



I I C A R



Facultad de Ciencias Agrarias  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

4 de septiembre 2018

*Jornada de Actualización Técnica. "Diversificar es la clave".*

# CLAVES PARA OPTIMIZAR EL MANEJO DE SOJA

Gabriel **Santachiara**, Guido **Di Mauro** y Lucas **Borrás**  
*Facultad de Cs. Agrarias, UNR - CONICET*



# ¿Qué temas vamos a abordar a lo largo de la presentación?

- **El valor de la genética en soja.**
- **Importancia de la captura total de N.**
- **Fijación biológica de nitrógeno en soja.**
- **Claves de una implantación adecuada en soja.**

# 1. EL VALOR DE LA GENÉTICA EN SOJA.

## Objetivos:

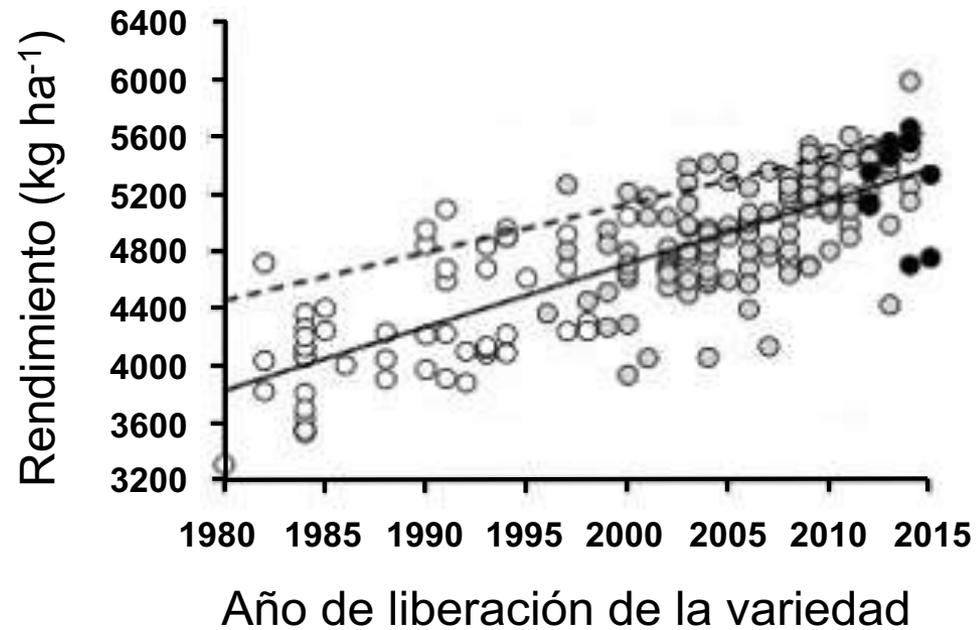
1. *Describir las variaciones en rendimiento para variedades de soja liberadas desde 1980, a la actualidad.*
2. *Identificar caracteres relacionados con dichas variaciones en el rendimiento.*

# ENSAYOS Campo Experimental Villarino, Facultad de Cs. Agrarias, Zavalla, Santa Fe.



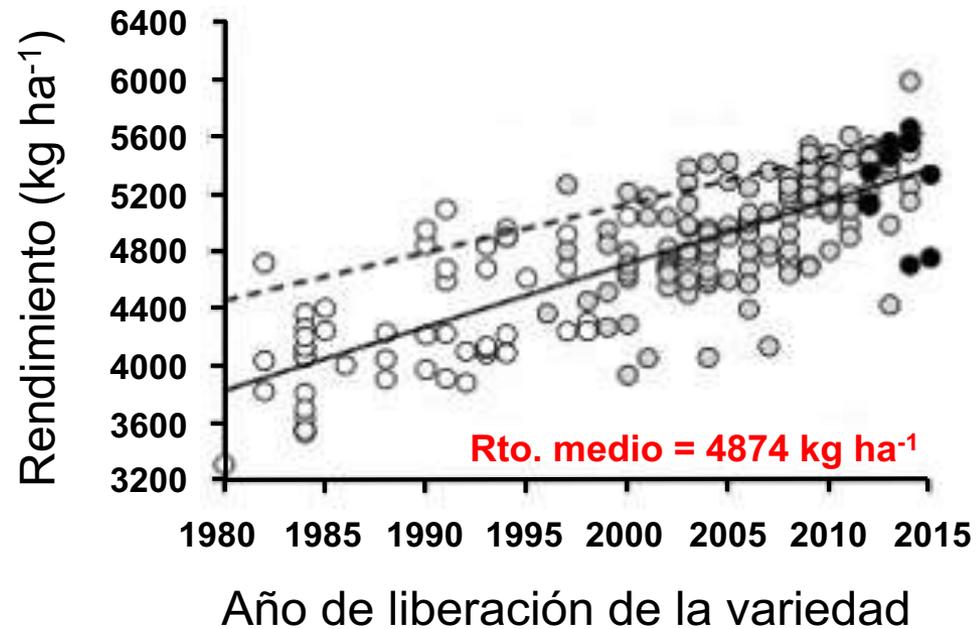
# Rendimiento y mejoramiento en soja

(de Felipe et al., 2016)



# Rendimiento y mejoramiento en soja

(de Felipe et al., 2016)



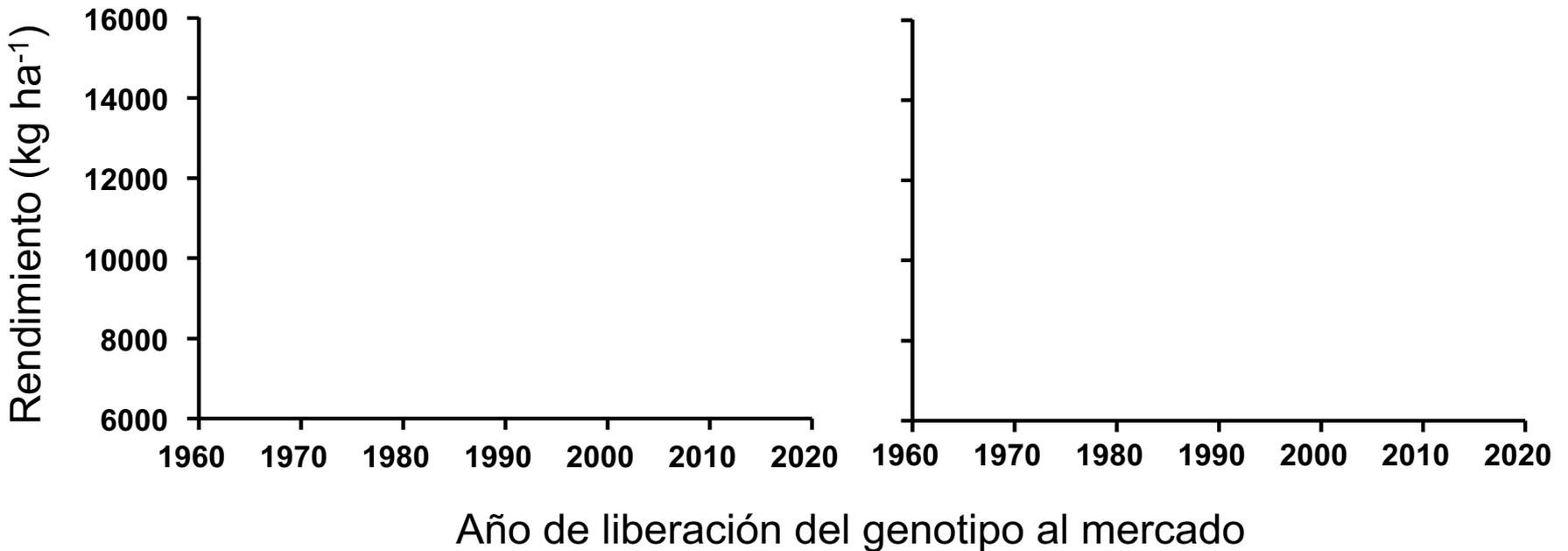
*Tasa de ganancia de 44 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.*

