

IMPACTO DEL MANEJO Y AMBIENTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍCES DE DIFERENTE FECHA DE SIEMBRA

CONICET



I I C A R

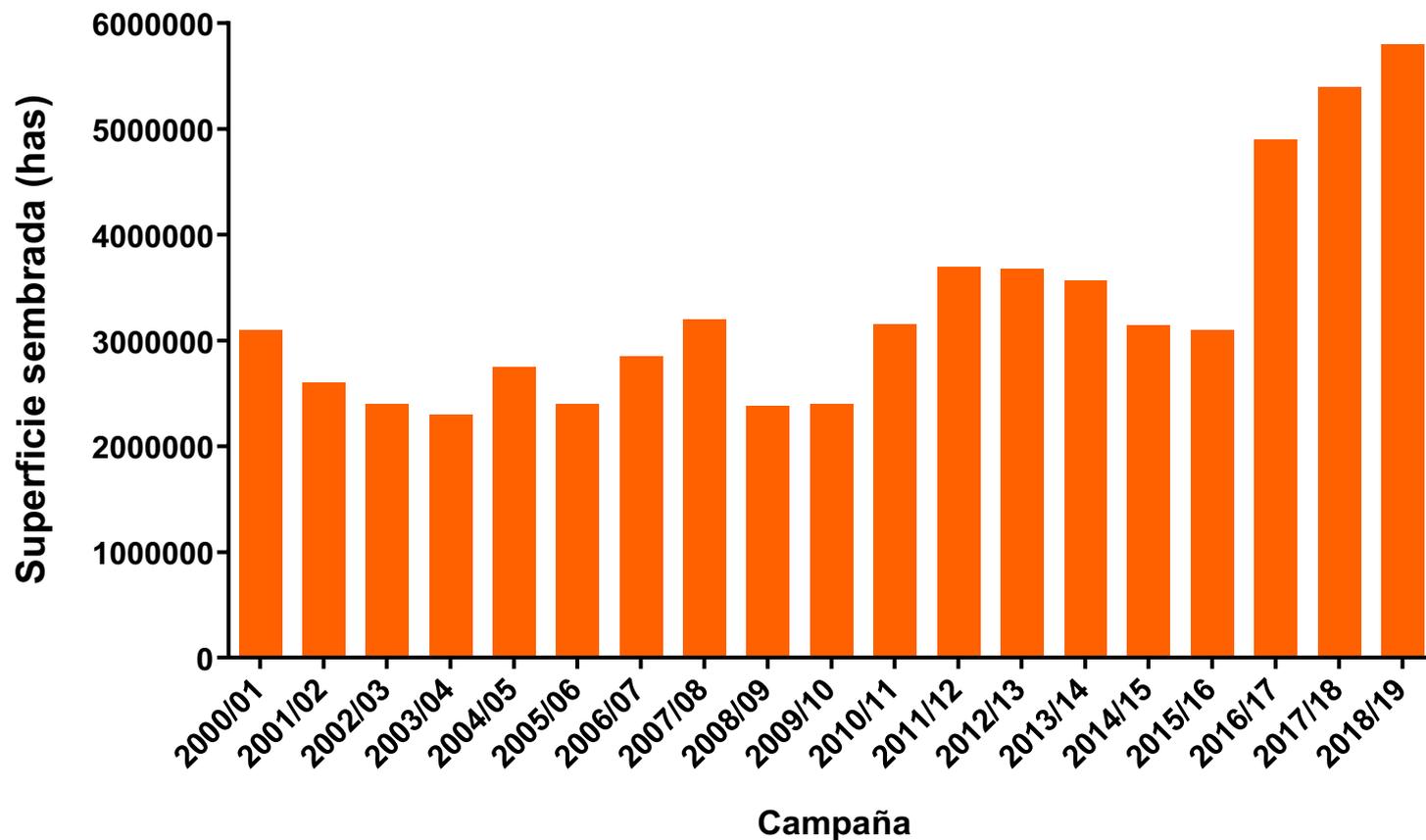
Ing. Agr. Lucas N Vitantonio-Mazzini
Dr. Brenda L Gambín
Dr. Lucas Borrás



Ing. Agr. Santiago Gallo
Ing. Agr. Diego Hugo Pérez

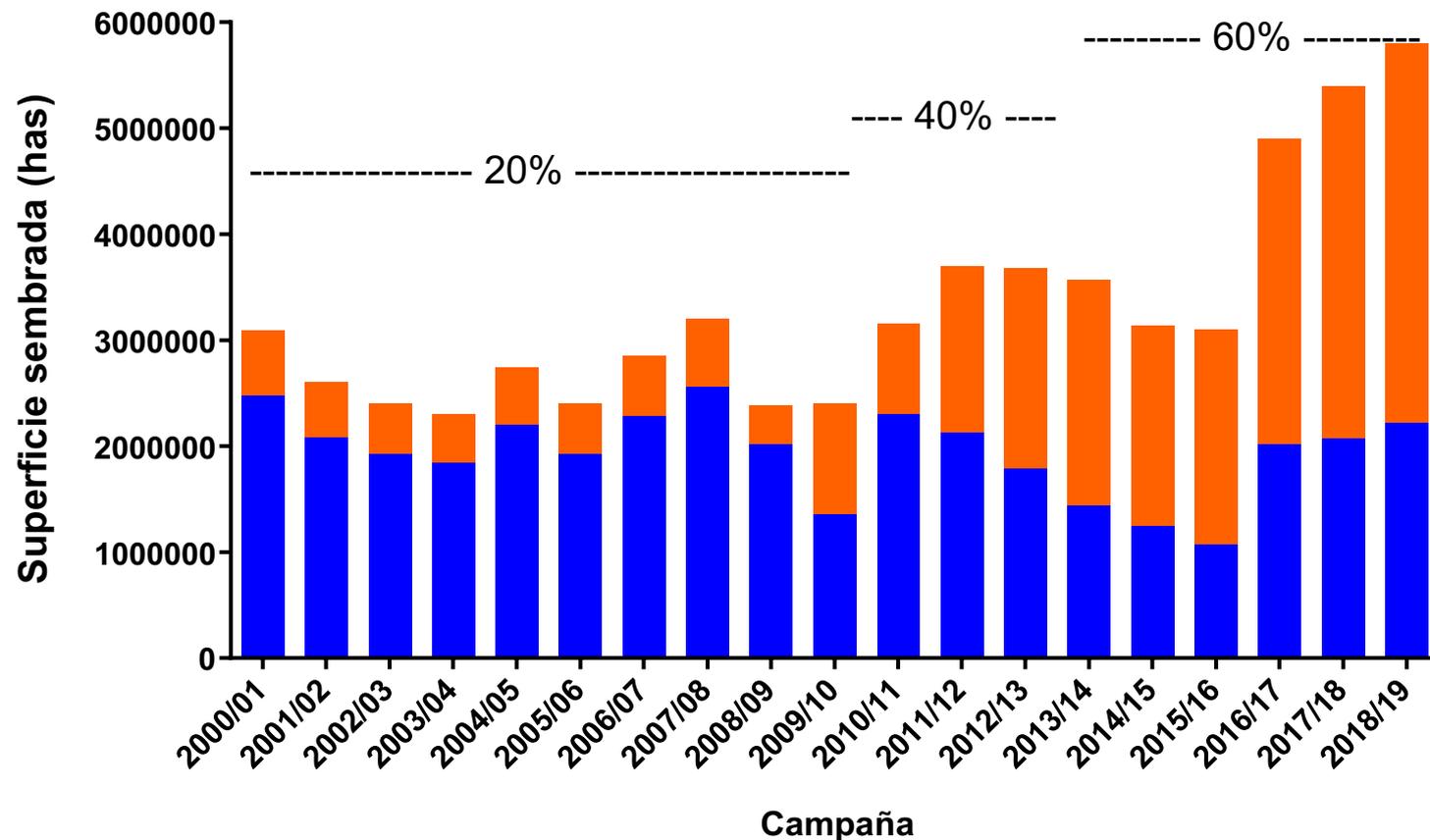
4 de Julio de 2019

Cambios en la fecha de siembra del cultivo de maíz



Cambios en la fecha de siembra del cultivo de maíz

- Se produjo una rápida adopción del cambio de fechas de siembra a maíces tardíos.



