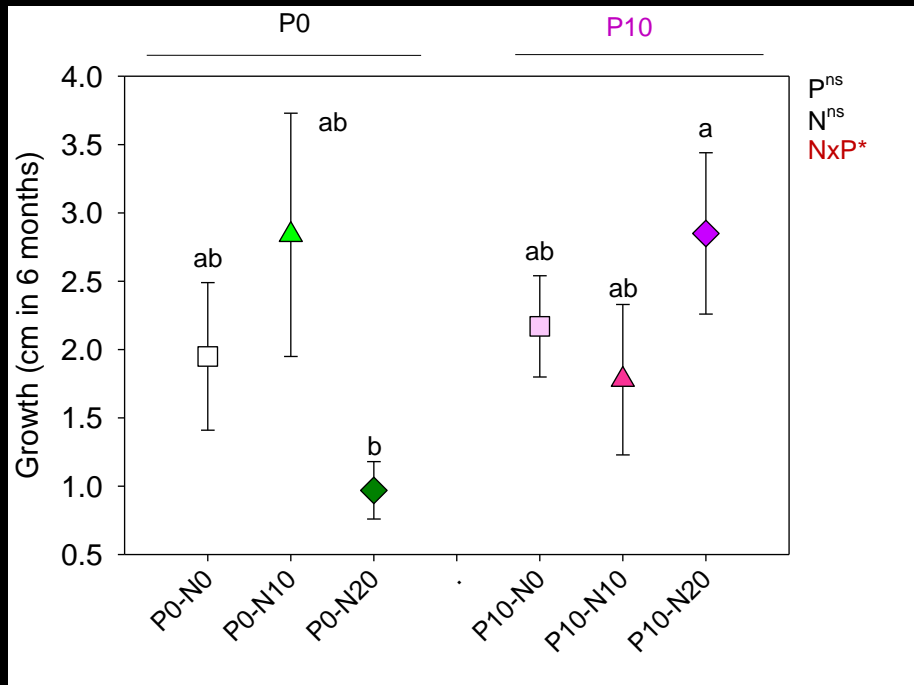
# Crecimiento- Picos de Europa. Otoño 2017



# Productividad: gramíneas vs dicotiledóneas – Picos de Europa. Octubre 2017

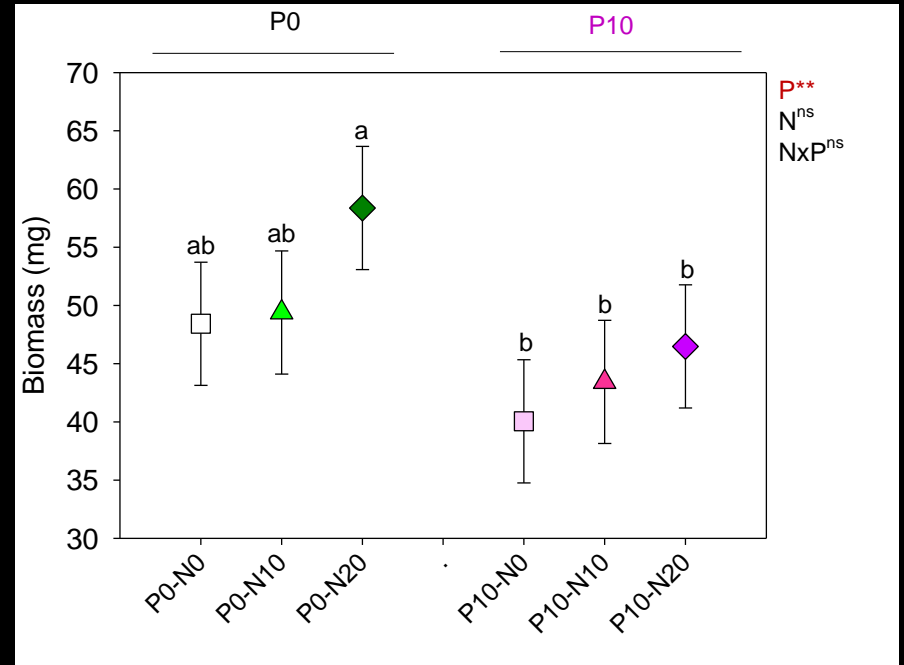
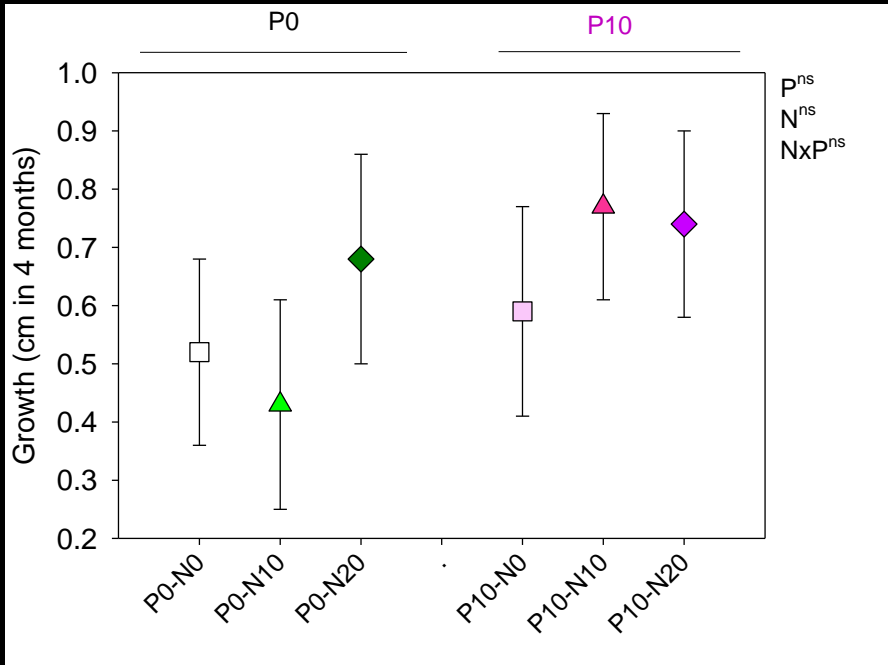