*Representa el 1.1 % anual.*

# ¿Cómo fue esta ganancia genética en comparación con maíz?

**Temprano**

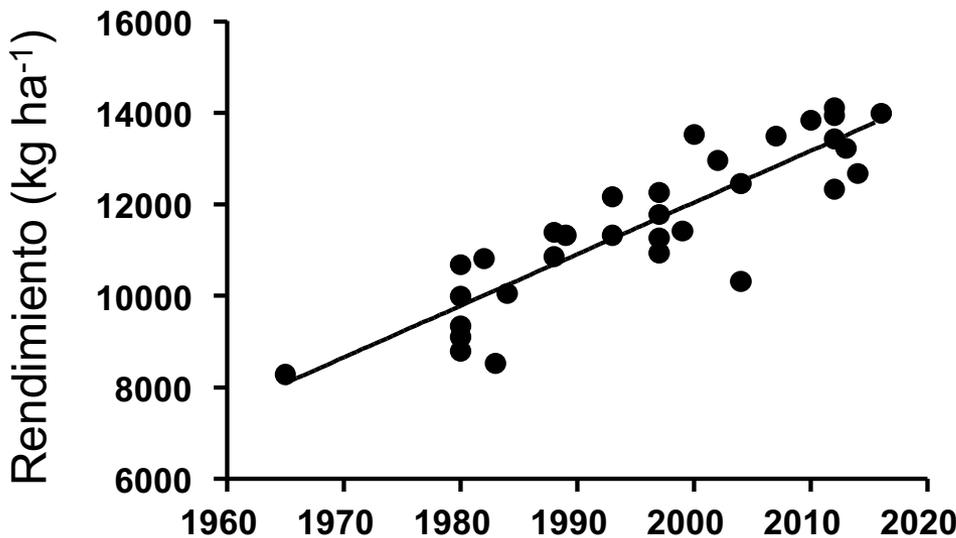
**Tardío**



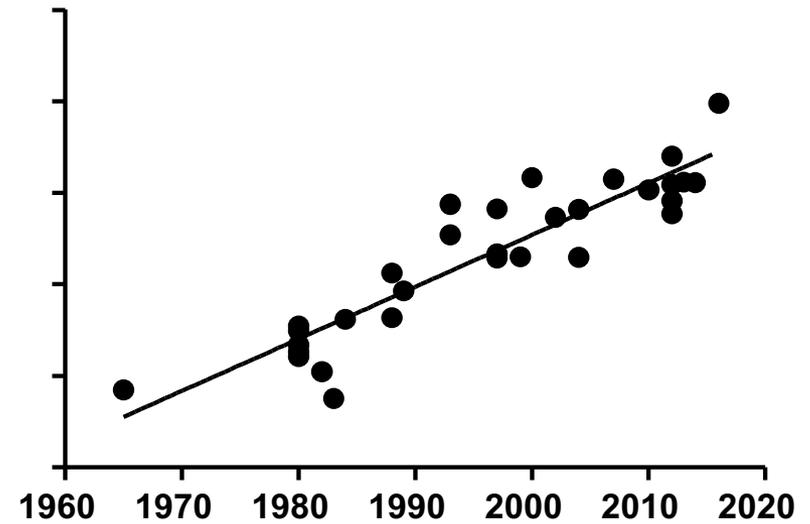
# ¿Cómo fue esta ganancia genética en comparación con maíz?

(Abdala et al., 2018)

Temprano



Tardío



*Ganancia: 113 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>*

*Ganancia: 114 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>*

# ¿Cómo fue esta ganancia genética en comparación con maíz?

**~113 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

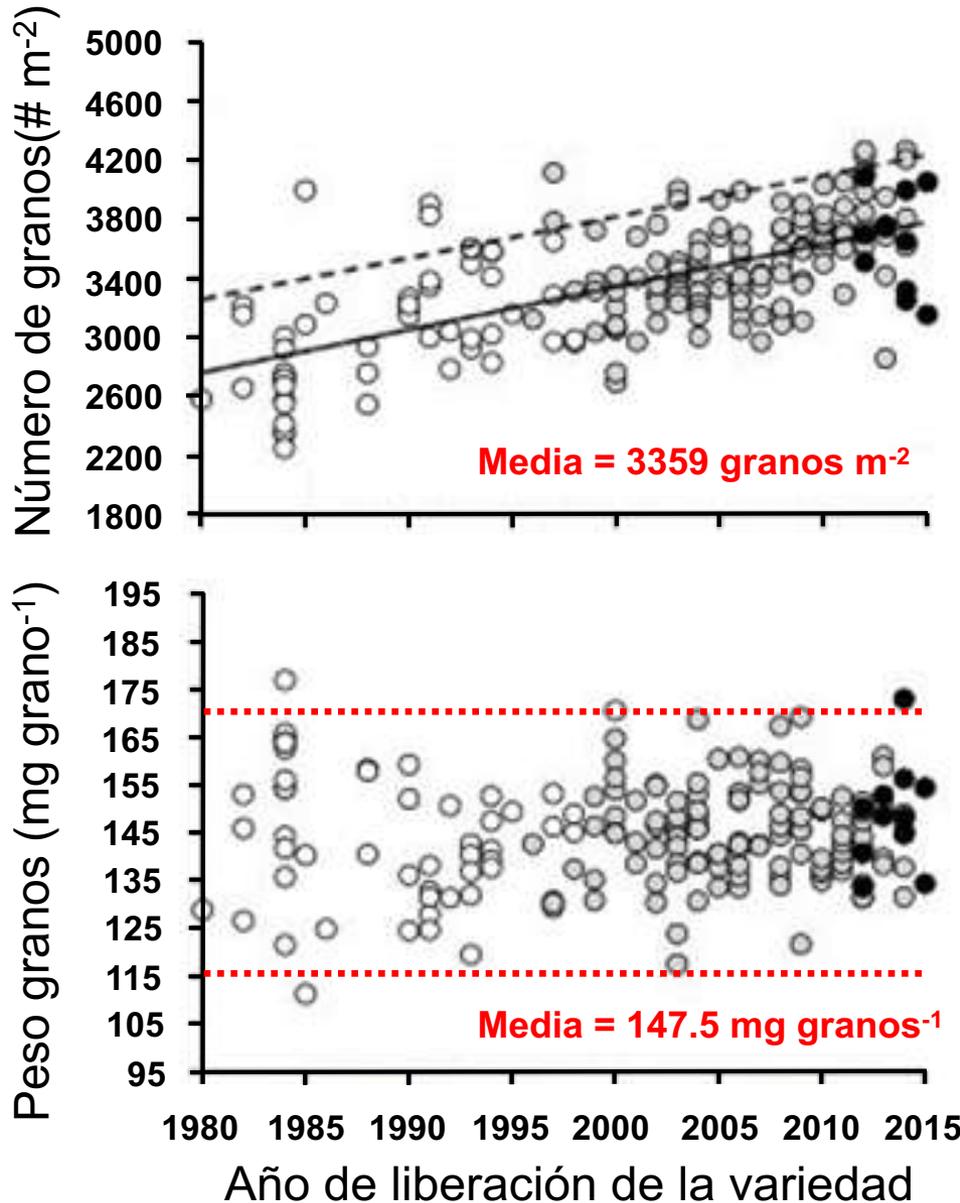


**~44 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

*Relativamente, ambas fueron similares (~ 1%).*

# ¿Cómo explicamos esta ganancia genética?

(de Felipe et al., 2016)