¿Cuál es la influencia del manejo y del ambiente en el rendimiento de maíz temprano versus tardío?

¿Cuál es la influencia del manejo y del ambiente en el rendimiento de maíz temprano versus tardío?

- **Objetivo:**

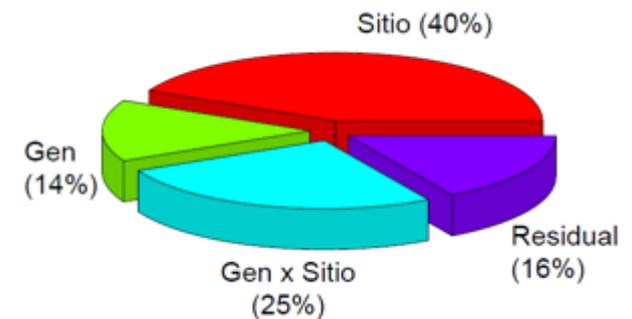
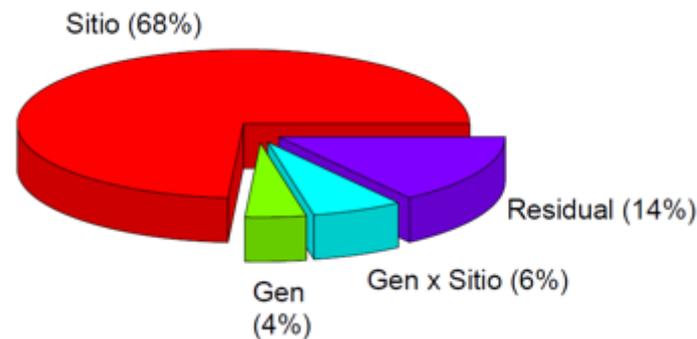
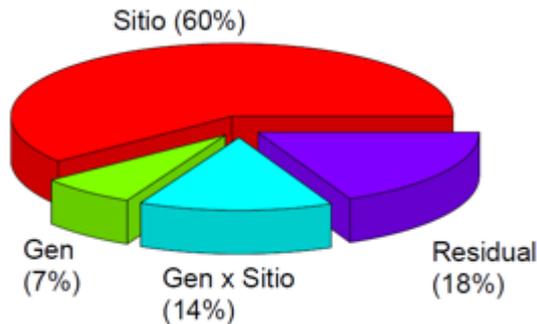
- Estimar el impacto de diferentes variables sobre el rendimiento de maíz temprano y tardío en la región Sur de Santa Fe.

Modelo típico

Típico análisis para un ensayo comparativo de rendimiento

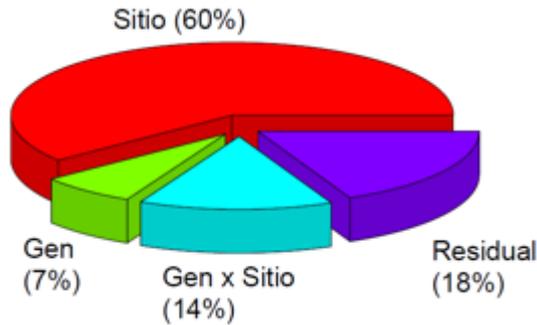
$$\mu_{ij} = \mu + G_i + S_j + G \times S_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Proporción de la variación en rendimiento asociada a cada componente

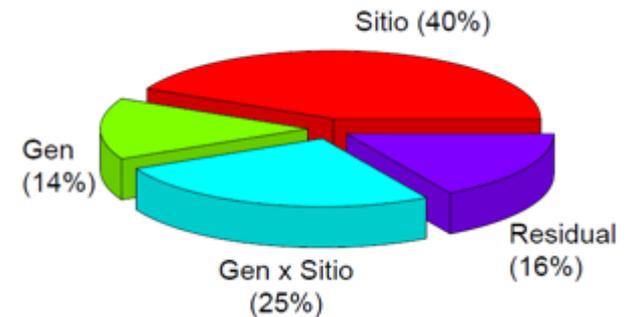
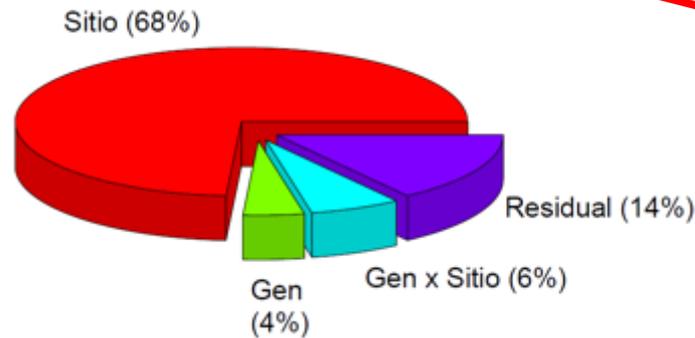


*Ejemplo extraído de la red de maíz tardío Aapresid
(Gambín, Borrás y Coyos, 2016)*

Proporción de la variación en rendimiento asociada a cada componente



**Mejora en el análisis:
¿Qué factores componen esta
variación explicado por los sitios?**



*Ejemplo extraído de la red de maíz tardío Aapresid
(Gambín, Borrás y Coyos, 2016)*

Típico análisis para un ensayo comparativo de rendimiento

$$\mu_{ij} = \mu + G_i + S_j + G \times S_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Modelo con incorporación de predictores para dos fechas de siembras

$$\mu_{ij} = \mu + G_i + A_j + M_j + G \times A_{ij} + G \times M_{ij} + \epsilon_{ij}$$

... + Fecha x A_j + Fecha x M_j + ...

AMBIENTE:

- Suelo
- Precipitaciones
- Agua útil
- Napa...

MANEJO:

- Densidad
- Nitrógeno
- Fósforo
- Fungicida...

Típico análisis para el estudio comparativo de rendimiento

Análisis exploratorio y disparador de preguntas

$$S_j + G \times S_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Modelo de incorporación de predictores para los efectos de siembras

$$\mu_{ij} = \mu + G_i + A_j + M_j + G \times A_{ij} + G \times M_{ij} + \epsilon_{ij}$$

... + Fecha x A_j + Fecha x M_j + ...

AMBIENTE:

- Suelo
- Precipitaciones
- Agua útil
- Napa...

MANEJO:

- Densidad
- Nitrógeno
- Fósforo
- Fungicida...

Ventajas de este análisis ajustado a los datos:

- Aprovechar bases de datos existentes.
- Analizar el conjunto de datos (no perder información).
- Tener en cuenta la estructura de los datos.
- Permite priorizar las variables según su importancia.
- Precisión al estimar el efecto de una variable de manejo (ej, fertilización) o del ambiente (ej, napa) a través de todos los sitios.
- Tener en cuenta posibles interacciones (ej, genotipo x densidad).
- Valor predictivo.