# Crecimiento – Guadarrama - Otoño 2017

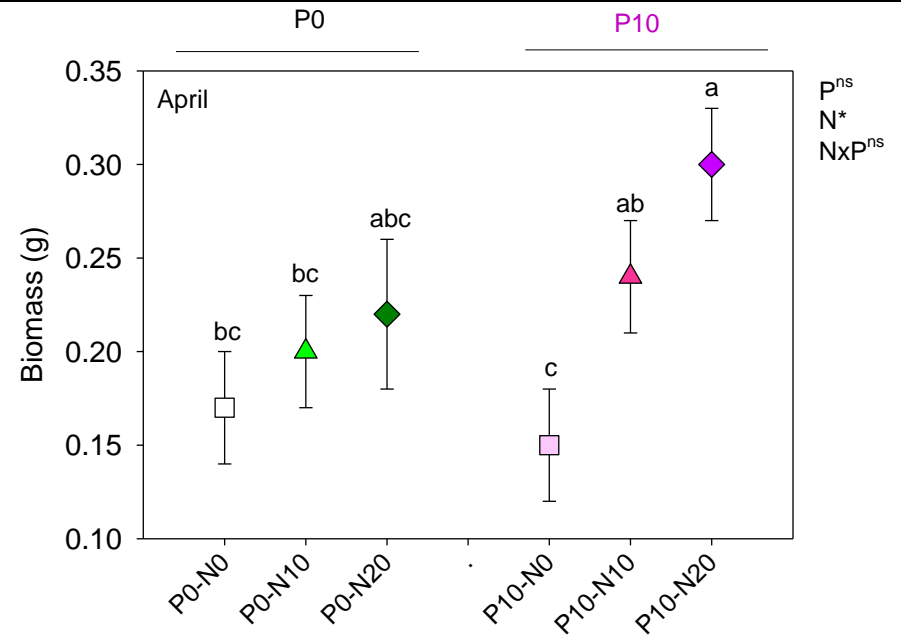




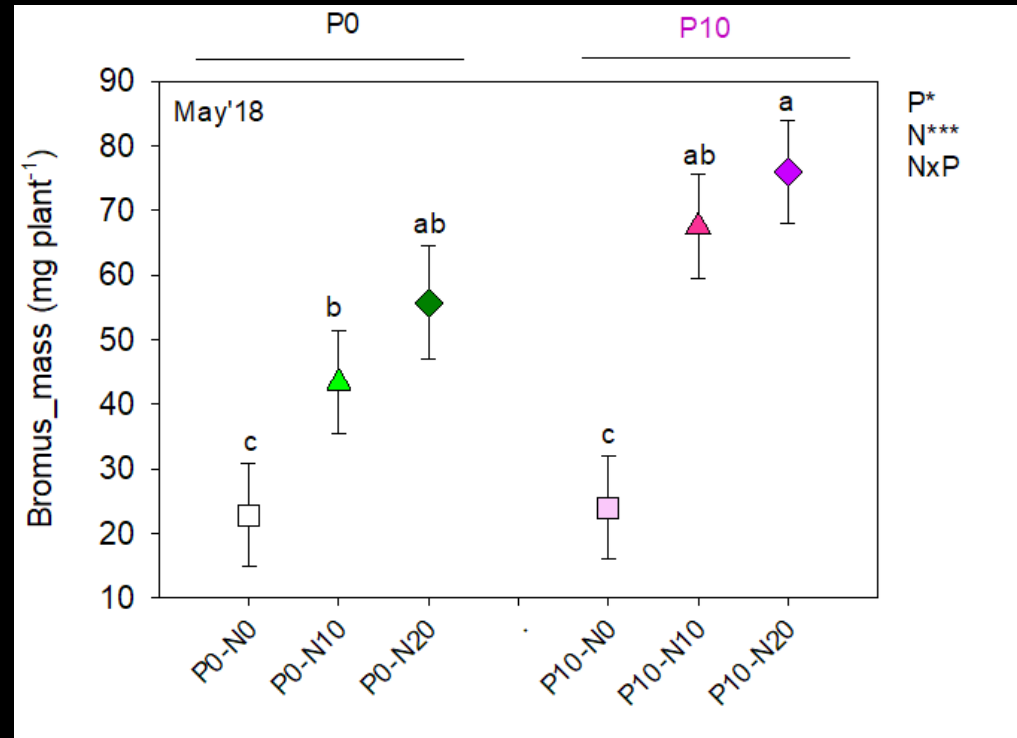
# Crecimiento - Sierra Nevada. Otoño 2017