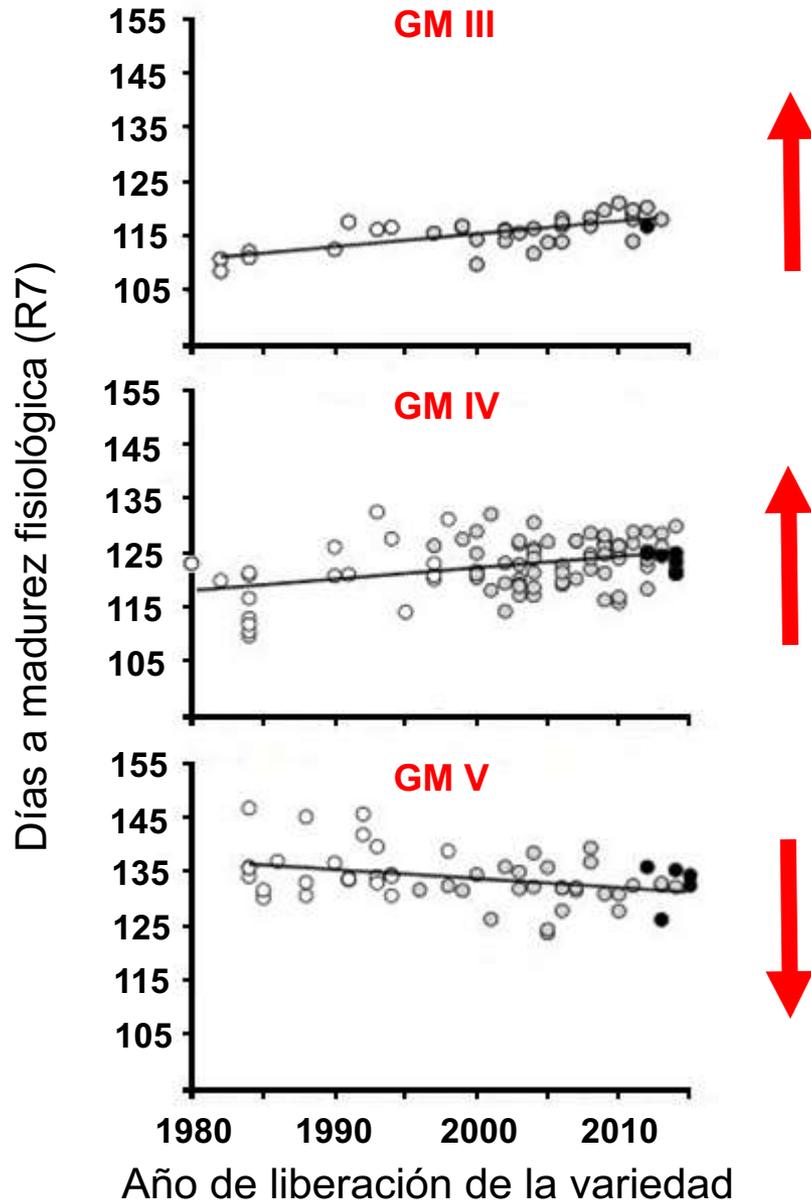


*29 granos m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>*

*El peso individual de los granos se ha mantenido constante en los últimos 38 años.*

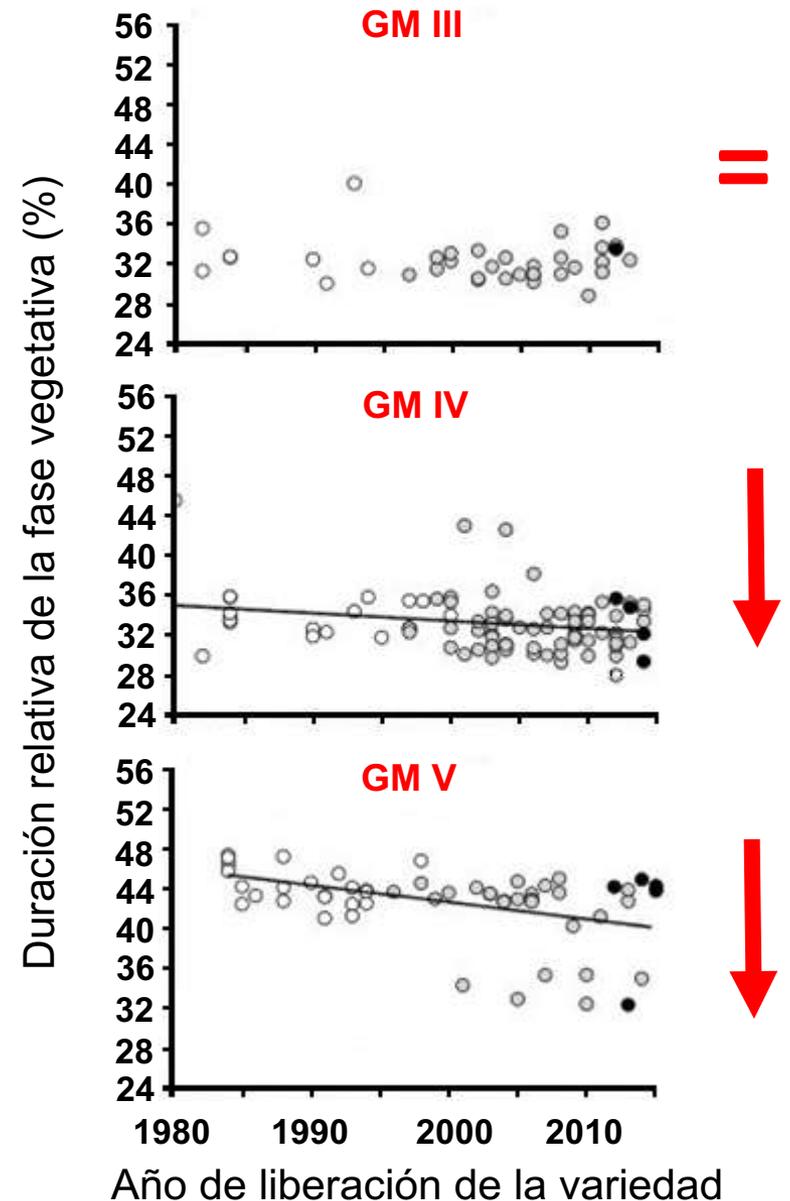
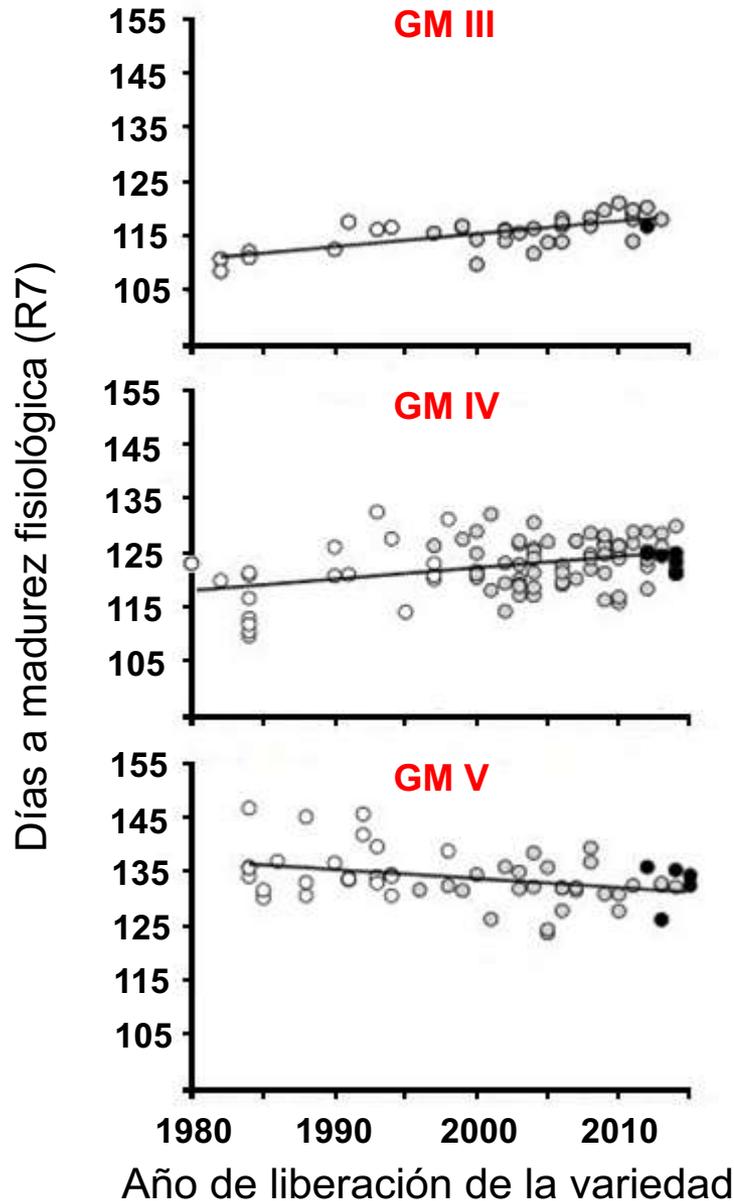
# ¿Cómo explicamos esta ganancia genética?