Definición de la base de datos



Es una recopilación de varios **ECR** del **CREA SSF**



Diseño en bloques aleatorizados con 2 o 3 repeticiones

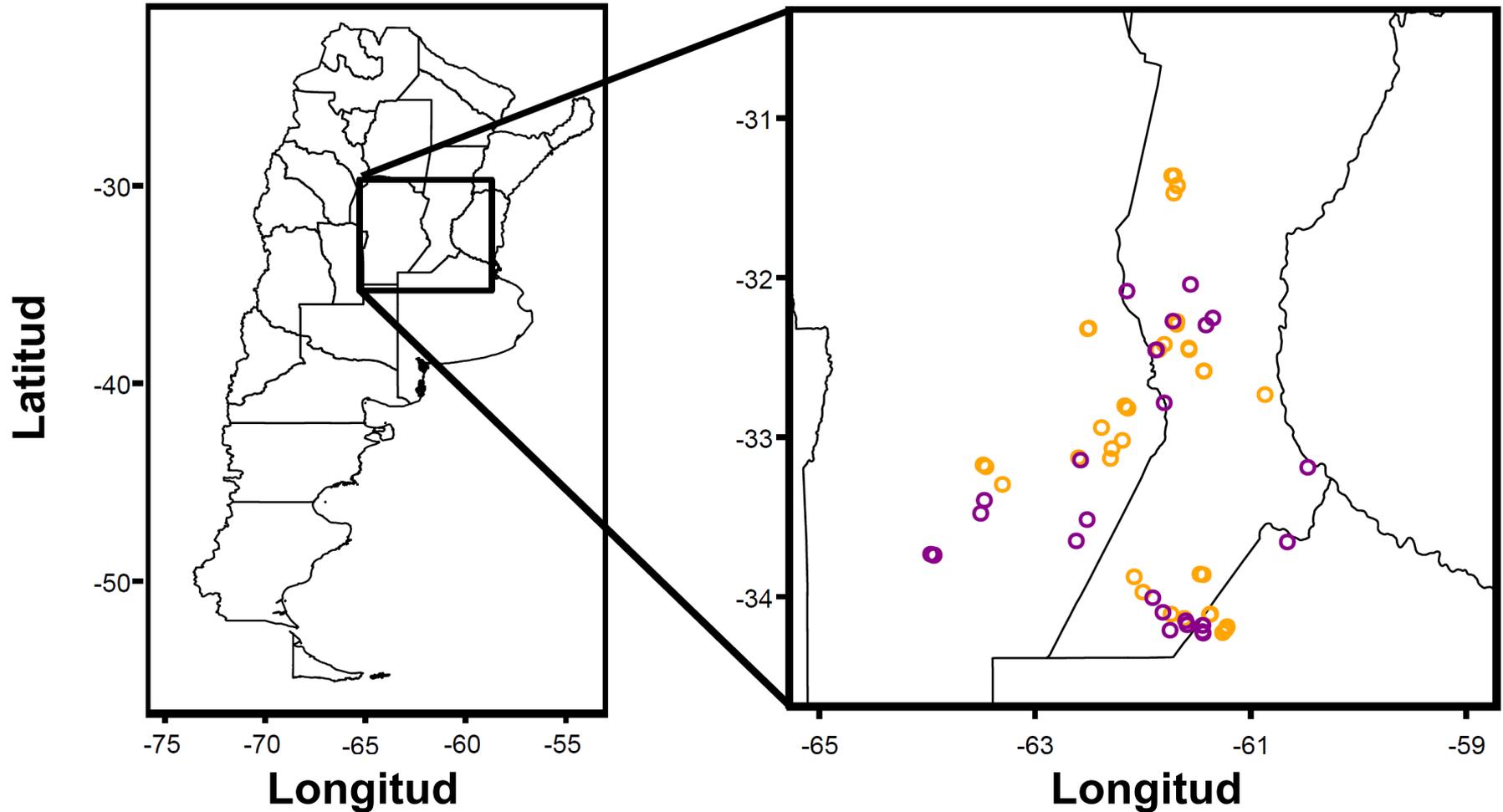
Las decisiones de manejo son en base al productor y se aplican a todo el ensayo.

Franjas:

6-8 surcos
200- 240 m

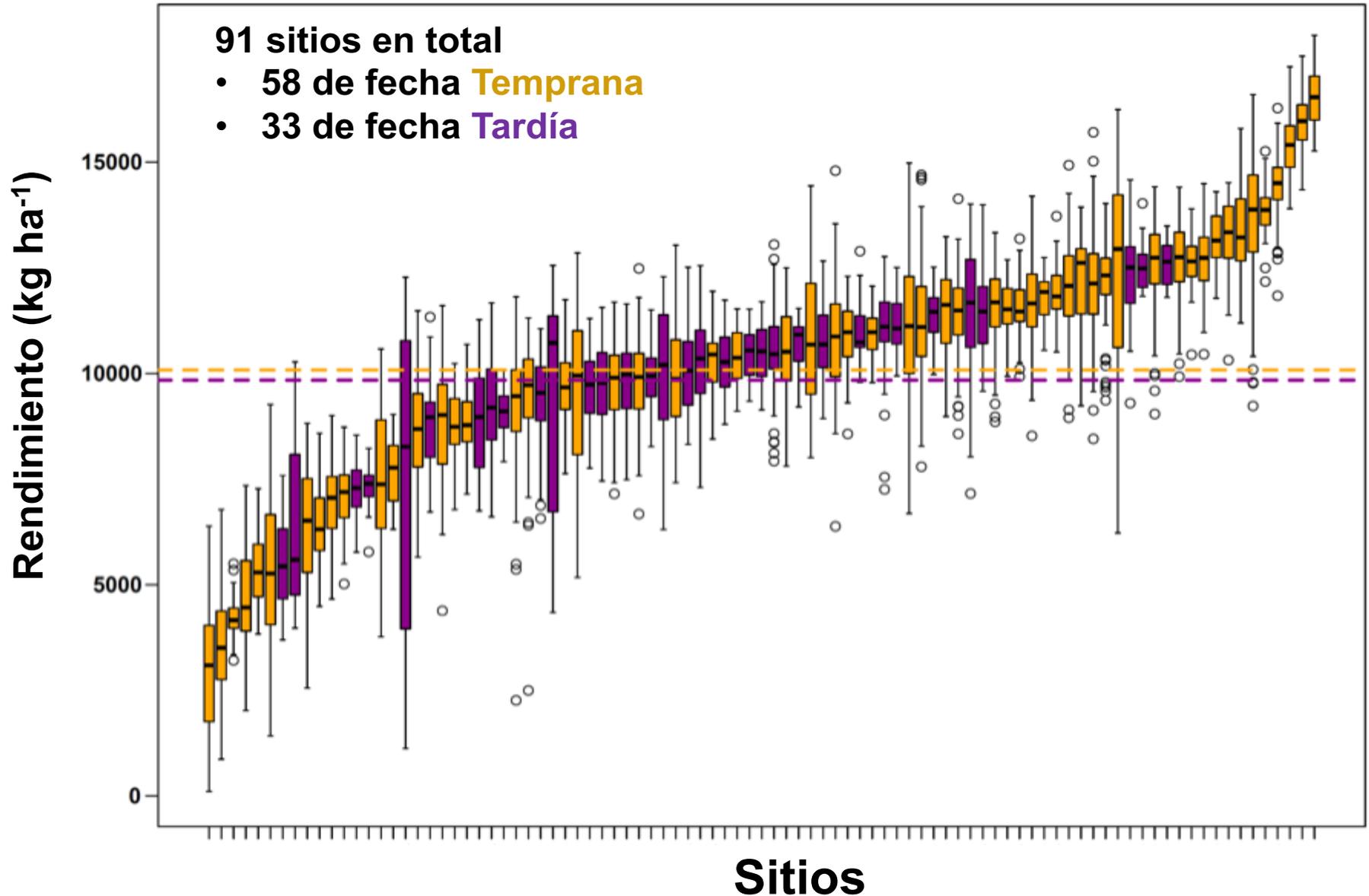
Localidad: C. Seguí. Foto: Nicolás Suiffet.
Red de maíz tardío Aapresid

