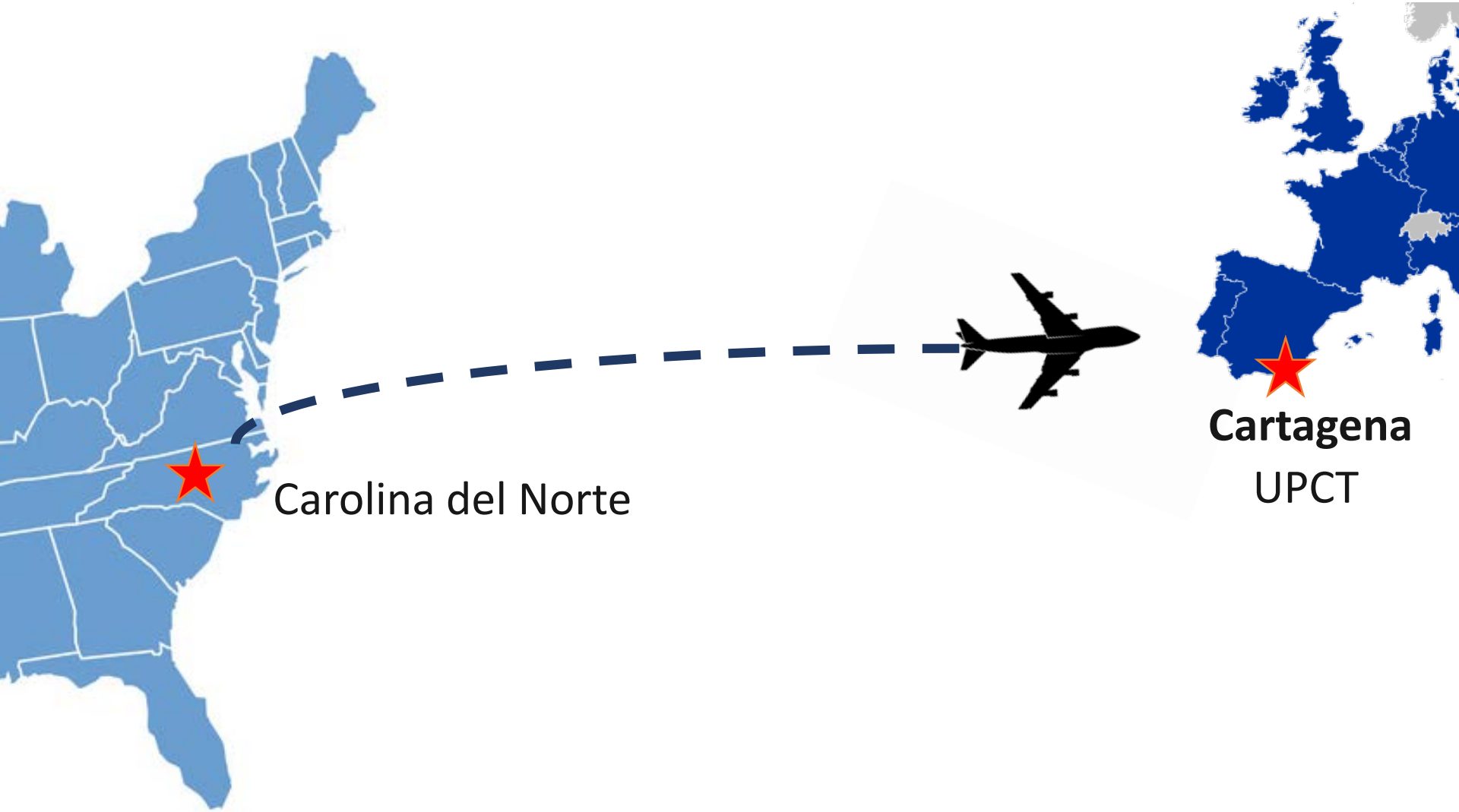
Optimizing woodchip bioreactors for agriculture in Spain

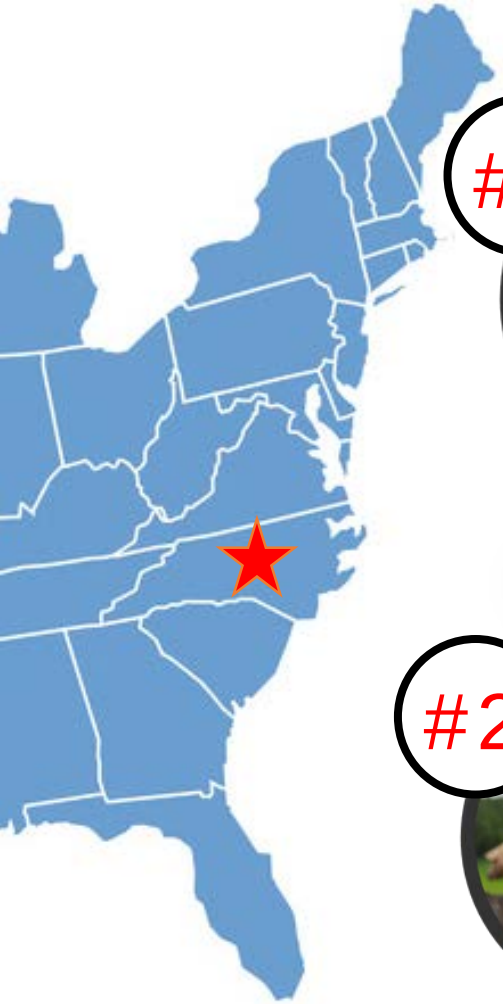
Bryan Maxwell

Post Doctoral Researcher, Universidad Politécnica de Cartagena

PhD, North Carolina State University


Carolina del Norte
Cartagena
UPCT

Tenemos mucha agricultura en Carolina del Norte



Árboles de Navidad

Batatas

Pavos

Cerdos

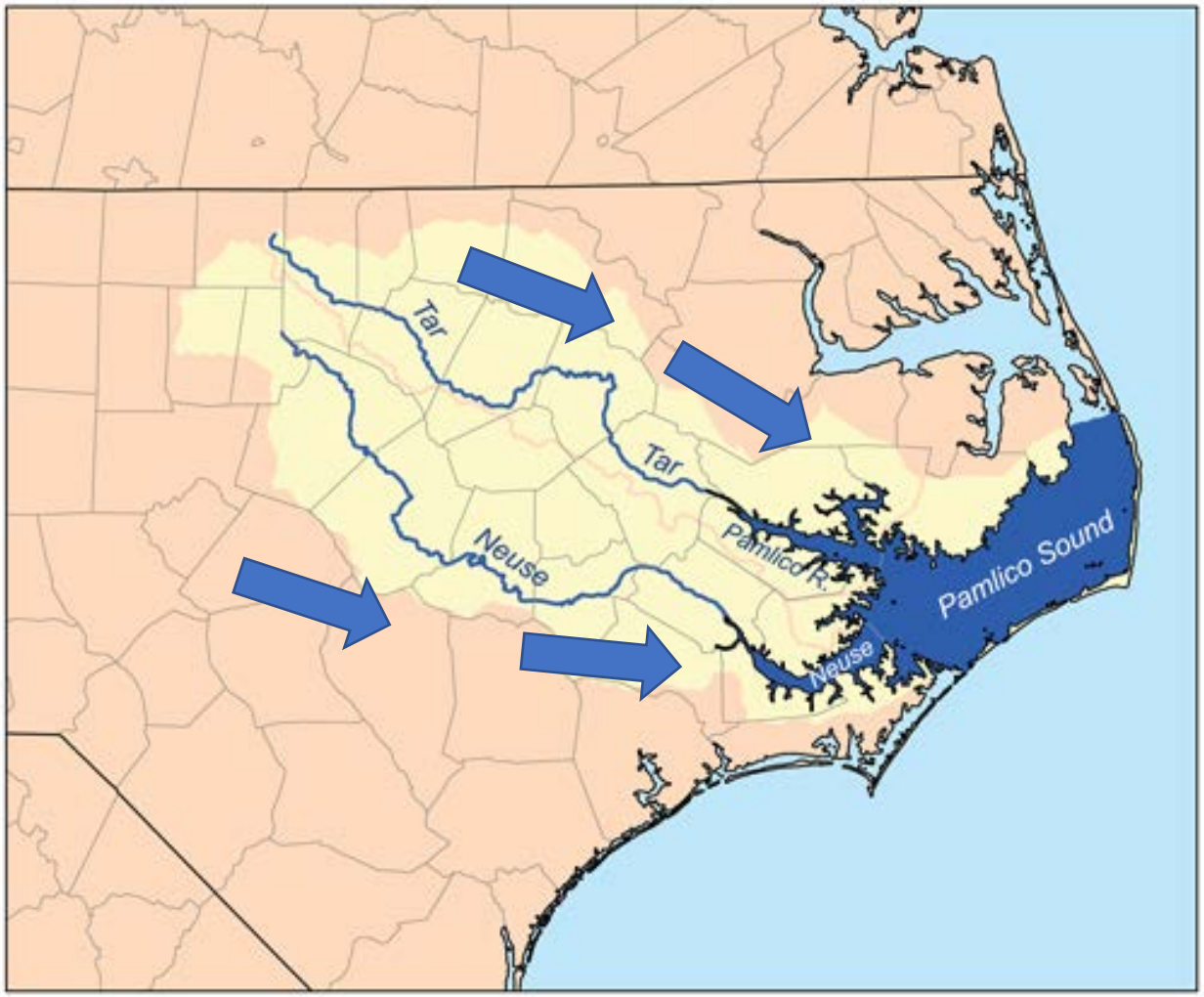
Tabaco

Algodón

Canales y tuberías de drenaje para recoger el agua

¿Pero a donde va el agua?