(de Felipe et al., 2016)



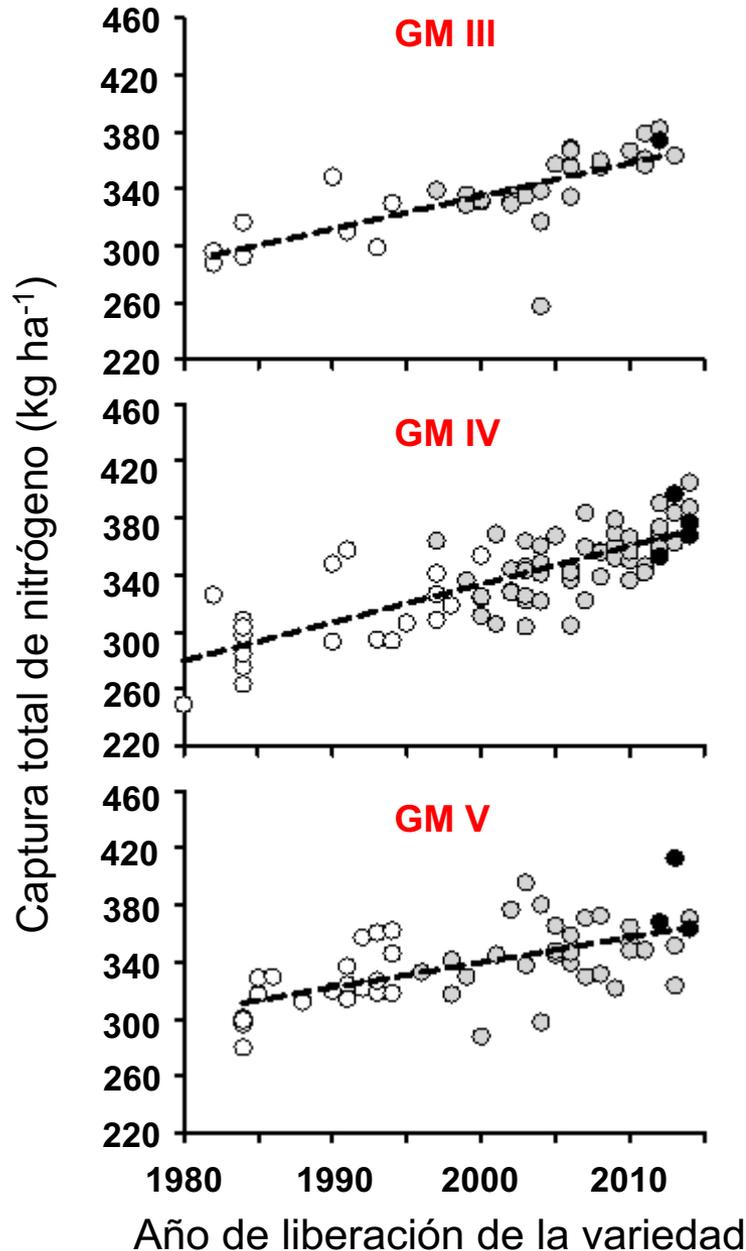
# ¿Cómo explicamos esta ganancia genética?

(de Felipe et al., 2016)



# ¿Cómo explicamos esta ganancia genética?

(de Felipe et al.)



*Tasa de ganancia = 2.3 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>*

*Tasa de ganancia = 2.7 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>*

*Tasa de ganancia = 1.8 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>*

# IMPORTANCIA DE LA GENÉTICA EN SOJA

- *La tasa de ganancia genética en soja fue del 1.1 % anual ( $44 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).*
- *Los genotipos modernos tienden hacia el acortamiento de su fase vegetativa y el alargamiento de la fase reproductiva.*
- *El mejoramiento logró incrementar el NG, no así el PG.*
- *En promedio, desde 1980 los cultivares de soja han incrementado (~2  $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) la captura de nitrógeno.*

# IMPORTANCIA DE LA GENÉTICA EN SOJA

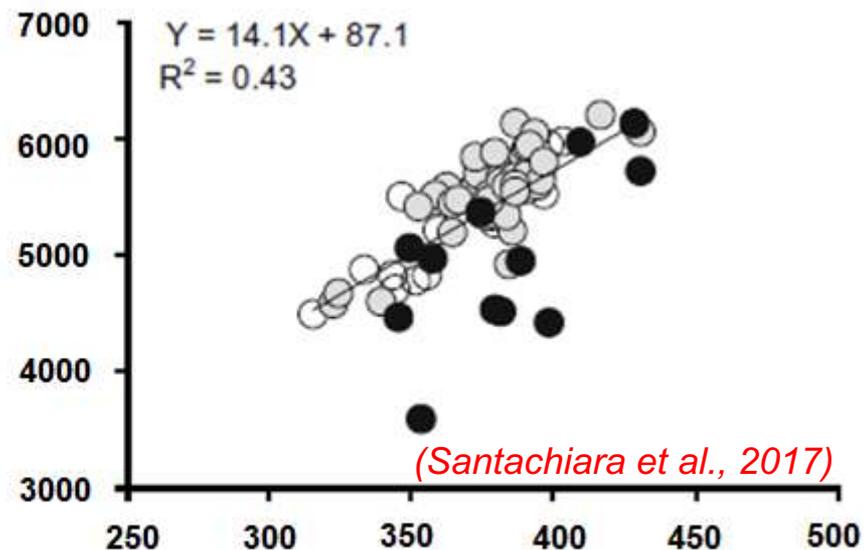
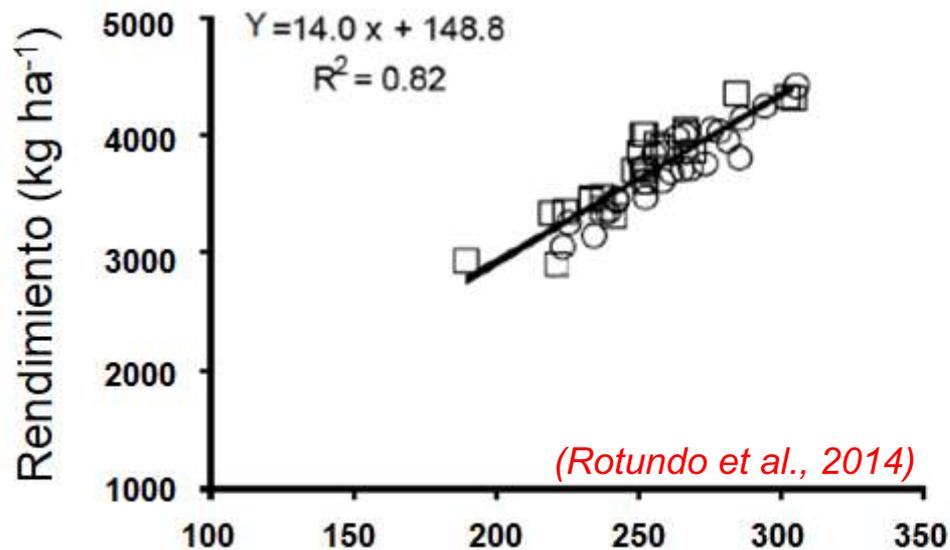
- *La tasa de ganancia genética en soja fue del 1.1 % anual ( $44 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).*
- *Los genotipos modernos tienden hacia el acortamiento de su fase vegetativa y el alargamiento de la fase reproductiva.*
- *El mejoramiento logró incrementar el NG, no así el PG.*
- *En promedio, desde 1980 los cultivares de soja han incrementado ( $\sim 2$   $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) la captura de nitrógeno.*