Definición de la base de datos



- **6** campañas y **91** genotipos (desde 2010/11 y 10/15 genotipos por campaña)
 - 58 sitios en fecha de siembra **Temprana**
 - 33 sitios en fecha de siembra **Tardía**

Definición de la base de datos



Definición de la base de datos

Tipo de variable	Variable	Unidades	Rango explorado	
			Maíz Temprano	Maíz Tardío
<i>Manejo</i>	Cultivo antecesor		Maíz, Soja	Maíz, Soja, Maní
	Día de siembra	fecha	8/9 al 10/10	27/10 al 7/1
	P aplicado	kg ha ⁻¹	0 - 41	0 - 35
	P del suelo	ppm	6.7 - 43.8	5.0 - 46.2
	N disponible a la siembra (N _{suelo} + N _{fertilizante})	kg ha ⁻¹	149 - 338	132 - 303
	S disponible a la siembra (S _{suelo} + S _{fertilizante})	kg ha ⁻¹	22 - 73	18 - 56
	Densidad	pl ha ⁻¹	59,974 - 100,000	60,000 - 77,000
	Uso de fungicida	Si/No		
<i>Ambiental</i>	Capacidad de uso del suelo	Soil class classification	I-III	I-VI
	Precipitaciones	mm	248 - 908	218 - 854
	Agua útil a la siembra	mm	33 - 190	56 - 205
	Materia orgánica	%	1.23 - 3.94	1.49 - 3.44
	Latitud	Grado	-34.23 al -31.36	-34.23 al -32.04
	Longitud	Grado	-63.94 al -60.87	-63.97 al -60.47
	Presencia de napa (2m)	Si/No		

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

Se plantearon un total 160 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

Se plantearon un total 160 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Variable	Importancia	
Densidad/Nitrógeno	+++	
Napa		
Precipitaciones		
Azufre		
P aplicado		
Agua a la siembra		
Día de la siembra		---

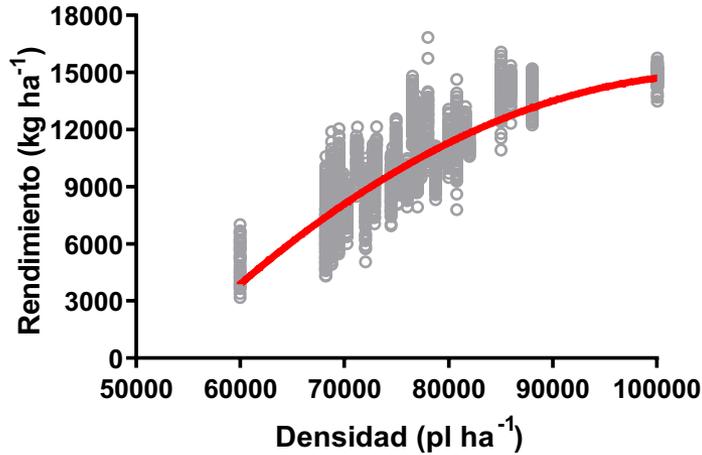
Predictores para fechas de siembra **Temprana**

Se plantearon un total 160 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Variable	Importancia	
Densidad/Nitrógeno	+++	
Napa	↓	
Precipitaciones		
Azufre		
P aplicado		
Agua a la siembra		
Día de la siembra		---

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

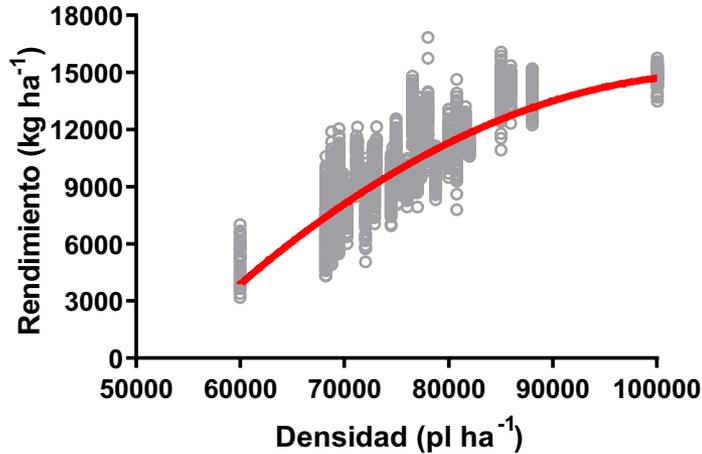
- Densidad -



*La densidad tiene un efecto positivo en promedio, de entre **150 y 215 kg ha⁻¹** por cada 1,000 plantas ha⁻¹ en el rango explorado.*

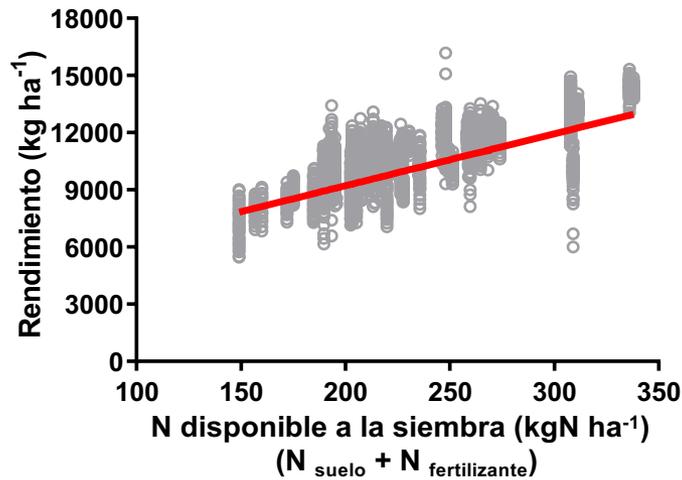
Predictores para fechas de siembra **Temprana**

- Densidad -



*La densidad tiene un efecto positivo en promedio, de entre **150 y 215 kg ha⁻¹** por cada 1,000 plantas ha⁻¹ en el rango explorado.*