Una gran cantidad de agua de los agricultores y desarrollo urbano de Carolina del Norte fluye hacia la costa y termina en el Pamlico Sound y sus ríos.



¿Por qué es esto relevante?

Todo este drenaje de la agricultura, granjas, y desarrollo urbano se traslada a Pamlico Sound y sus ríos, y en ocasiones hemos tenido problemas similares al Mar Menor.

¡Biorreactores!

- Drenaje de finca (maiz, soja, etc)
- Aguas residuales domésticas
- Acuicultura
- Granjas de vacas, cerdos
- Efluente de invernaderos
- …. y ahora, **Salmuera**

Una herramienta utilizada para ayudar a ecosistemas valiosos de todo el mundo.

Para mejorar la calidad del agua en la Bahía de Chesapeake, un área muy valiosa para los pescadores en los EE. UU.

Para ayudar a reducir el nitrato que va hacia la Gran Barrera de Coral

Mi experiencia en la universidad North Carolina State University

¿Cómo podemos aumentar el rendimiento de los biorreactores, y aumentar las tasas de desnitrificación?

Investigación doctoral en EEUU: “Drying-rewetting cycles” (o ciclos de secado-rehumedicimiento)

¿Y cómo funcionan?

- Cambios de húmedo a seco
- Muy fácil de hacer
- Se necesita un período seco, sin agua
- Microbios aerobios son mejores para romper la madera (carbono difícil)
- No se necesitan mas productos químicos o energía

Investigación doctoral en EEUU : “Drying-rewetting cycles”

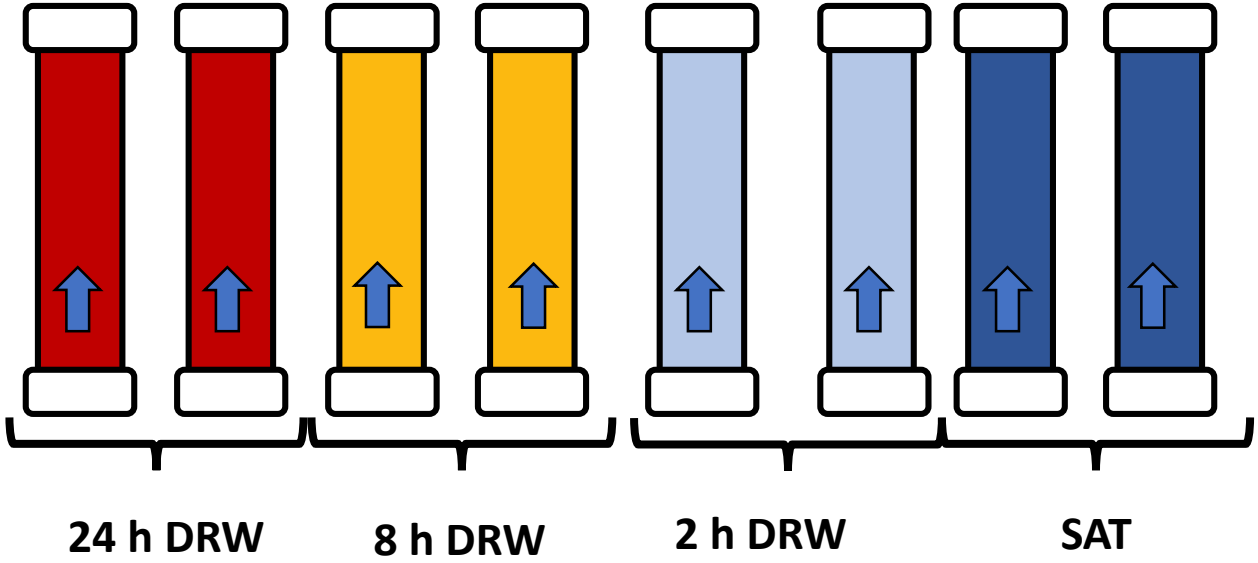
Hipótesis #1: Podemos aumentar las tasas de eliminación de nitrato con períodos secos y, asi aumentar el rendimiento de los biorreactores

Hipótesis #2: La mayor duración de los ciclos de secado-rehumedicimiento aumenta la eliminación de nitratos en los biorreactores

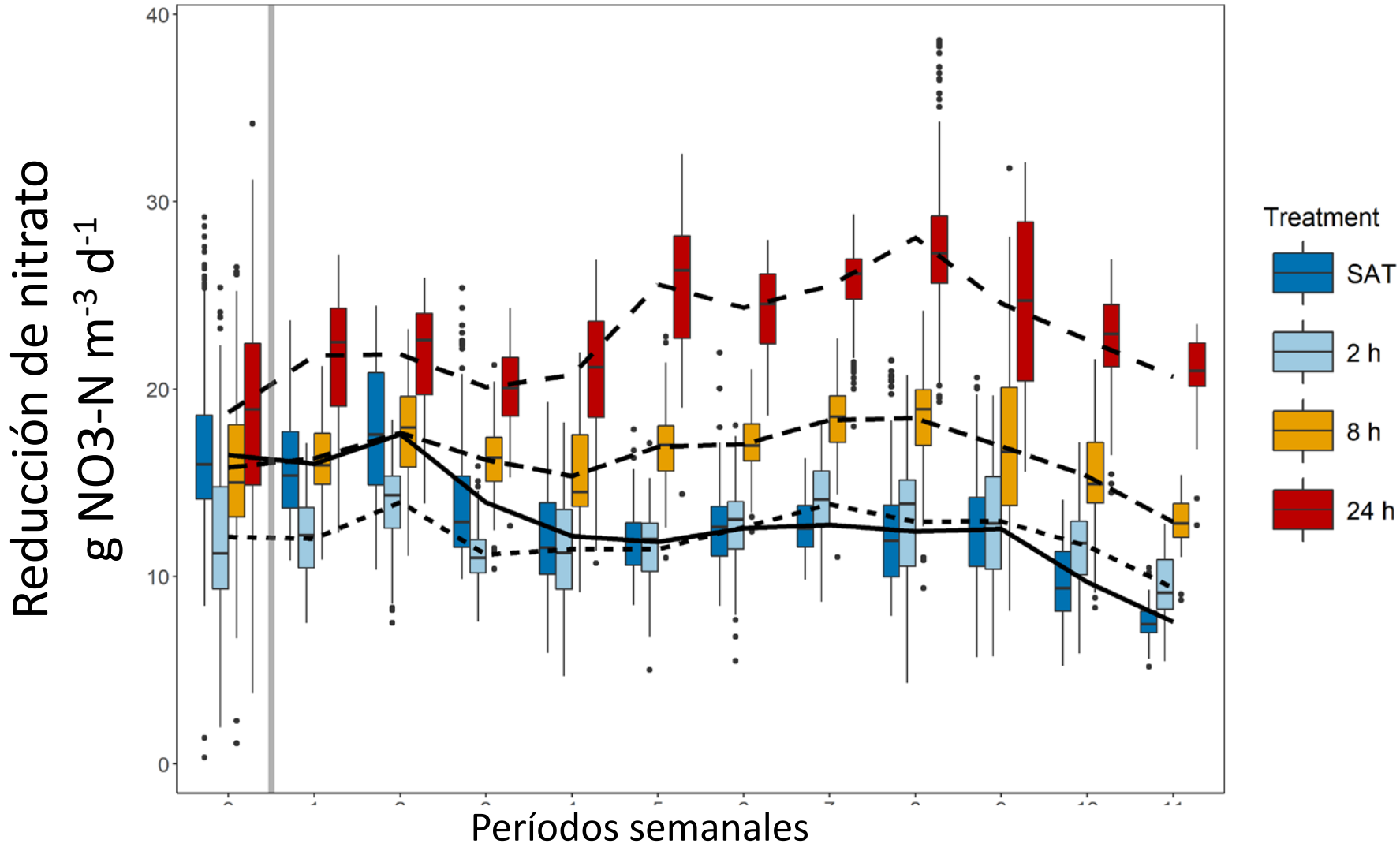
Materiales y métodos

2018

- Flujo continuo (80 mg NO_3 L^{-1}) duranate 105 días.
- 4 grupos de tratamientos (n=2)
  - **SAT** – Saturación constante
  - **8 h DRW** – Seco durante 8 horas cada semana
  - **2 h DRW** – Seco durante 2 h
  - **24 h DRW** – Seco durante 24 h