## **2. ¿POR QUÉ ES RELEVANTE MAXIMIZAR LA CAPTURA DE NITRÓGENO EN SOJA?**

# Determinación de la concentración de N



## 2. ¿POR QUÉ ES RELEVANTE MAXIMIZAR LA CAPTURA DE NITRÓGENO EN SOJA?

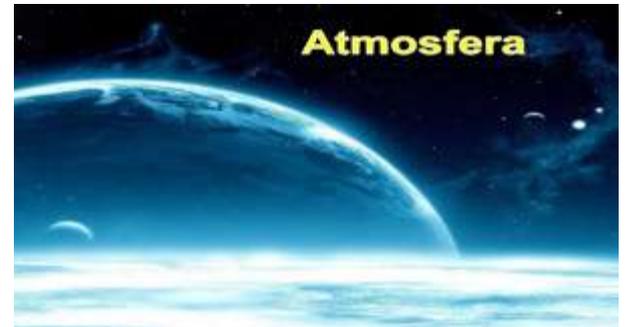


Captura total de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)

*Independientemente del nivel de rendimiento, existe una muy fuerte correlación positiva entre la captura total de nitrógeno y el rendimiento.*

# La soja presenta dos fuentes de nitrógeno:

- **Fijación biológica**

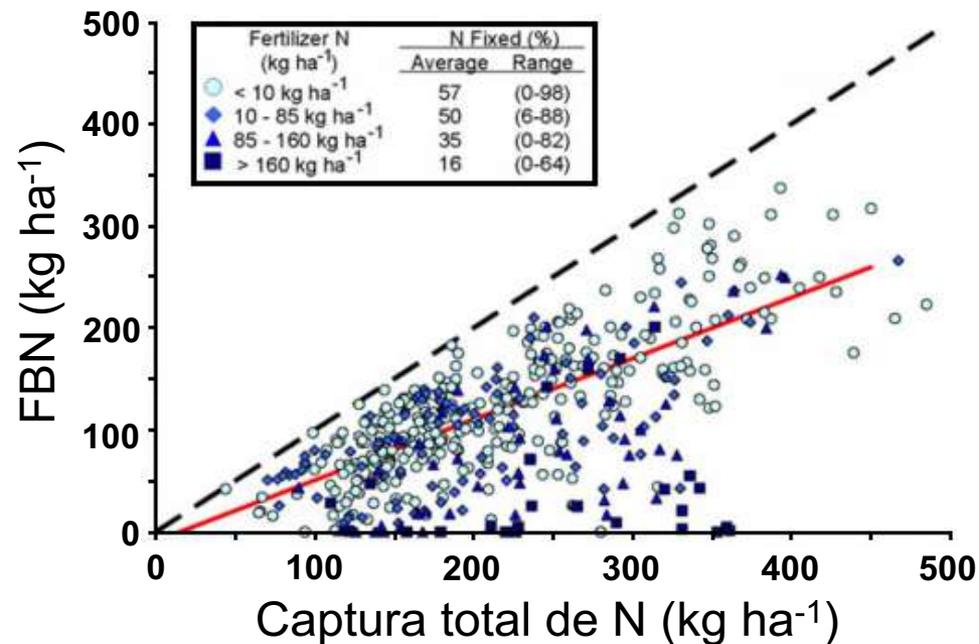


# La soja presenta dos fuentes de nitrógeno:

- Fijación biológica
- **Absorción mineral edáfica**



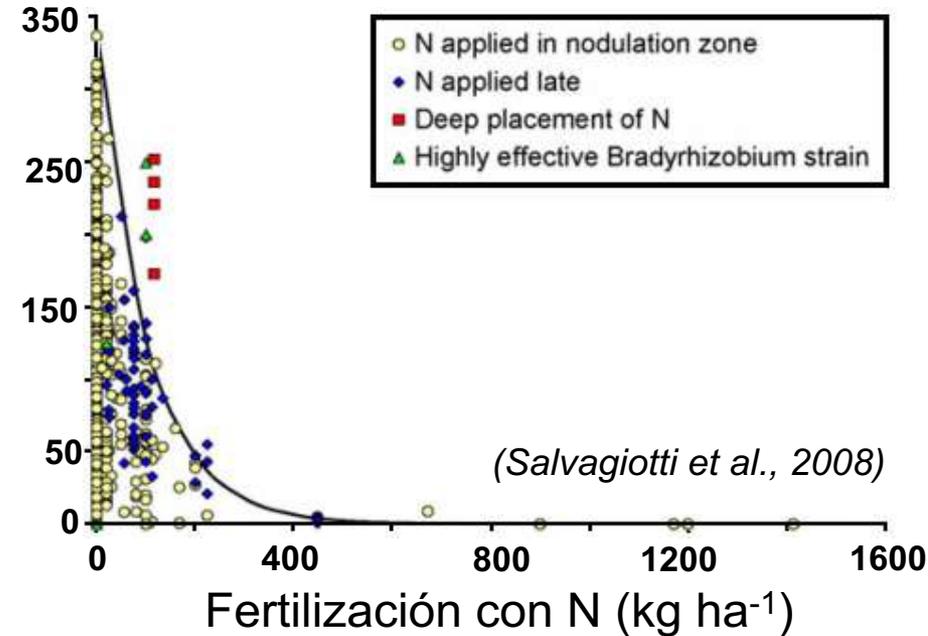
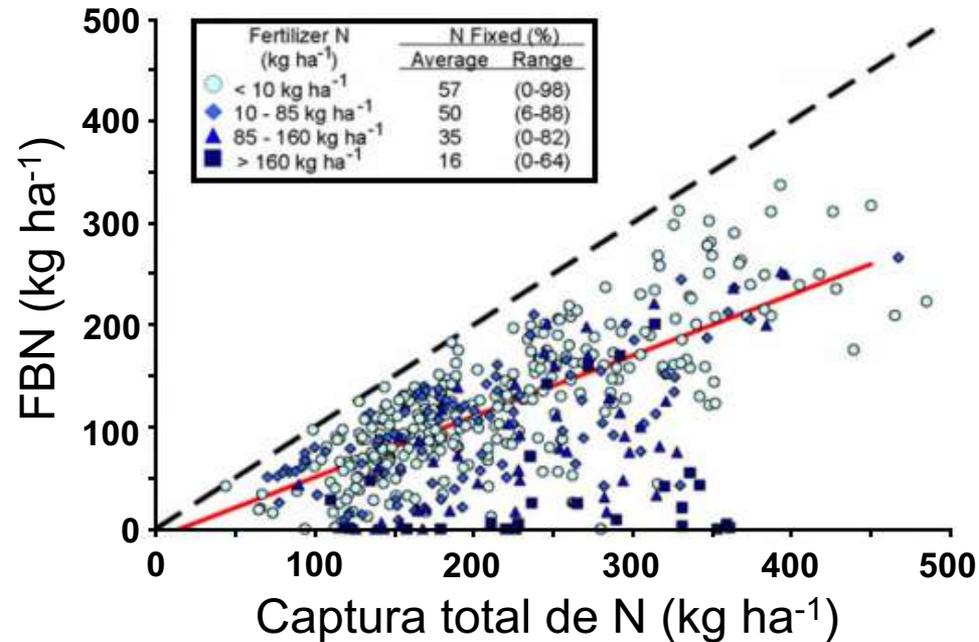
### 3. ¿CUÁL ES EL ROL DE LA FBN ASOCIADO A LA CAPTURA DE N?