# Crecimiento - PN Cañadas del Teide - Otoño 2017

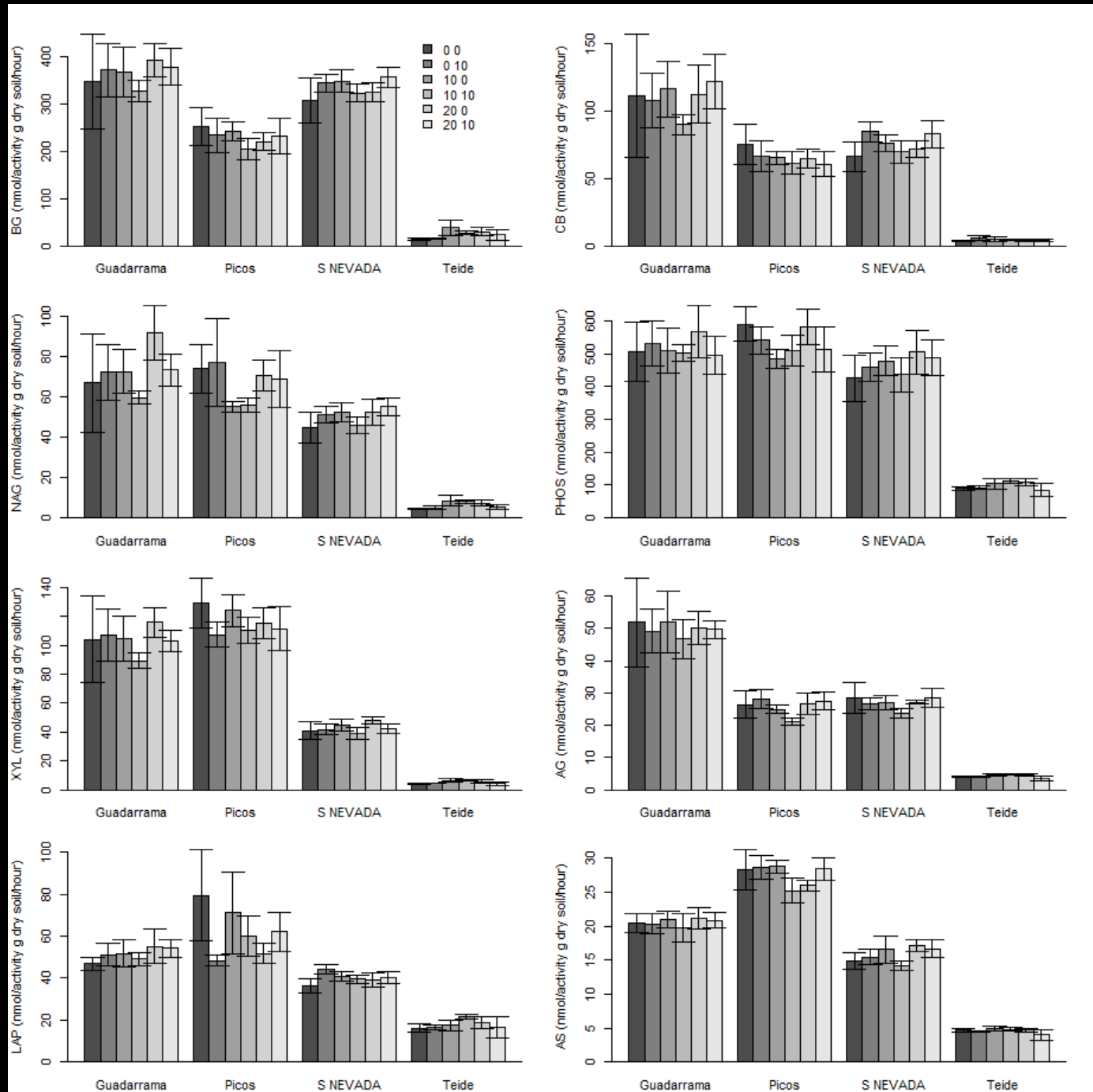


# Biomasa de efímeras (*Bromus tectorum*) - PN Cañadas del Teide - Primavera 2018





- No se observan cambios aparentes en las actividades enzimáticas entre tratamientos.
- Las actividades varían en función del gradiente de precipitación y del contenido en materia orgánica del suelo.



# Conclusiones

1. La deposición de N total disminuye de Norte a Sur (PE= 1,5; G= 3,15; SN= 2,0 y T= 0,35 Kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).
2. Los suelos de los 4 Parques Nacionales presentan características diferenciales que los caracteriza (Guadarrama = Picos >N y > MO y pH del suelo ácido; Sierra Nevada y Teide muy por debajo pero con > P y pH más básicos).
3. El incremento de temperatura en las OTC por sí sola no influye en la Rs a coroto plazo .

# Conclusiones

4. en PE y T, las fertilizaciones no afectan a la Rs,
5. La adición de P y N o P+N incrementa la Rs en Guadarrama disminuyéndola en Sierra Nevada.
6. A falta de mantener fertilizaciones a más largo plazo, la deposición atmosférica de N podría influir en la capacidad de un suelo para comportarse como emisor o como sumidero de CO<sub>2</sub>.



# Conclusiones

7. La productividad (leguminosa o rosalillo) responde a la fertilización de forma variable según los parques:
  - En **Picos de Europa** la adición de N+P no afecta a la elongación de las ramitas, aunque sí favorece el incremento de la biomasa (mayor ramificación?).