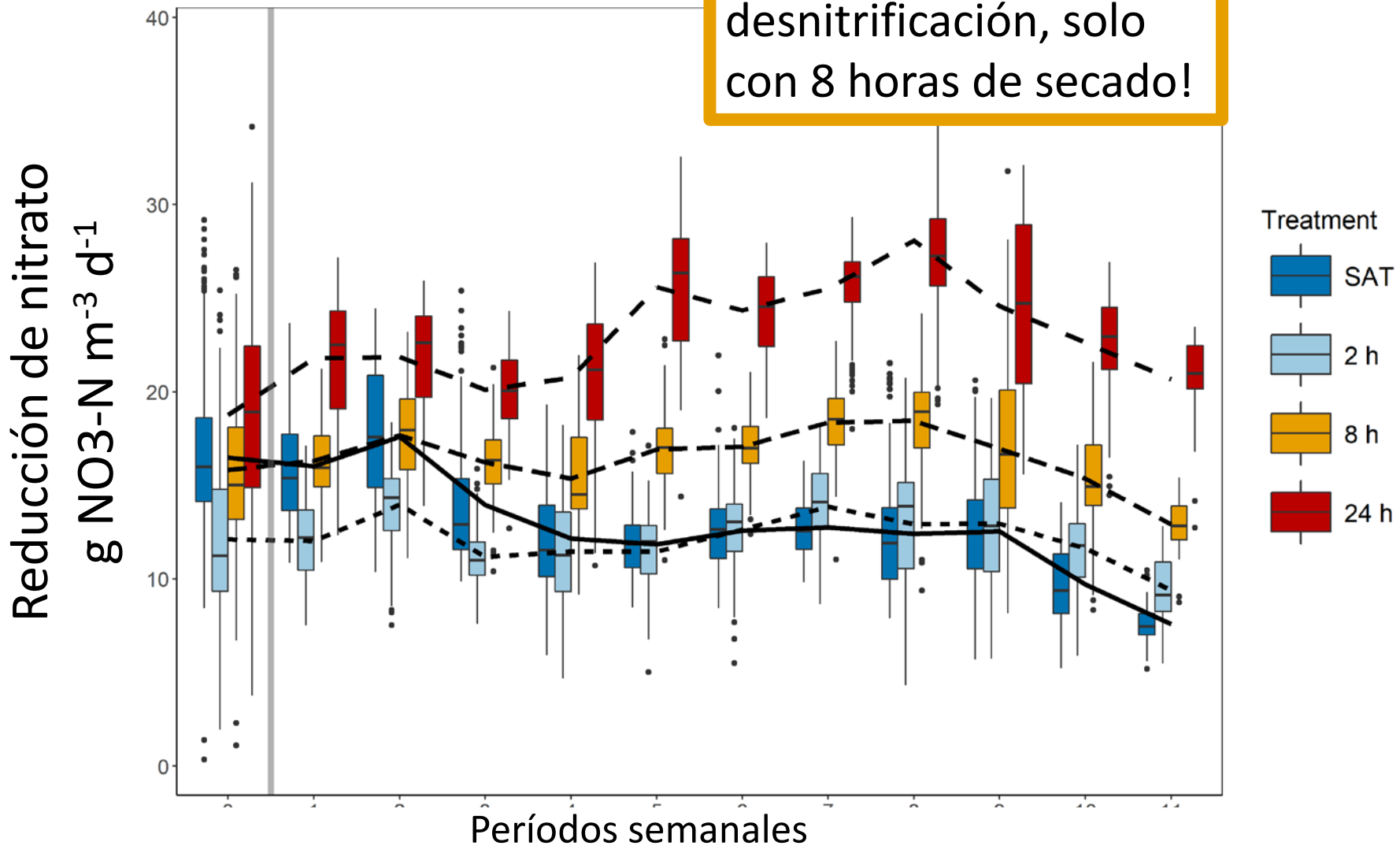


Resultados 2018



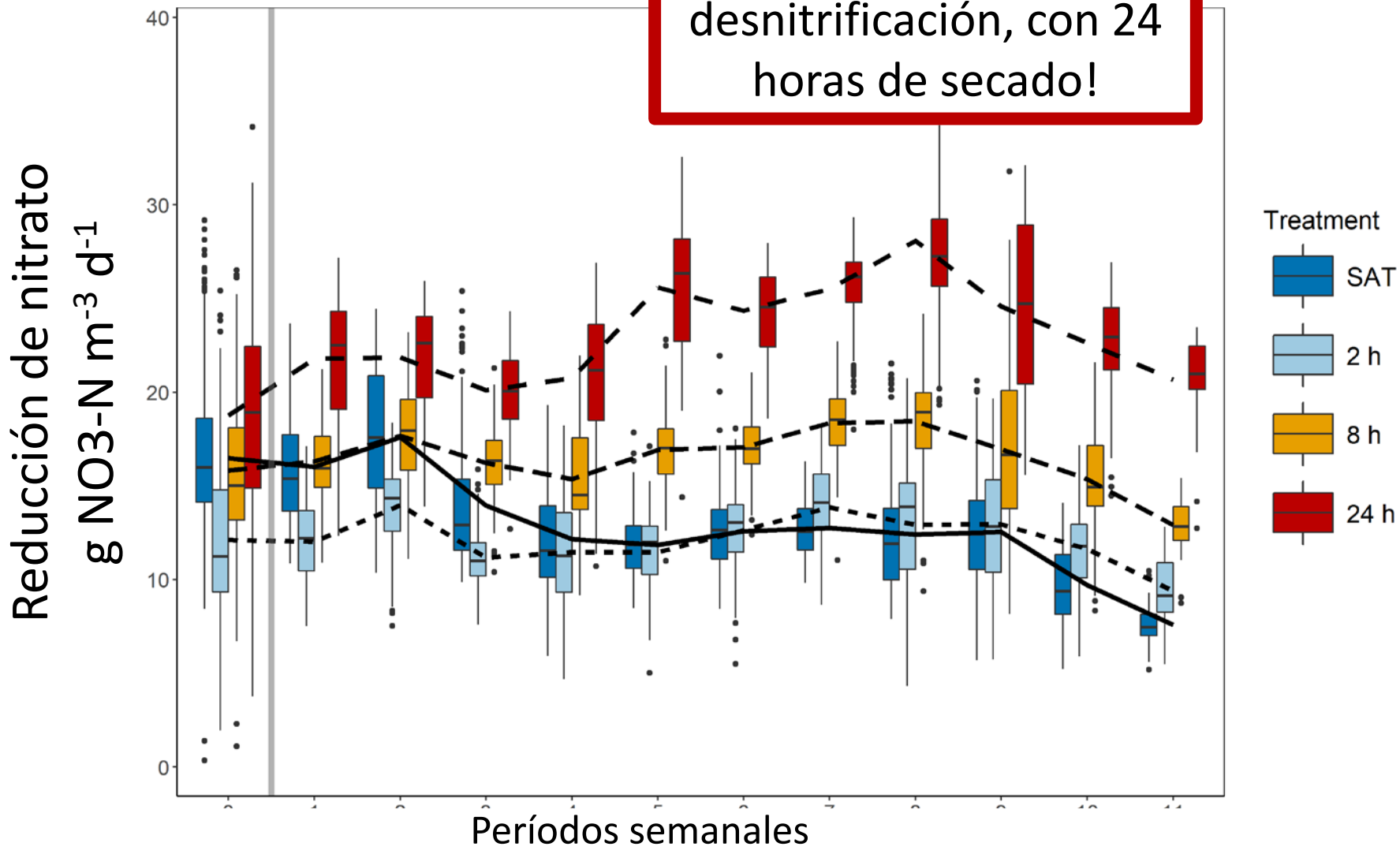
Resultados 2018

¡30 – 70% mayor desnitrificación, solo con 8 horas de secado!