(Salvagiotti et al., 2008)

*En promedio el 60% de la captura de N proviene de la FBN.*

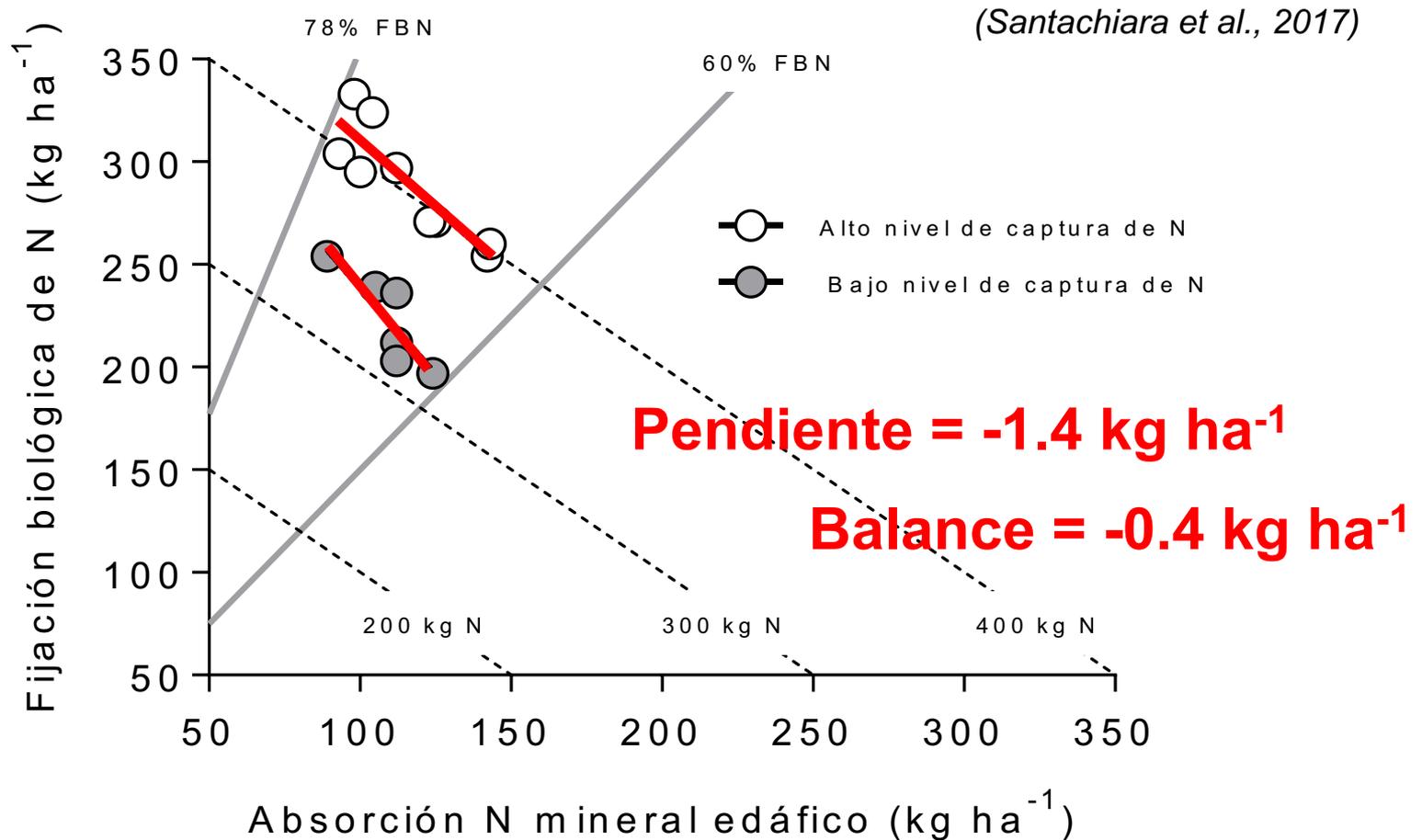
# 3. ¿CUÁL ES EL ROL DE LA FBN ASOCIADO A LA CAPTURA DE N?



*En promedio el 60% de la captura de N proviene de la FBN.*

***La FBN disminuye a medida que se incrementa la tasa de fertilización con N.***

# Aumentos en el rendimiento, ¿sólo se asocian a incrementos en la FNB?



**NO NECESARIAMENTE.**

# Sin embargo, siempre es deseable mantener altos niveles de FBN...

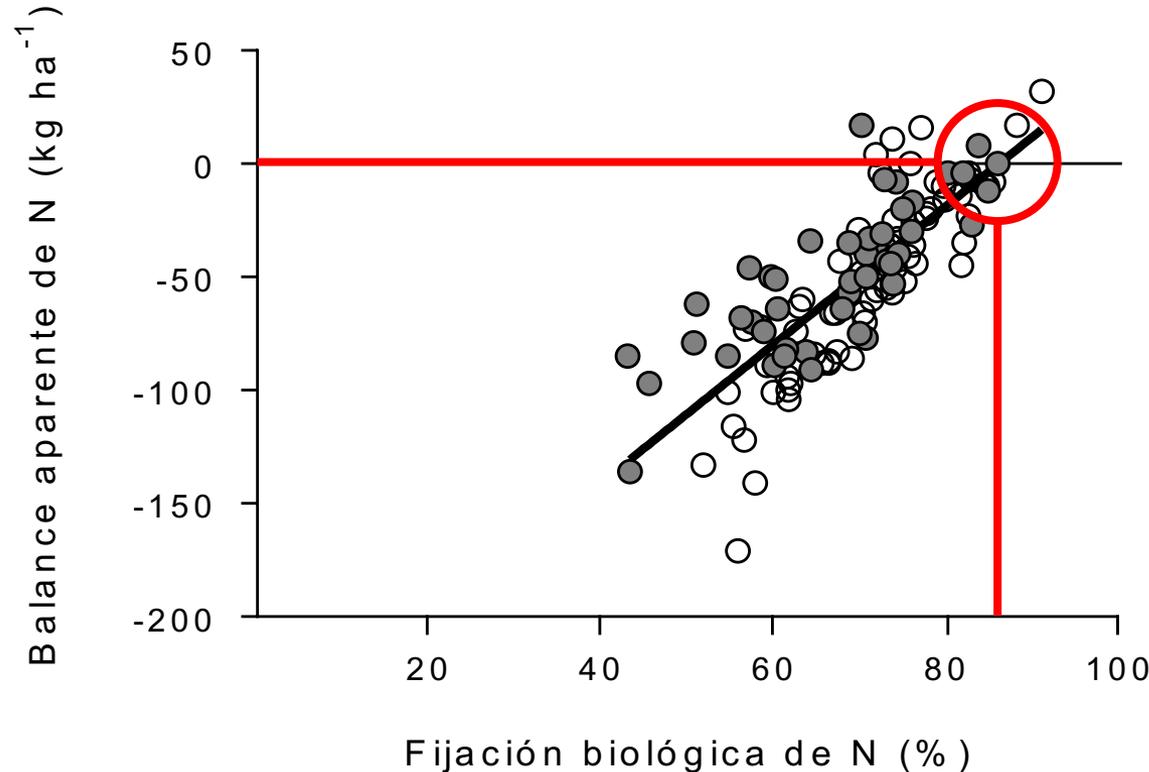


GM	ICN (%)	
	N atmosférico	N suelo
III	87 a	83 a
IV	86 a	75 b
V	83 a	73 b
<b>Promedio</b>	<b>85 a</b>	<b>77 b</b>

(Santachiara et al., 2017)

*El N que proviene de FBN se particiona preferencialmente a los granos.*

# Sin embargo, siempre es deseable mantener altos niveles de FBN...



**~ 80 %**

*Cada kg N absorbido del suelo implica 1.4 kg N que no se fija.*

*El N fijado biológicamente se particiona diferencialmente a los granos.*

*Balances aparentes de N edáfico neutrales, implican un 80 % de FBN.*

# ¿Cómo podríamos maximizar la FBN?

- *MANEJO DE ARRANCADORES*



*DOSIS!* *En general no sólo considerar el Pi.*

# ¿Cómo podríamos maximizar la FBN?

- *MANEJO DE ARRANCADORES*

- *INOCULACIÓN*



# ¿Cómo podríamos maximizar la FBN?

- *MANEJO DE ARRANCADORES*
- *INOCULACIÓN*
- *CALIDAD DE LA INOCULACIÓN*



# ¿Cómo podríamos maximizar la FBN?

- *MANEJO DE ARRANCADORES*
- *INOCULACIÓN*
- *CALIDAD DE LA INOCULACIÓN*
- *MOMENTO DE LA INOCULACIÓN*



# CAPTURA DE N Y FBN

- *La captura de N se asocia positivamente con el rinde.*
- *Altos niveles de captura de N se pueden alcanzar por diferentes proporciones de fuentes de N (atm vs. sue).*
- *El N fijado biológicamente se particiona preferencialmente a los granos.*
- *Balances neutros de N edáfico implican ~80 % de FBN.*
- *Es fundamental maximizar la FBN.*