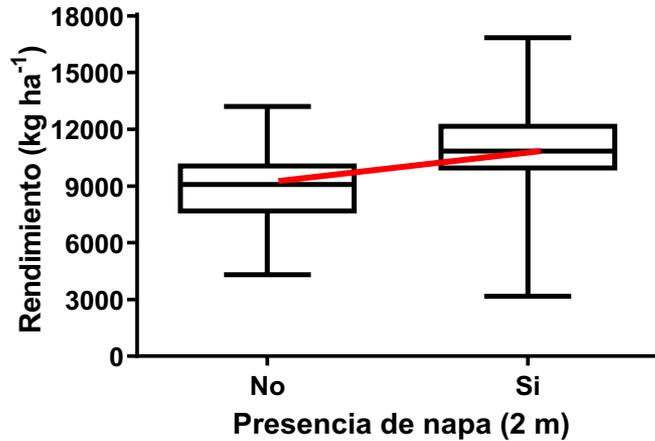
- Nitrógeno -



*El efecto de nitrógeno es de **28 kg kgN⁻¹**.*

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

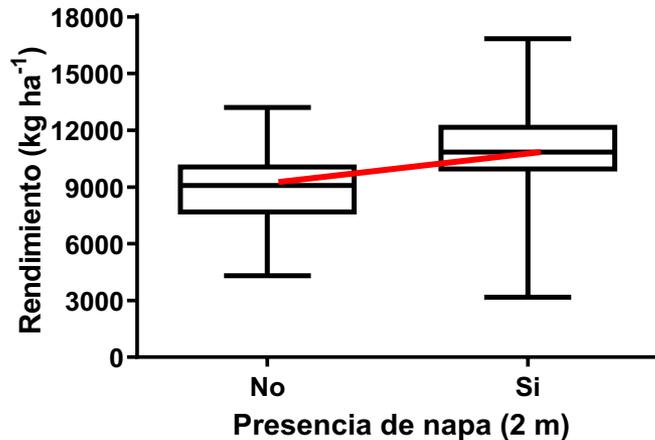
- Napa -



*La presencia de la napa tiene un efecto positivo de **1,140 kg ha⁻¹**.*

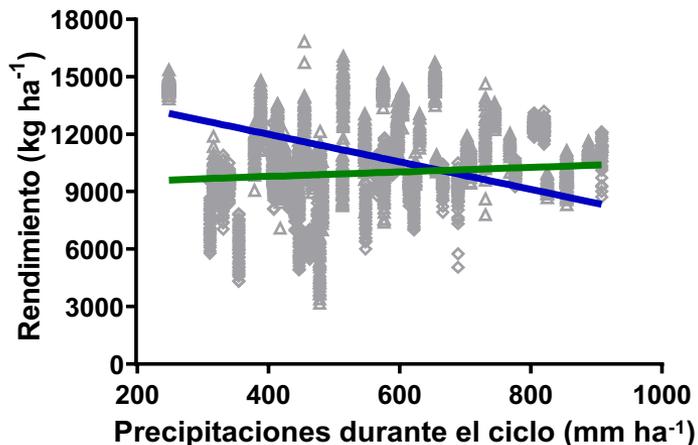
Predictores para fechas de siembra **Temprana**

- Napa -



*La presencia de la napa tiene un efecto positivo de **1,140 kg ha⁻¹**.*

- Precipitaciones -

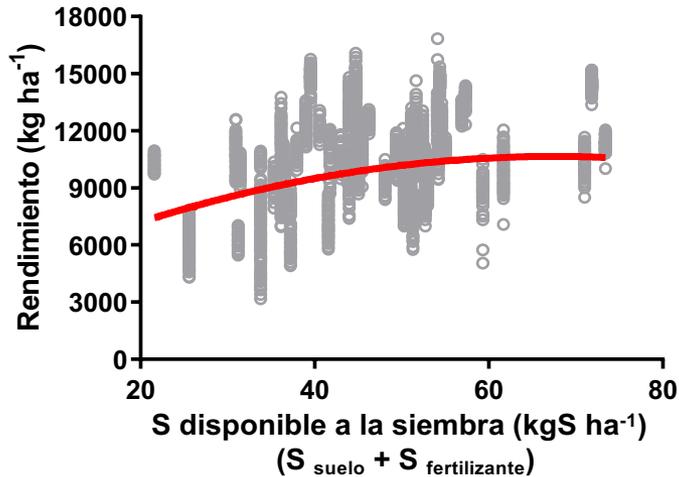


Las precipitaciones tienen un efecto diferente dependiendo de la presencia de la napa.

- **Con Napa:**
 - El efecto es negativo de **-8.4 kg mm⁻¹**.
- **Sin Napa:**
 - El efecto es positivo de **1.2 kg mm⁻¹**.

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

- Azufre -



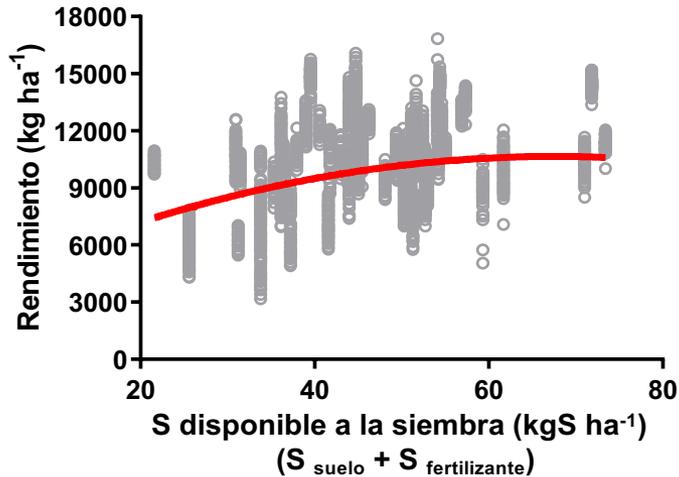
*El azufre tiene un efecto positivo en promedio, de **98 kg kgS⁻¹** en el rango explorado.*

Umbral:

- *49 kgS ha⁻¹ (aproximadamente 18 ppm S o 10 ppm + 20 kgS ha⁻¹) .*

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

- Azufre -

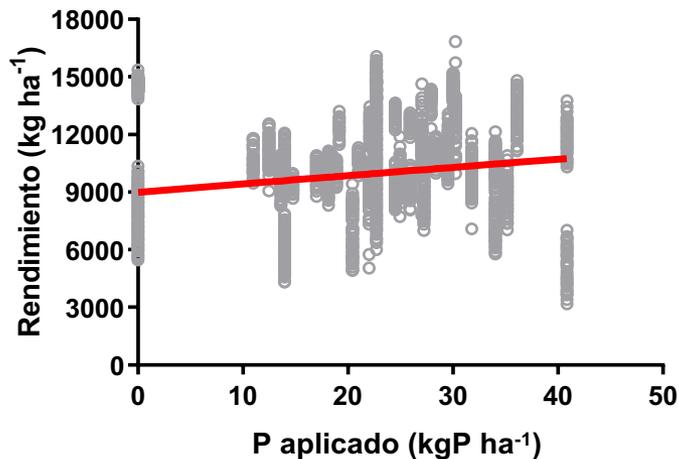


*El azufre tiene un efecto positivo en promedio, de **98 kg kgS⁻¹** en el rango explorado.*

Umbral:

- *49 kgS ha⁻¹ (aproximadamente 18 ppm S o 10 ppm + 20 kgS ha⁻¹).*

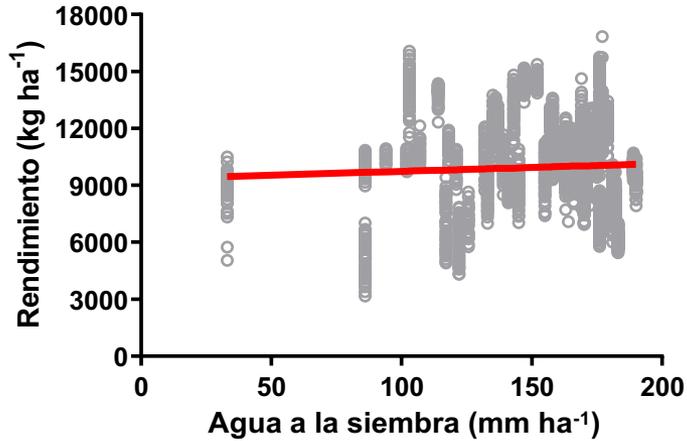
- Fosforo aplicado -



*El efecto del fosforo es de **43 kg kgP⁻¹**.*

Predictores para fechas de siembra **Temprana**

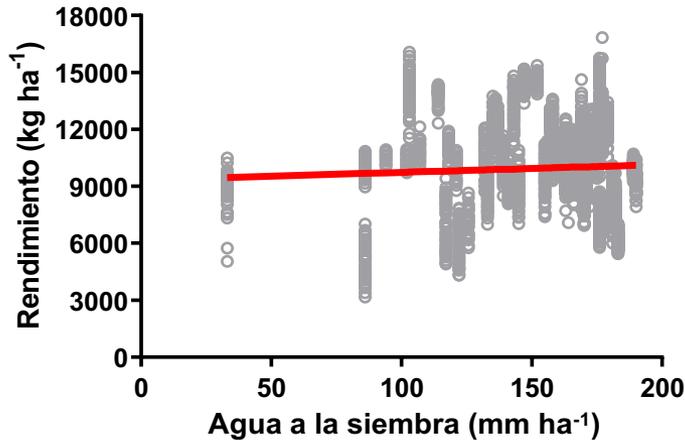
- Agua útil a la siembra -



*El efecto del agua a la siembra es de **4,2 kg mm⁻¹**.*

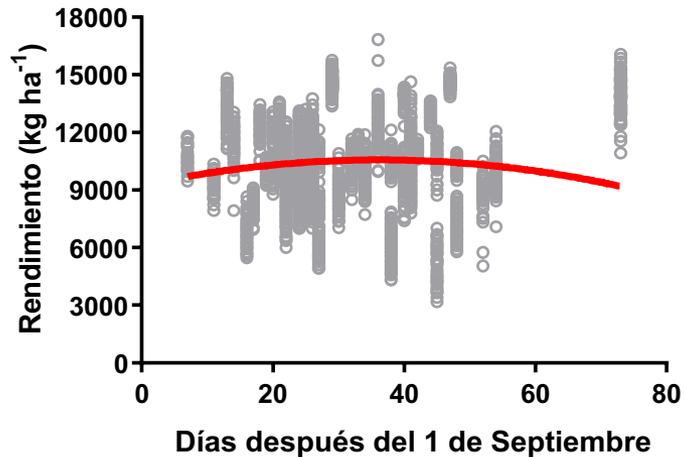
Predictores para fechas de siembra **Temprana**

- Agua útil a la siembra -



*El efecto del agua a la siembra es de **4,2 kg mm⁻¹**.*

- Días de atraso en la fecha de siembra -



*La fecha de siembra tiene una fecha optima del **15 de Septiembre al 28 de Octubre**.*

Predictores para fechas de siembra Tardía

Se plantearon un total 640 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Predictores para fechas de siembra **Tardía**

Se plantearon un total 640 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Variable	Importancia	
Precipitaciones	+++	
Napa	↓	
Fungicida		
P del suelo		
Nitrógeno		
Día de siembra		
Agua a la siembra		
Densidad		
Azufre		---

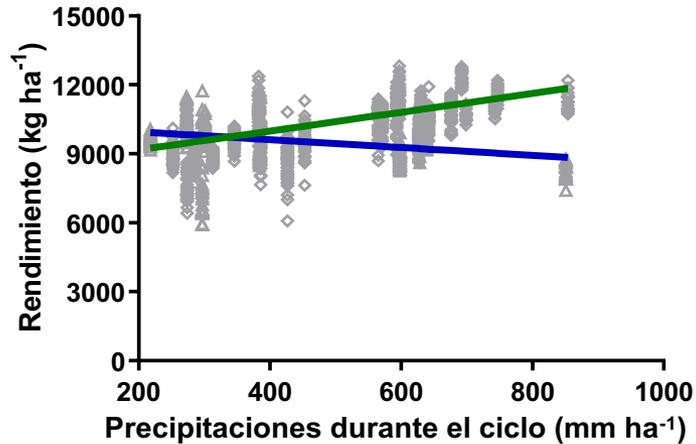
Predictores para fechas de siembra **Tardía**

Se plantearon un total 640 posibles modelos y se observaron los siguientes resultados.

Variable	Importancia	
Precipitaciones	+++	
Napa	↓	
Fungicida		
P del suelo		
Nitrógeno		
Día de siembra		
Agua a la siembra		
Densidad		
Azufre		---

Predictores para fechas de siembra Tardía

- Precipitaciones -

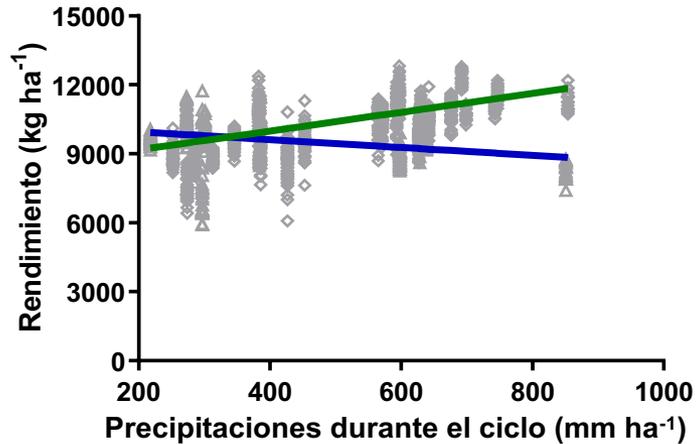


Las precipitaciones tienen un efecto diferente dependiendo de la presencia de la napa.

- **Con Napa:**
 - El efecto es negativo de **-5.8 kg mm⁻¹**.
- **Sin Napa:**
 - El efecto es positivo de **4.1 kg mm⁻¹**.

Predictores para fechas de siembra Tardía

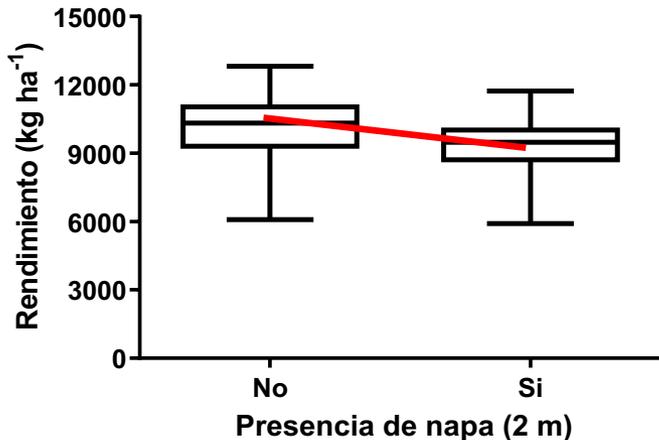
- Precipitaciones -



Las precipitaciones tienen un efecto diferente dependiendo de la presencia de la napa.

- **Con Napa:**
 - El efecto es negativo de **-5.8 kg mm⁻¹**.
- **Sin Napa:**
 - El efecto es positivo de **4.1 kg mm⁻¹**.