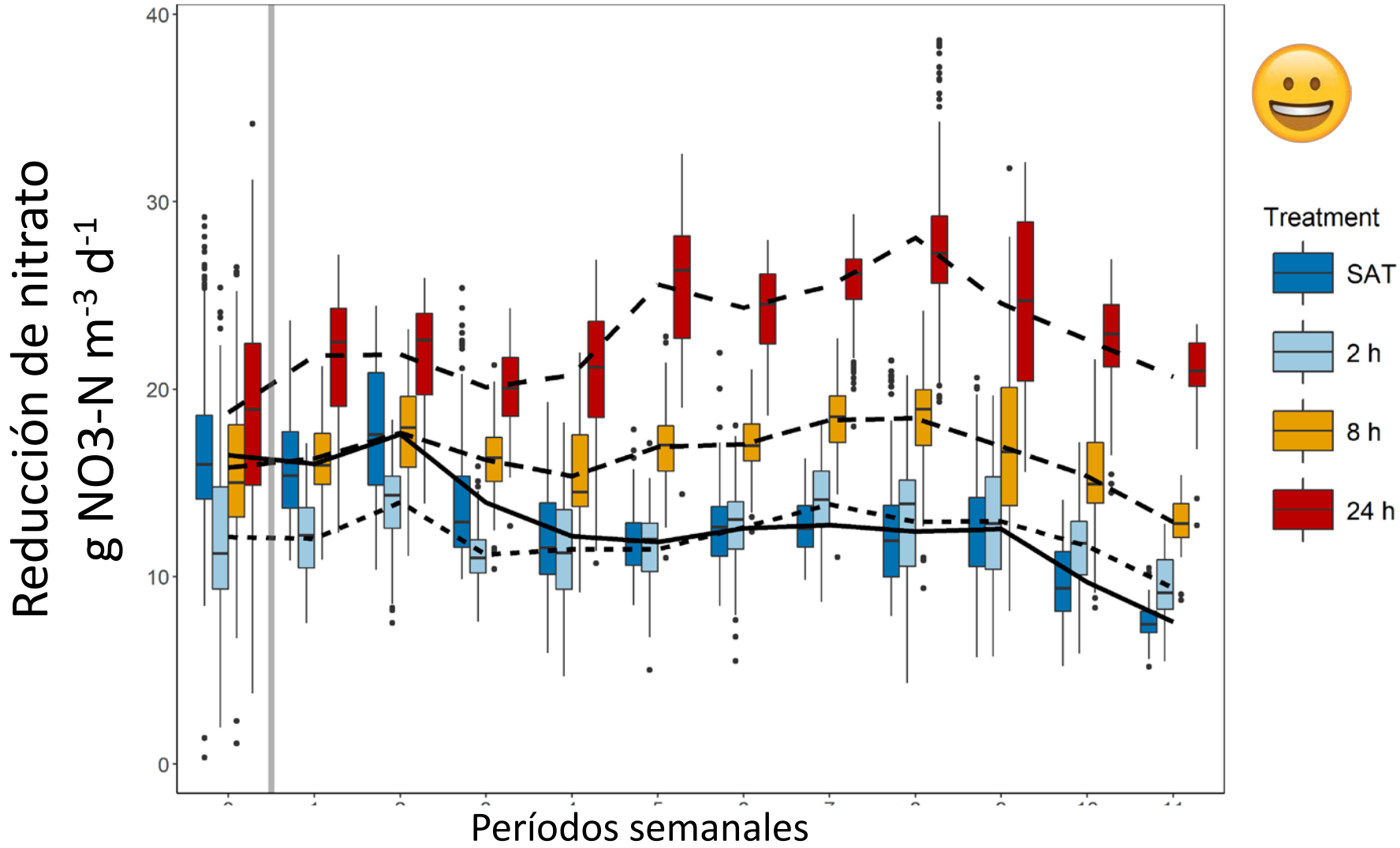


Resultados 2018

¡100 – 170% mayor desnitrificación, con 24 horas de secado!



Más aerobio → más carbono → más desnitrificación → menos nitratos



El Campo de Cartagena ofrece buena oportunidad para usar este método en desalobradoras en España

Secado la madera

Podemos controlar cuándo y cuánta agua bombear

El Campo de Cartagena ofrece buena oportunidad para usar este método en desalobradoras en España

Secado la madera

Podemos controlar cuándo y cuánta agua bombear

Salmuera

Podemos saber y controlar concentración de sal en la salmuera

El Campo de Cartagena ofrece buena oportunidad para usar este método en desalobradoras en España

Secado la madera

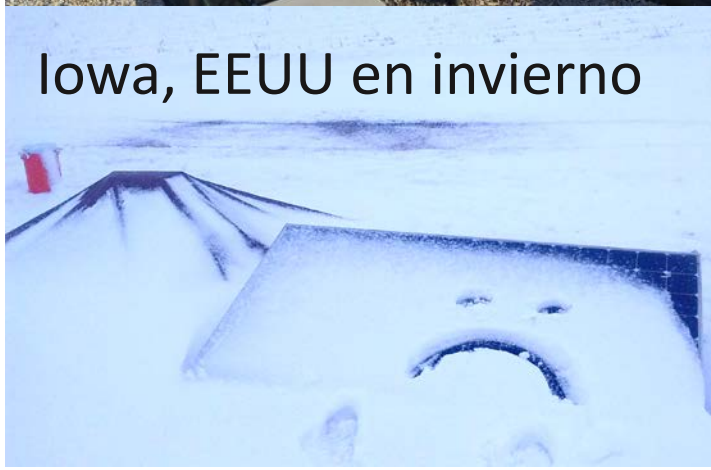
Podemos controlar cuándo y cuánta agua bombear

Salmuera

Podemos saber y controlar concentración de sal en la salmuera

Temperatura

Un clima más cálido, mejor clima tendrá un efecto aún mayor



El Campo de Cartagena ofrece buena oportunidad para usar este método en desalobradoras en España

Secado la madera

Podemos controlar cuándo y cuánta agua bombear

Salmuera

Podemos saber y controlar concentración de sal en la salmuera

Temperatura

Un clima más cálido, mejor clima tendrá un efecto aún mayor

Substrato

Deshechos agrícolas que podemos usar en lugar de madera

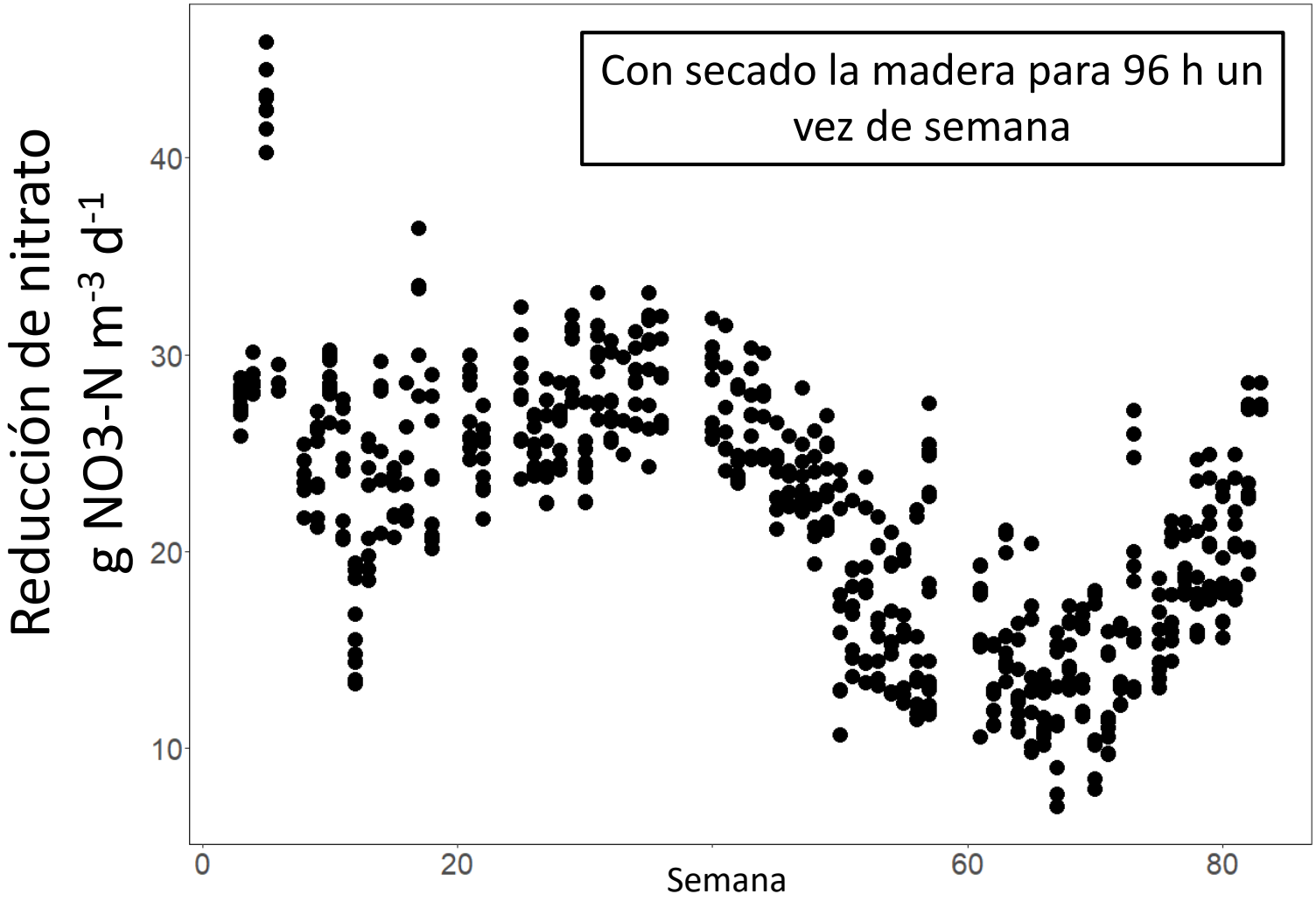
Secado la madera

Biorreactores en la finca de UPCT

- Dos años de datos de biorreactores de la finca investigación de UPCT
- Tres ciclos cada de semana
- Período seco (96 h) después el ultimo ciclo de la semana
- Biorreactores realizados en experimentos **por lotes**