# CAPTURA DE N Y FBN

- *La captura de N se asocia positivamente con el rinde.*
- *Altos niveles de captura de N se pueden alcanzar por diferentes proporciones de fuentes de N (atm vs. sue).*
- *El N fijado biológicamente se particiona preferencialmente a los granos.*
- *Balances neutros de N edáfico implican ~80 % de FBN.*
- *Es fundamental maximizar la FBN.*

# ¿Qué temas vamos a abordar a lo largo de la presentación?

- El valor de la genética en soja.
- Importancia de la captura total de N.
- Fijación biológica de nitrógeno en soja.
- **Claves de una implantación adecuada en soja.**

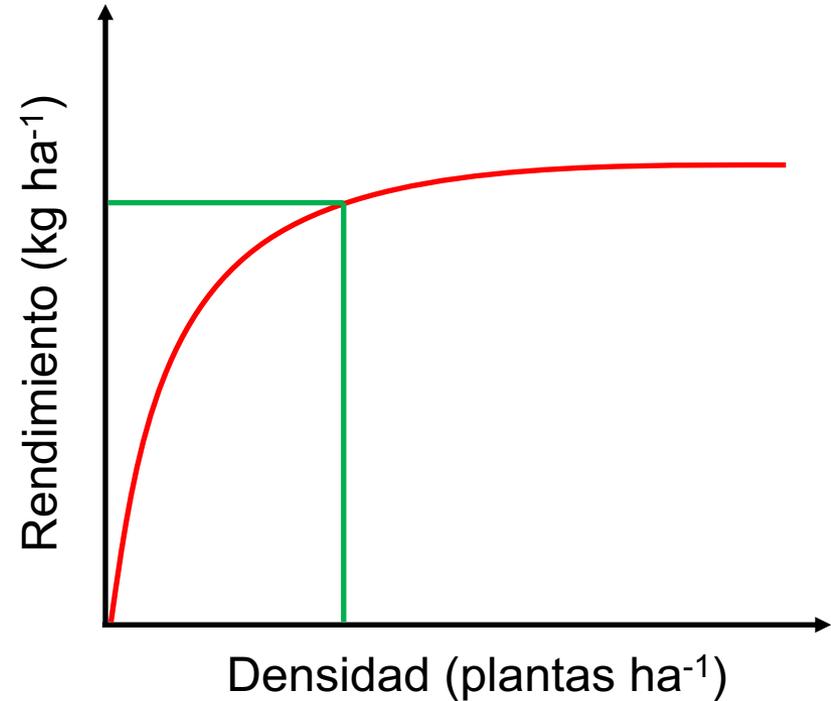
# 4. ¿Cuáles son las claves de una implantación adecuada?

- *Densidad.*
- *Espaciamiento.*
- *Variabilidad temporal y espacial.*



# Respuesta a la densidad en **SOJA**

Respuesta que se caracteriza por un modelo asintótico, de plateau o saturante.



Objetivo en soja:

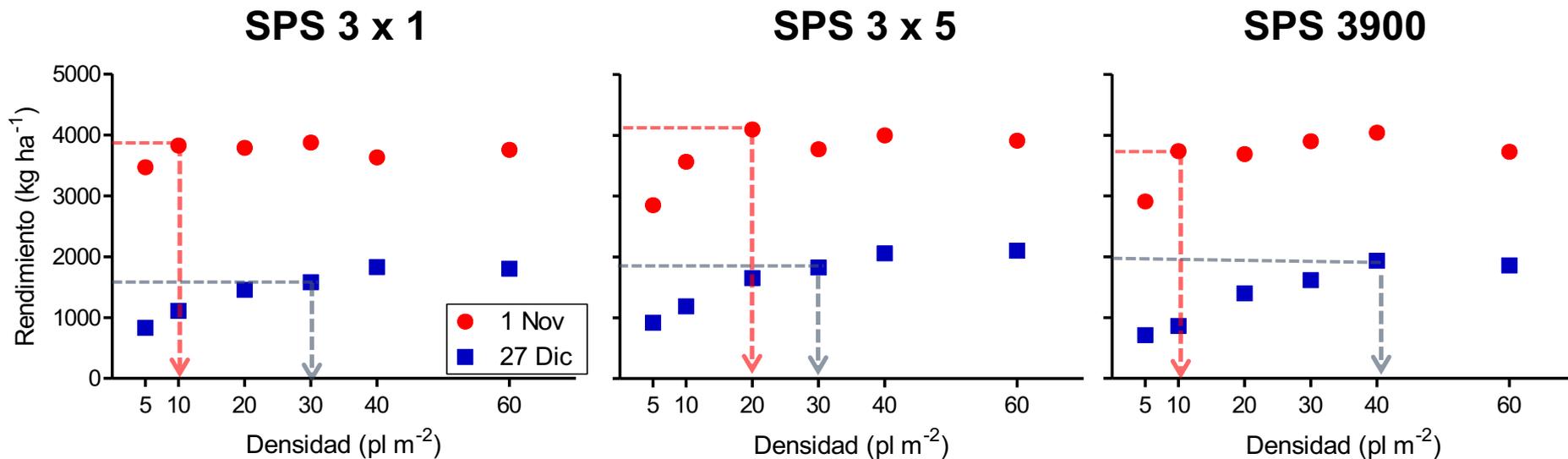
*Identificar la densidad mínima que maximiza el rendimiento*

# Impacto de la densidad sobre el rendimiento

¿Cuál es la densidad mínima que maximiza el rinde?

**Resultados convenio Syngenta - UNR**

## GM III



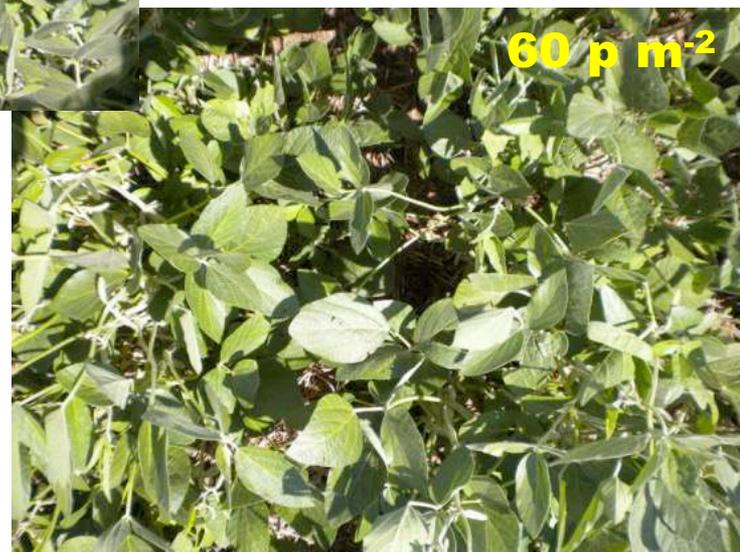
*Para grupos cortos sembrados temprano: 10-20 plantas m<sup>-2</sup>*

*Para grupos cortos sembrados tardíamente: 30-40 plantas m<sup>-2</sup>*



Fecha de siembra temprana  
(1 de nov)

**SPS 3 x 1** – Estado R5 (24 de enero)





Fecha de siembra tardía  
(27 de dic)