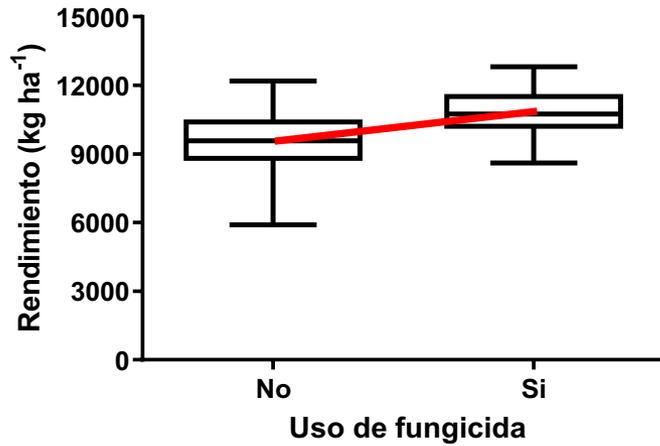
- Napa -



*La presencia de la napa tiene un efecto negativo de **-938 kg ha⁻¹**.*

Predictores para fechas de siembra Tardía

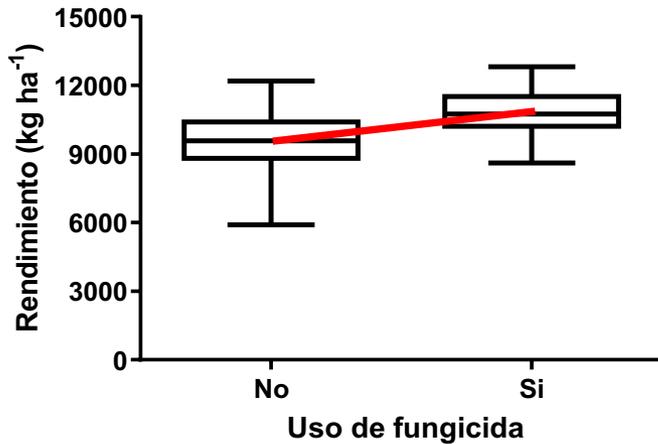
- Fungicida -



*El uso de fungicida tiene un efecto positivo de **1044 kg ha⁻¹**.*

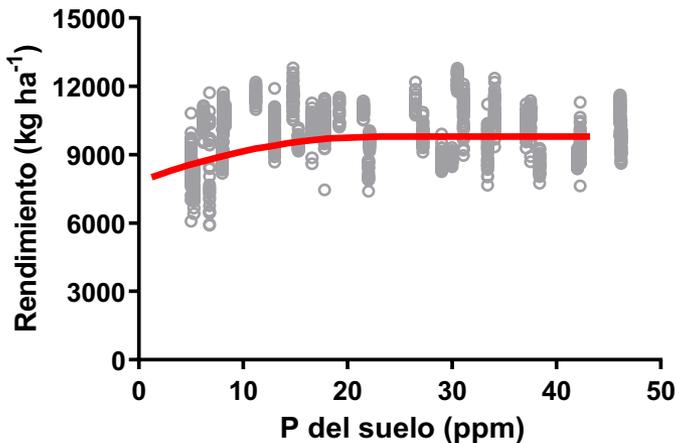
Predictores para fechas de siembra Tardía

- Fungicida -



*El uso de fungicida tiene un efecto positivo de **1044 kg ha⁻¹**.*

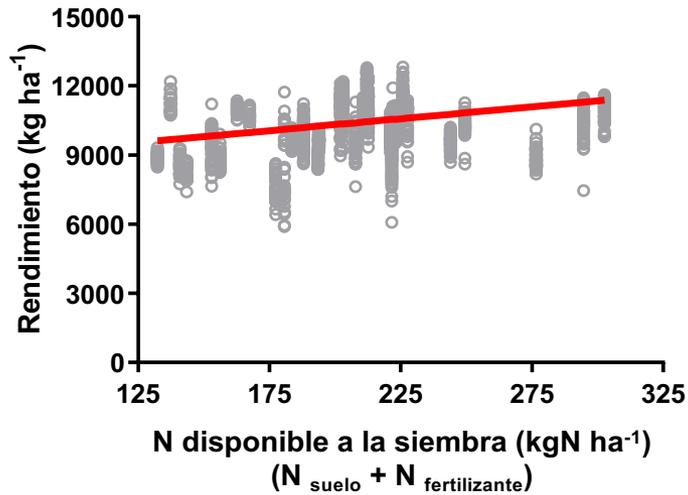
- Fosforo del suelo -



*El efecto promedio del fosforo del suelo es de **197 kg ppm⁻¹**.
El umbral critico al 95% fue de **15 ppm**.*

Predictores para fechas de siembra Tardía

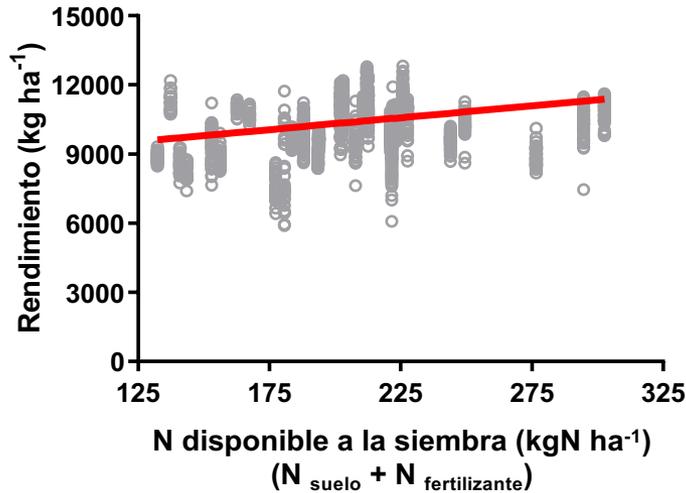
- Nitrógeno -



El efecto del nitrógeno es de 10 kg kgN⁻¹.

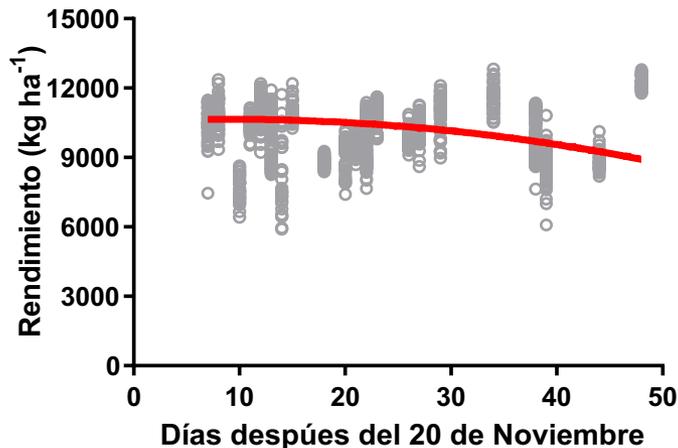
Predictores para fechas de siembra **Tardía**

- Nitrógeno -



*El efecto del nitrógeno es de **10 kg kgN⁻¹**.*

- Días de atraso en la fecha de siembra -

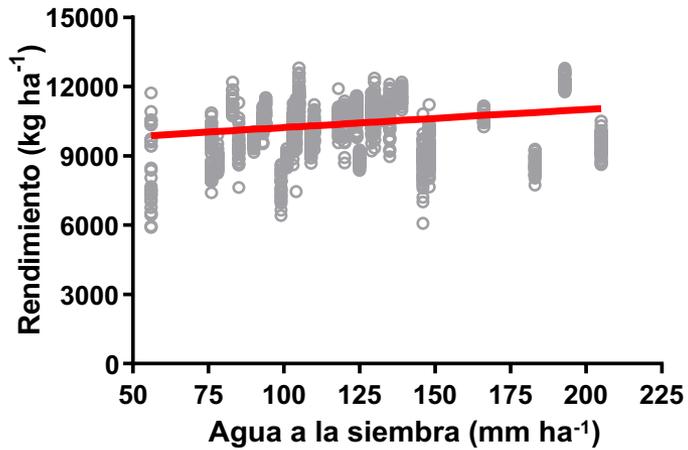


*La fecha de siembra tiene una fecha optima **hasta el 21 de Diciembre.***

*Fecha en la cual las perdidas de rendimiento son en promedio de **-70 kg día⁻¹**.*