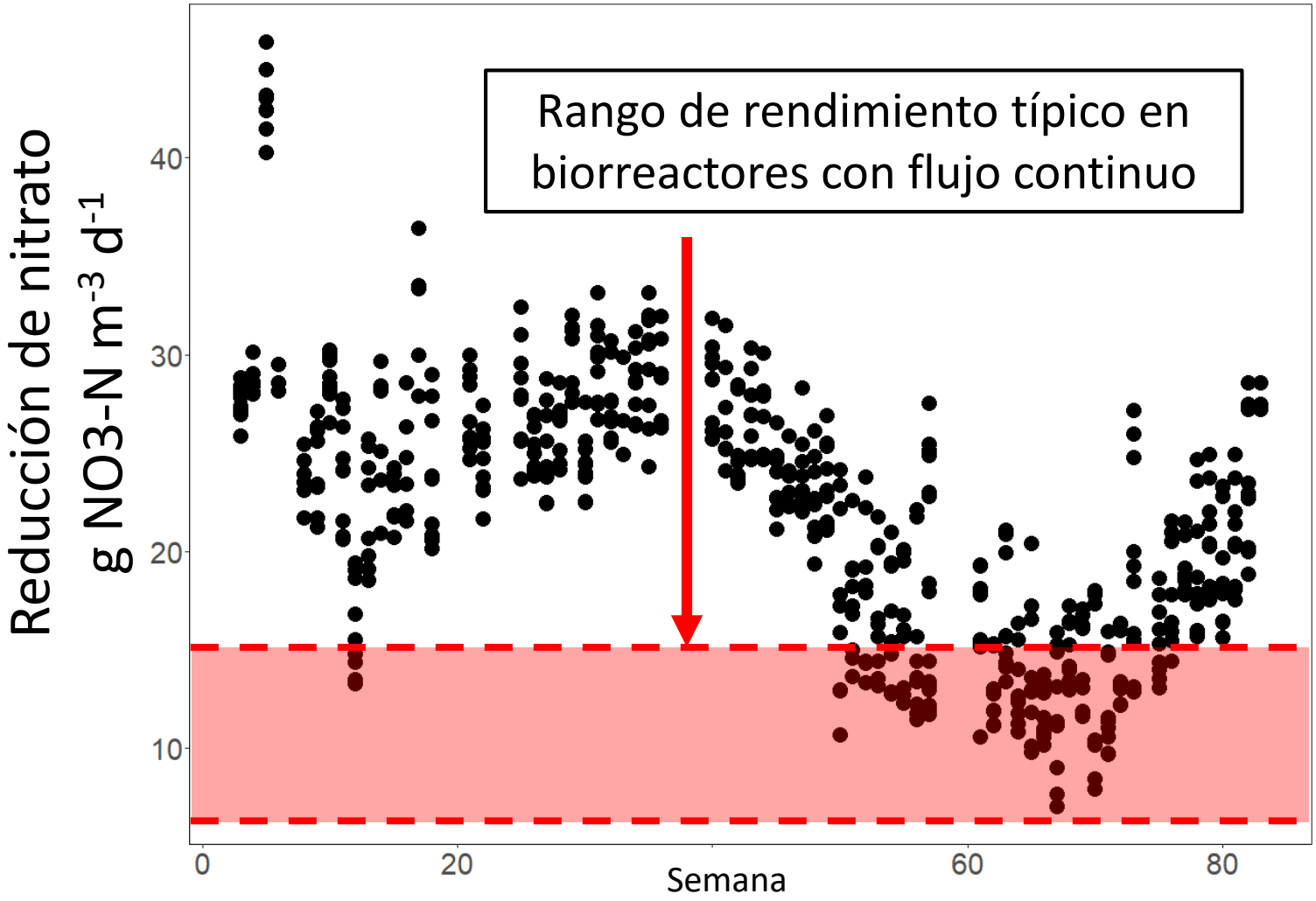
Secado la madera

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



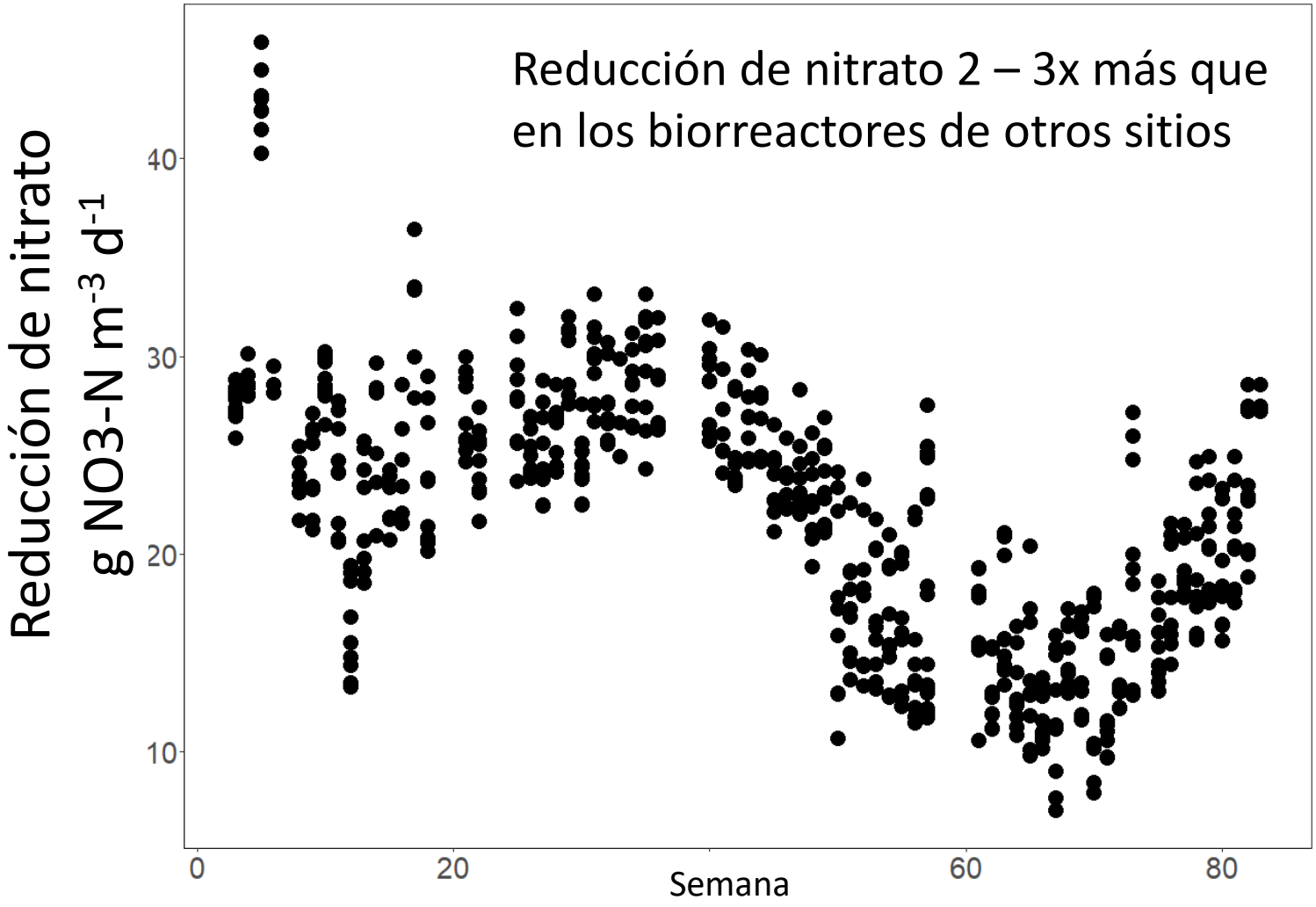
Secado la madera

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



Secado la madera

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



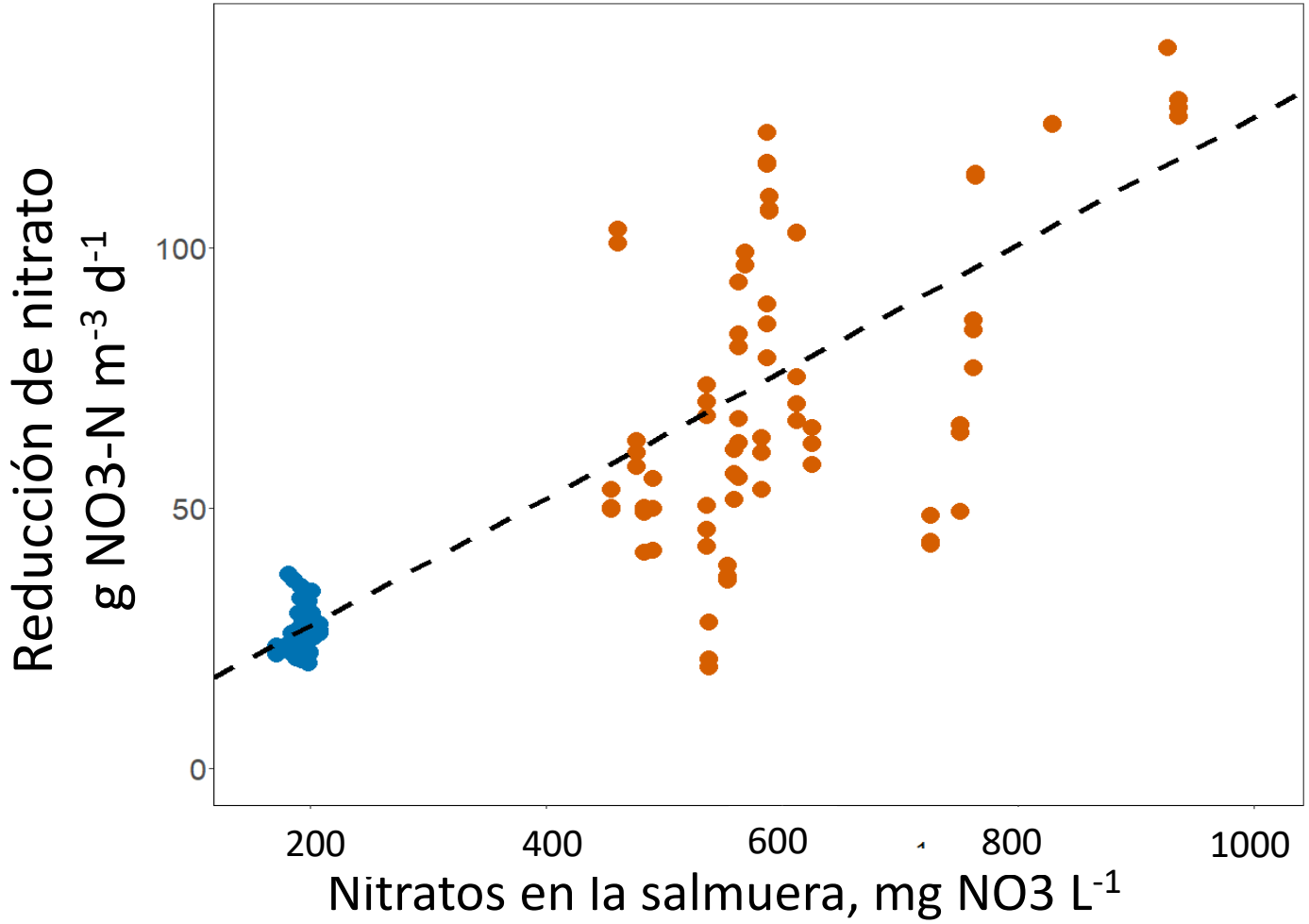
Salmuera

Otra posibilidad: Aumentar la concentracion de sal en la salmuera

- Salmuera después **un paso de ósmosis** tiene ~250 ppm nitratos
- Salmuera después **dos pasos de ósmosis** tiene ~600 ppm nitratos
- Obtenemos más agua dulce después dos ósmosis
- ¿Cómo es el reducción de nitrato con salmuera más fuerte?