  - En **Guadarrama** la biomasa se ve afectada con la adición de N pero esta acción se elimina con la adición de P+N.
  - En **Sierra Nevada** no afecta a la elongación, pero sí hay una tendencia al incremento de biomasa con N (P0N20), pero el efecto se elimina cuando se añade P (P10N20)
  - En **las Cañadas del Teide** se observa una respuesta en la producción de biomasa con sólo N, pero esta respuesta es mayor con la adición de P+N, indicando una clara limitación por N de la productividad primaria.

# Conclusiones

8. En **Picos de Europa** el incremento de N y de la T favorece la biomasa de gramíneas. Las dicotiledóneas no se ven afectadas.
9. En **Teide** la adición de N incrementa la biomasa de *Bromus tectorum*. Esta respuesta es mayor cuando se añade P+N.

# Han colaborado:

- Cristina Armas (IP, CSIC - EEZA)
- Esteban Manrique (CSIC - MNCN)
- Francisco Pugnaire (CSIC - EEZA)
- Susana Rodríguez-Echeverría (Universidad de Coimbra)
- Alexandra Rodríguez (Universidad de Coimbra)
- Jorge Durán (Universidad de Coimbra)
- Raúl Ochoa (UAM)
- Susana Elvira (CIEMAT)
- Héctor García-Gómez (CIEMAT)
- Rocío Alonso (CIEMAT)
- Francisco Usero (CSIC – EEZA)

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal de los Parques que nos han ayudado en todo momento cuando lo hemos requerido y en especial a José Luis Martín Esquivel del PN las Cañadas del Teide





Muchas gracias