Predictores para fechas de siembra Tardía

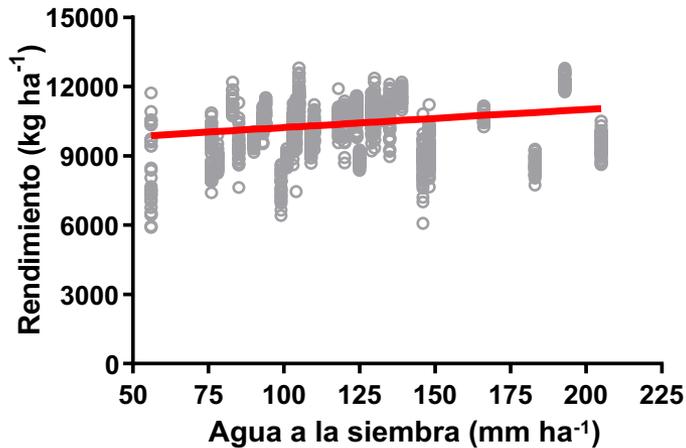
- Agua útil a la siembra -



El efecto del agua a la siembra es de 8 kg mm⁻¹.

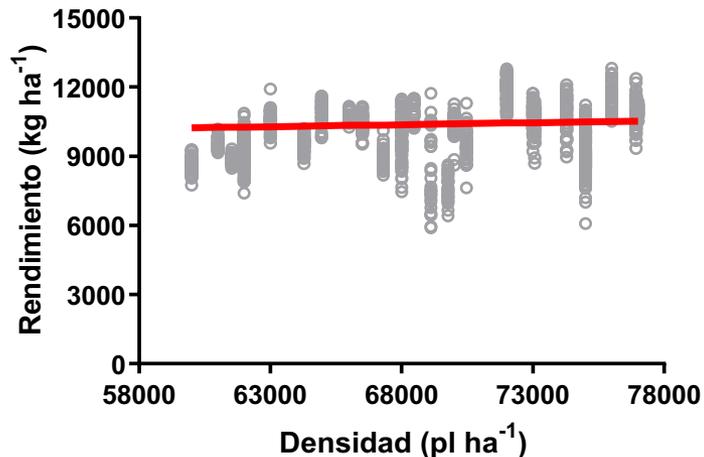
Predictores para fechas de siembra Tardía

- Agua útil a la siembra -



El efecto del agua a la siembra es de 8 kg mm⁻¹.

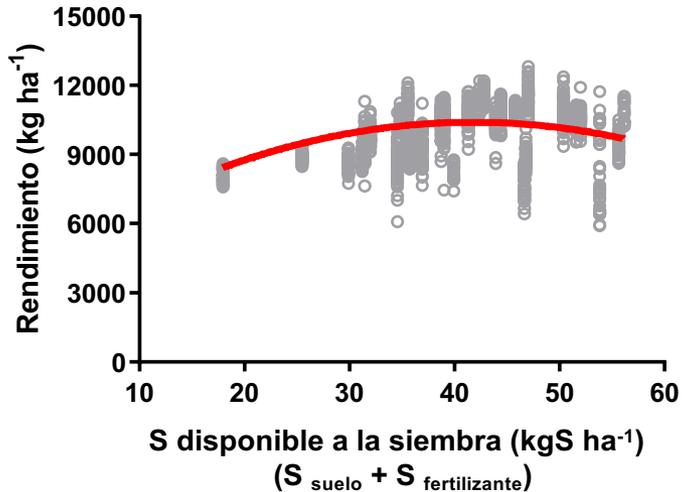
- Densidad -



El efecto de la densidad es positivo de 200 kg cada 10,000 plantas ha⁻¹.

Predictores para fechas de siembra Tardía

- Azufre -



*El azufre tiene un efecto positivo en promedio, de **123 kg kgS⁻¹** en el rango explorado.*

Umbral:

- *30 kgS ha⁻¹ (aproximadamente 12 ppm S o 10 ppm + 4 kgS ha⁻¹).*

Conclusiones

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.

Temprano

Variable	Importancia	
Densidad/Nitrógeno	+++	
Napa	↓	
Precipitaciones		
Azufre		
P aplicado		
Agua a la siembra		
Día de la siembra		---

Tardío

Variable	Importancia	
Precipitaciones	+++	
Napa	↓	
Fungicida		
P del suelo		
Nitrógeno		
Día de siembra		
Agua a la siembra		
Densidad		
Azufre		---

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.

Temprano

Variable	Importancia	
Densidad/Nitrógeno	+++	
Napa	↓	
Precipitaciones		
Azufre		
P aplicado		
Agua a la siembra		
Día de la siembra		---

Tardío

Variable	Importancia	
Precipitaciones	+++	
Napa	↓	
Fungicida		
P del suelo		
Nitrógeno		
Día de siembra		
Agua a la siembra		
Densidad		
Azufre		---

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.

Temprano

Variable	Importancia	
Densidad/Nitrógeno	+++	
Napa	↓	
Precipitaciones		
Azufre		
P aplicado		
Agua a la siembra		
Día de la siembra		---

Tardío

Variable	Importancia
Precipitaciones	+++
Napa	↓
Fungicida	
P del suelo	
Nitrógeno	
Día de siembra	
Agua a la siembra	
Densidad	
Azufre	---

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.

Temprano

Variable	Importancia
Densidad/Nitrógeno	150 kg 1000pl⁻¹
	28 kg kgN⁻¹
Napa	↓
Precipitaciones	
Azufre	
P aplicado	
Agua a la siembra	
Día de la siembra	

Tardío

Variable	Importancia	
Precipitaciones	+++	
Napa	↓	
Fungicida		
P del suelo		
Nitrógeno		10 kg kgN⁻¹
Día de siembra		
Agua a la siembra		
Densidad		200 kg 10000pl⁻¹
Azufre	---	

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.
- El efecto de la napa presenta un efecto diferencial en rendimiento dependiendo de la fecha de siembra. El efecto en **maíz temprano es positivo** y en **maíz tardío es negativo**.

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.
- El efecto de la napa presenta un efecto diferencial en rendimiento dependiendo de la fecha de siembra. El efecto en **maíz temprano es positivo** y en **maíz tardío es negativo**.
- Surgen opciones para optimizar el manejo del cultivo. Principalmente en **densidad y nitrógeno para maíz temprano** y el **uso de fungicidas en maíz tardío**.

Conclusiones

- Las variables ambientales y decisiones de manejo más importantes difieren entre fecha de siembras.
- El efecto de la napa presenta un efecto diferencial en rendimiento dependiendo de la fecha de siembra. El efecto en **maíz temprano es positivo** y en **maíz tardío es negativo**.
- Surgen opciones para optimizar el manejo del cultivo. Principalmente en **densidad y nitrógeno para maíz temprano** y el **uso de fungicidas en maíz tardío**.
- Los resultados tienen implicancias prácticas a la hora de priorizar estimaciones de variables a campo y en la generación de modelos predictivos o mapas de rendimiento.

Muchas gracias por la atención.

Preguntas?

lucas.vitantonio@unr.edu.ar

www.facebook.com/GIMUCE-Grupo-de-Investigación-Manejo-y-Utilización-de-Cultivos-Extensivos-678745762195080/

www.twitter.com/oficialgimuce



CONICET



I I C A R



REGIÓN SUR
DE SANTA FE