Salmuera

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT

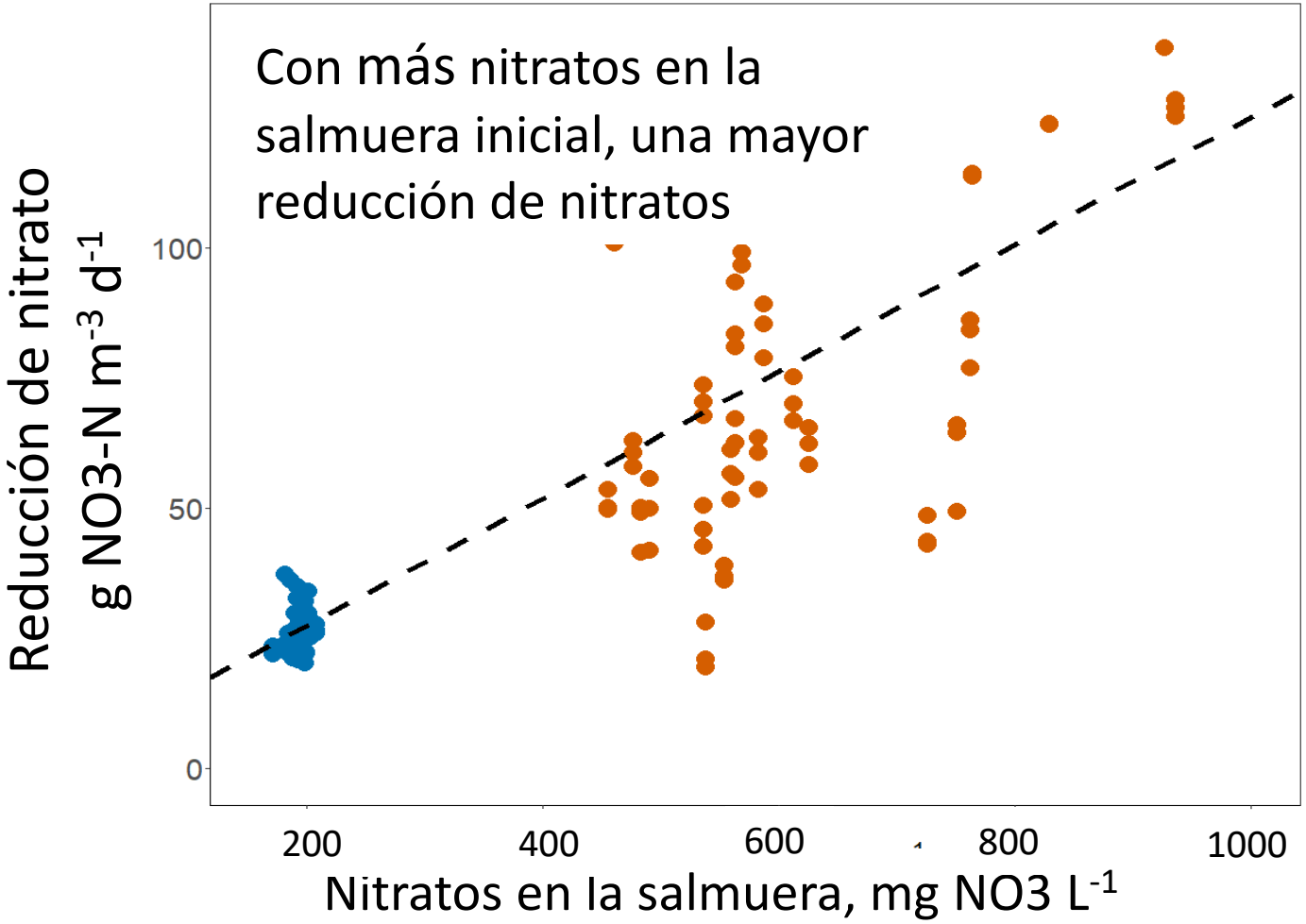


Salmuera más concentrada

Salmuera menos concentrada

Salmuera

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT

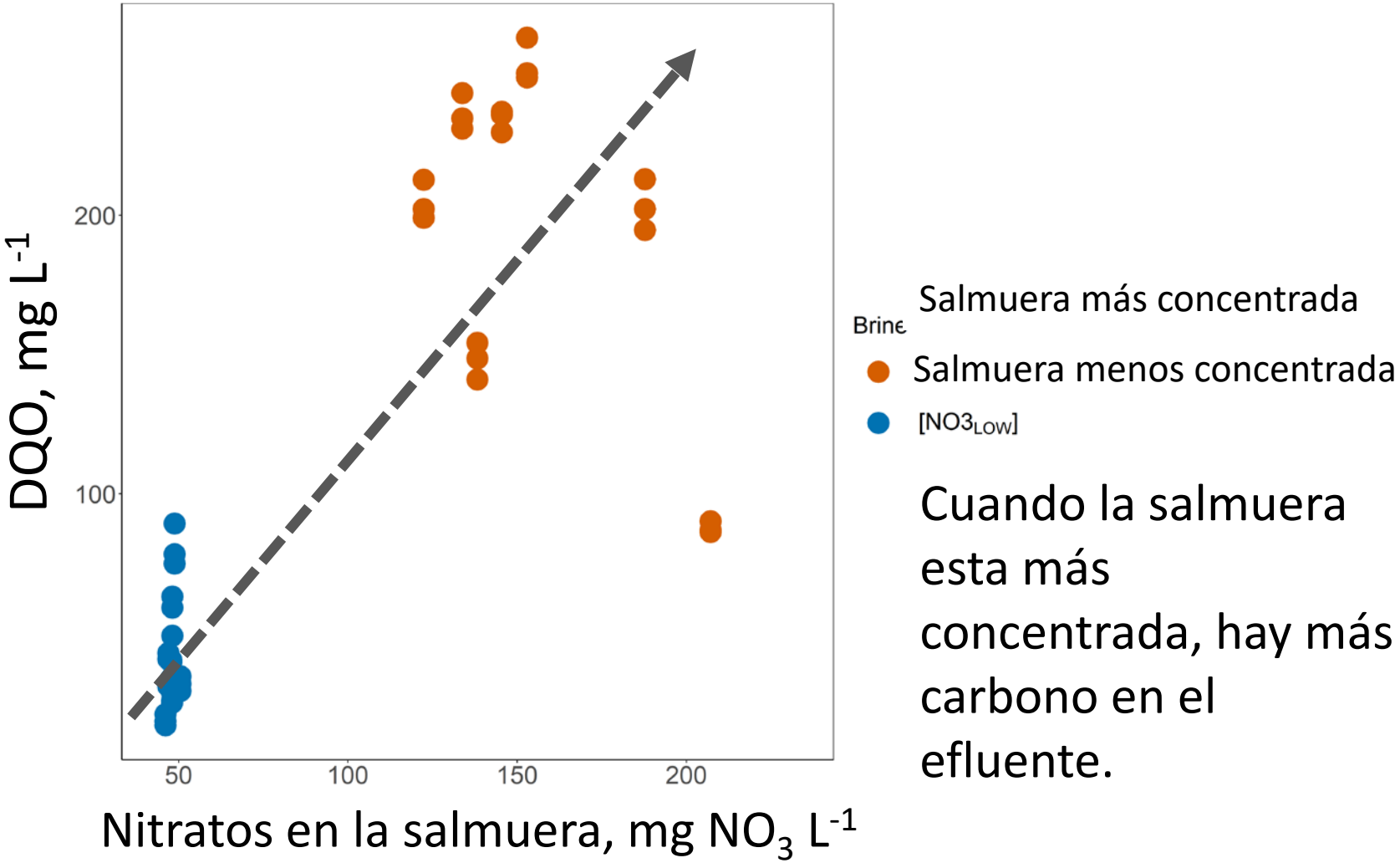


Salmuera más concentrada

Salmuera menos concentrada

Salmuera

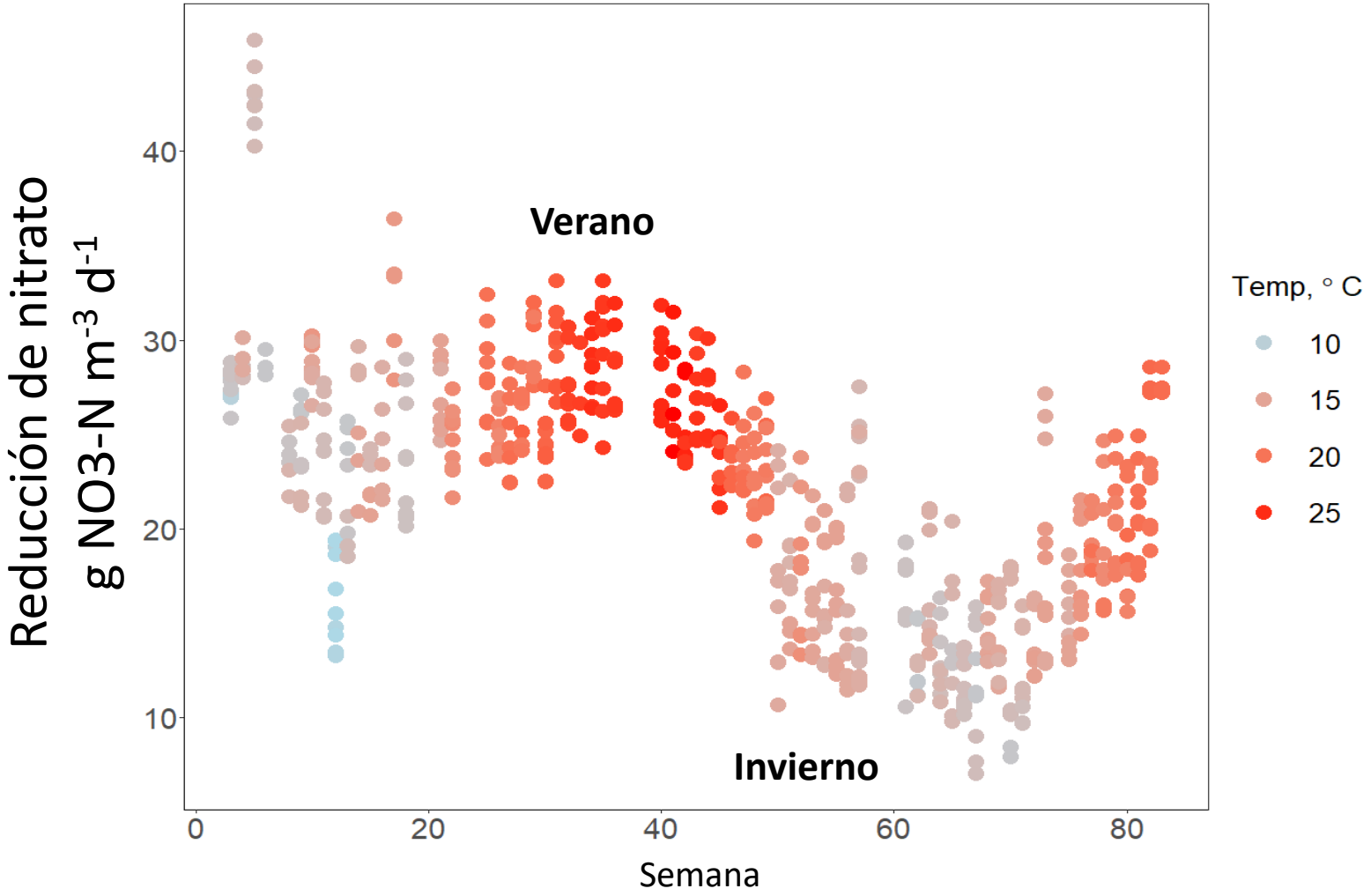
Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



Cuando la salmuera esta más concentrada, hay más carbono en el efluente.

Temperatura

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



Temperatura

¿Podemos mejorar las tasas de desnitrificación en invierno?

Pozo para agua de acuífero

Machina de osmosis

Torre o embalse de agua almacenada

Biorreactor

Temperatura

¿Podemos mejorar las tasas de desnitrificación en invierno?

Pozo para agua de acuífero

Machina de osmosis

Torre de agua almacenada

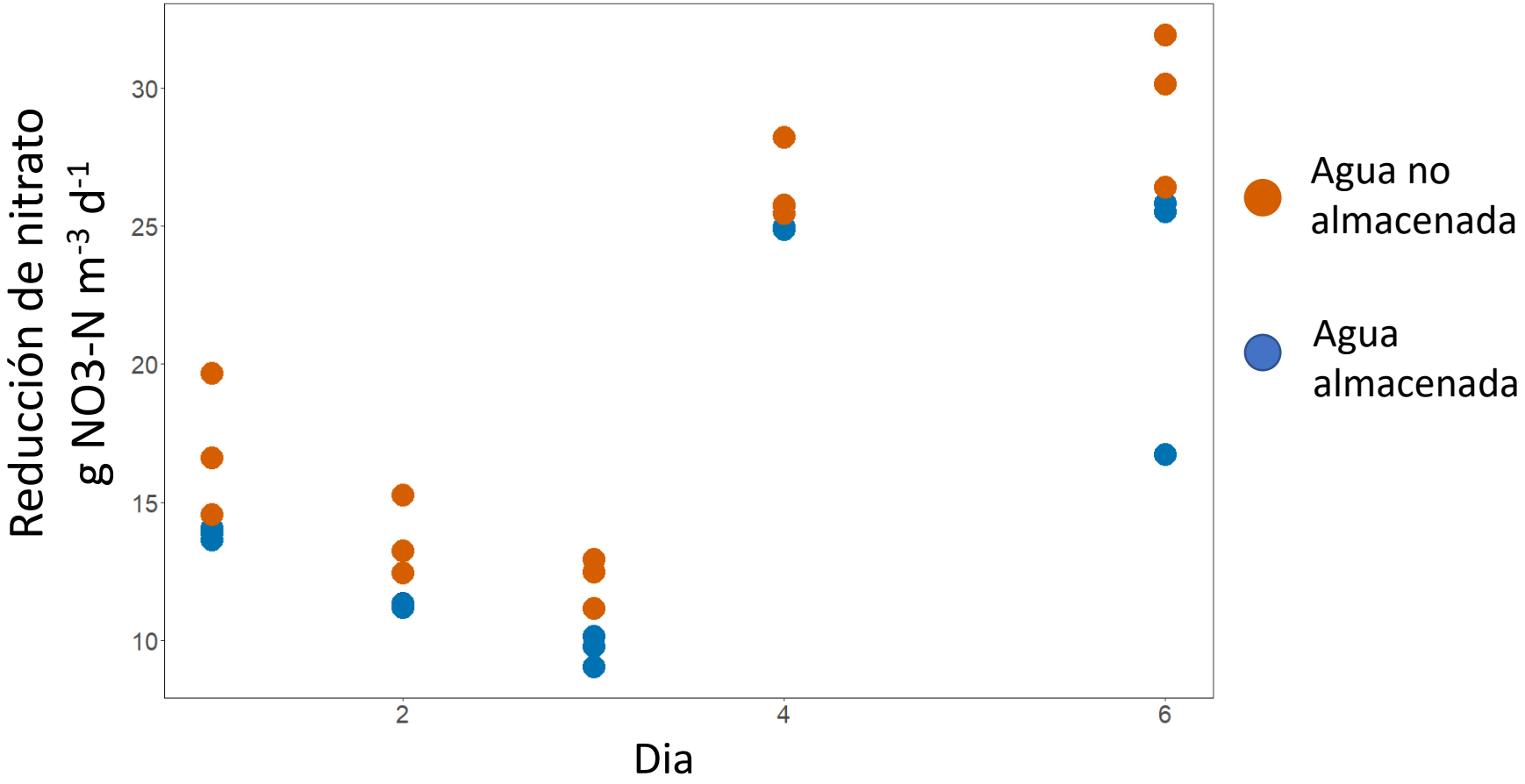
2 - 4°C más cálido

Biorreactor

Temperatura

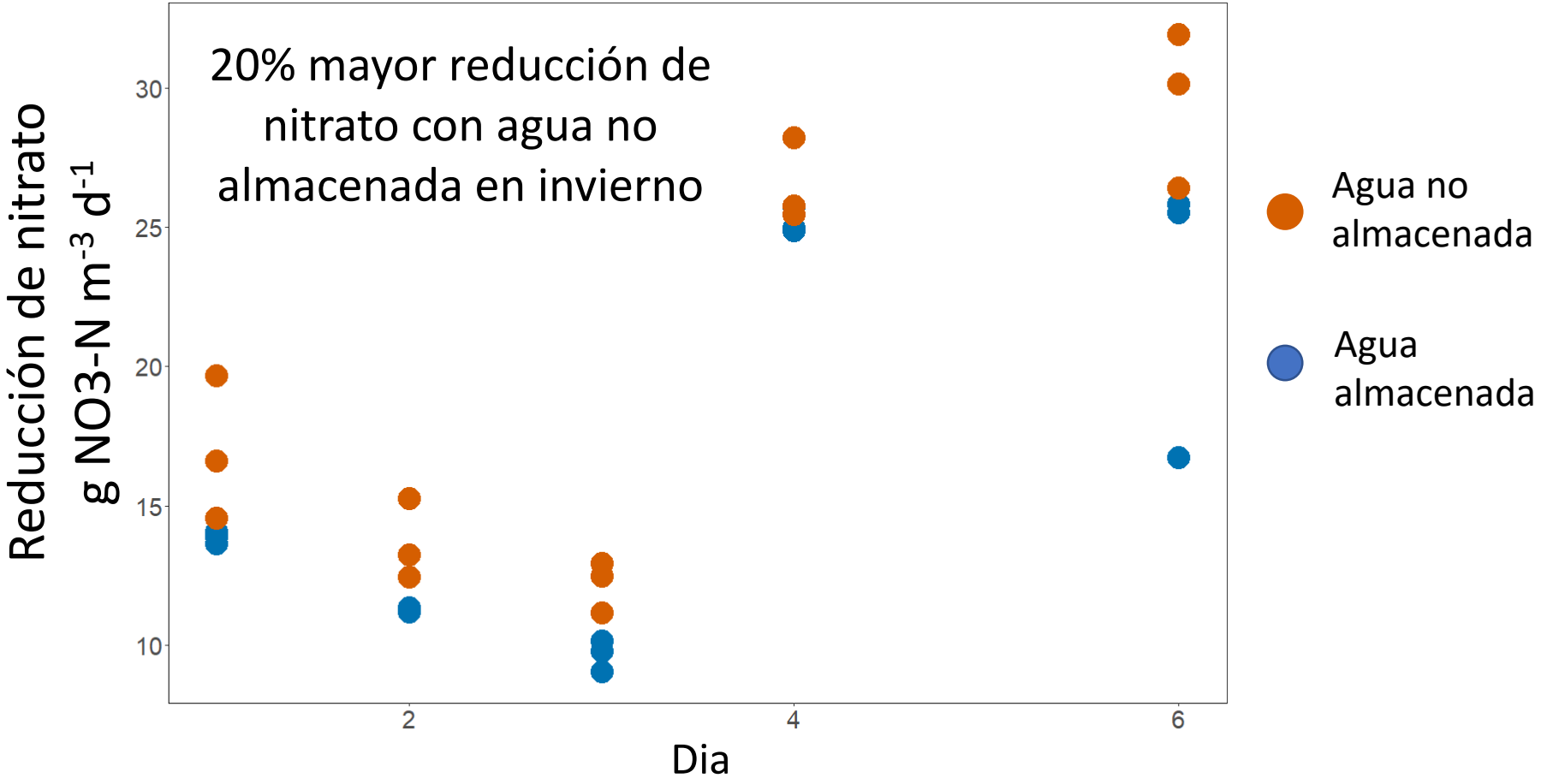
Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT

Agua del pozo ~ 2°C mas cálido de agua almacenada en invierno



Temperatura

Resultados de los biorreactores en la finca de UPCT



Substrato

- Astillas de madera tienen una larga vida
- La madera está hecha de carbono complejo, difícil de descomponer durante desnitrificación
- Una forma de ayudar a esto es secando la madera, para descomponer la madera más rápido
- Otra forma es utilizar otras fuentes de carbono.

¿Hay deshechos en España que podamos usar?

Substrato

Resultados de los biorreactores en el laboratorio UPCT

Cáscara de almendras	Troceado algarroba	Madera de cítrico	Huesos de oliva

¿Mejor de madera?

El mismo reducción, pero media más cara	Lo peor tasas, tanto acido	**Funciona bien**	Muy bajas tasas

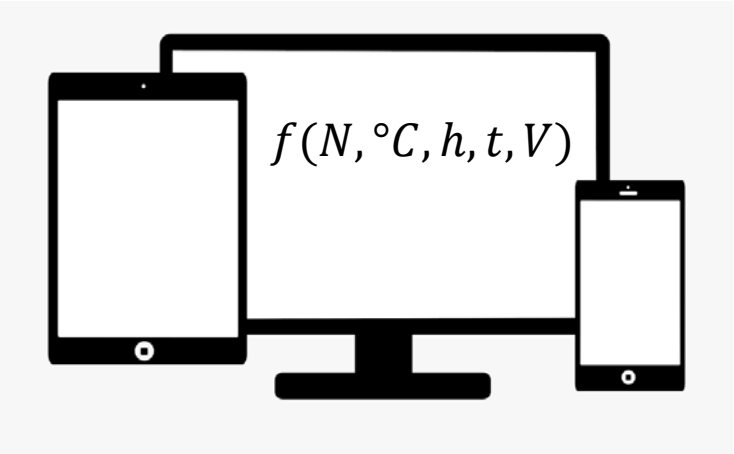
Para la primavera: Una herramienta para los agricultores

- Tenemos >2 años de biorreactores y miles de puntos de datos
- Condiciones diferentes (temperatura, salmuera, edad de madera)
- Queremos optimizar el rendimiento de los biorreactores

- Podemos hacer uno modelo para saber ¿**Cuanto volumen de madera necesita cada desaladora?,** o **¿cuánto tiempo de retención necesita para tener el objetivo de nitratos?**

Una herramienta o app para agricultores

Todos de nuestros datos



Una herramienta o app para agricultores

Conclusiones o recomendaciones

- Abundantes datos de todo el mundo que demuestran que los biorreactores pueden reducir los nitratos
- Tenemos casi 2 años de datos de biorreactores con salmuera
- Ya sabemos cuatro maneras para aumentar el rendimiento de biorreactores para desalobradoras en Campo de Cartagena

Secado la madera	Secado la madera, alternando biorreactores o usando descansos
Salmuera	Salmuera más concentrada da tasas más altas en las primeras 24 horas, y más agua dulce.
Temperatura	Utilice el agua subterránea en invierno para aumentar la eficiencia.
Substrato	Investigar otros deshechos de carbono para una mejor desnitrificación

Un buen comienzo de investigación con biorreactores en Cartagena

(Podéis preguntarme en Español después, pero despacio, por favor)