**SPS 3 x 1** – Estado R3 (27 de febrero)

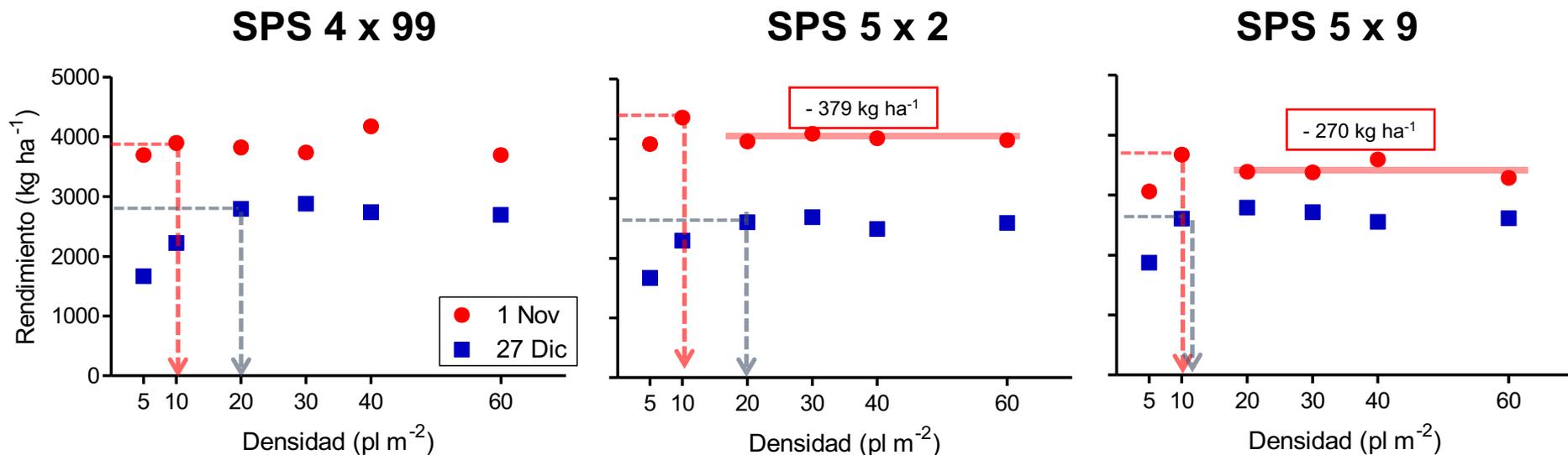


# Impacto de la densidad sobre el rendimiento

¿Cuál es la densidad mínima que maximiza el rinde?

**Resultados convenio Syngenta - UNR**

## GM V



*Para GM medios/largos sembrados temprano: 10 plantas m<sup>-2</sup>*

*Para GM medios/largos sembrados tardíamente: 10-20 plantas m<sup>-2</sup>*

*Efectos negativos en siembras tempranas con densidades altas*



**10 p m<sup>-2</sup>**

**Fecha de siembra temprana  
(1 de nov)**

**SPS 5 x 9 – Estado R3 (6 de febrero)**



**40 p m<sup>-2</sup>**



**60 p m<sup>-2</sup>**



Fecha de siembra tardía  
(27 de dic)

**SPS 5 x 9** – Estado R5 (27 de marzo)



# DENSIDAD

- *Existe una densidad mínima que permite maximizar el rendimiento.*
- *GM cortos sembrados temprano: 10-20 plantas  $m^{-2}$ .*
- *GM cortos sembrados tarde: 30-40 plantas  $m^{-2}$ .*
- *GM largos sembrados temprano: 10 plantas  $m^{-2}$ .*
- *GM largos sembrados tarde: 10-20 plantas  $m^{-2}$ .*
- *Se detectaron pérdidas de rinde en siembras tempranas y con alta densidad para GM largo debido al vuelco.*

# 4. ¿Cuáles son las claves de una implantación adecuada?

- *Densidad.*
- *Espaciamiento.*
- *Variabilidad temporal y espacial.*





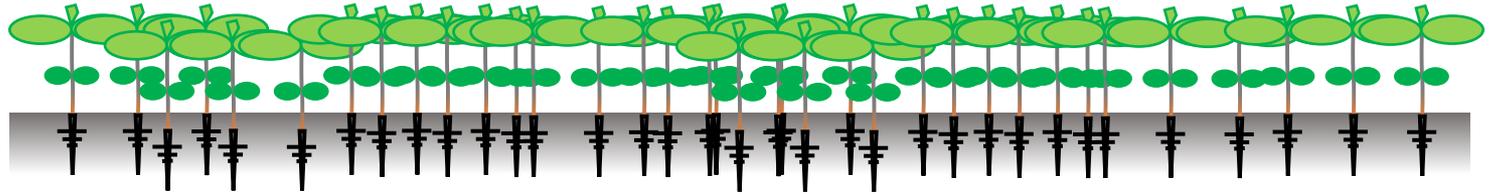
# 4. ¿Cuáles son las claves de una implantación adecuada?

- *Densidad.*
- *Espaciamiento.*
- *Variabilidad temporal y espacial.*

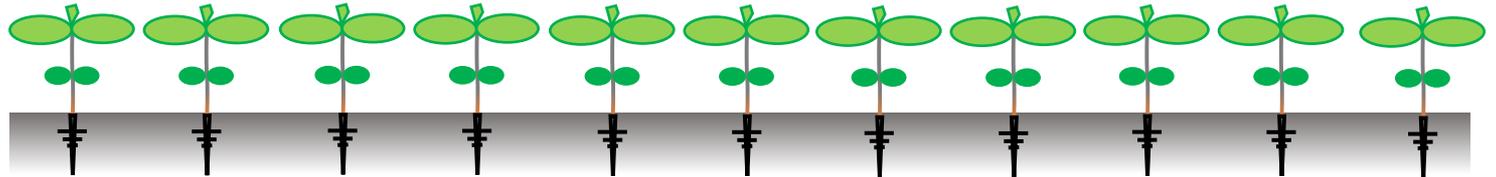


# Desuniformidad de implantación

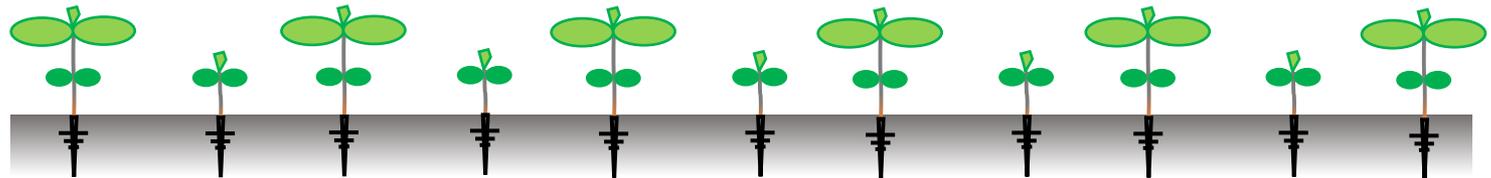
Siembra inicial  
alta densidad



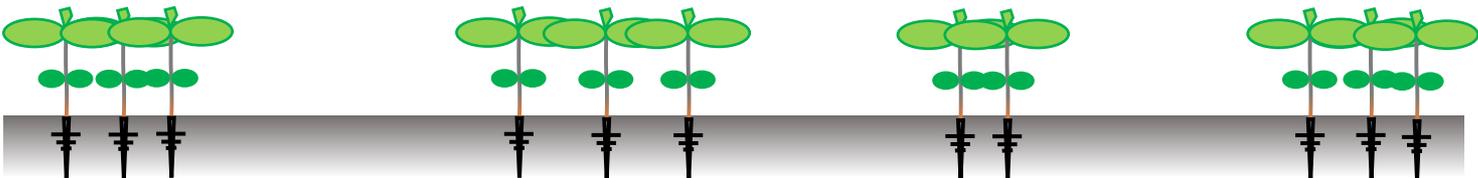
Espacial OK  
Temporal OK



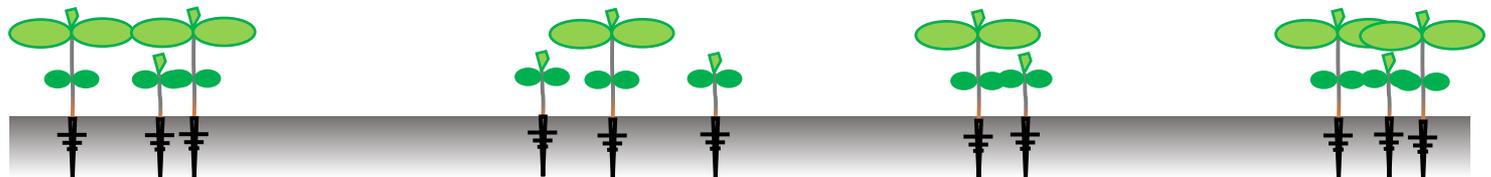
Espacial OK  
Temporal MALA



Espacial MALA  
Temporal OK



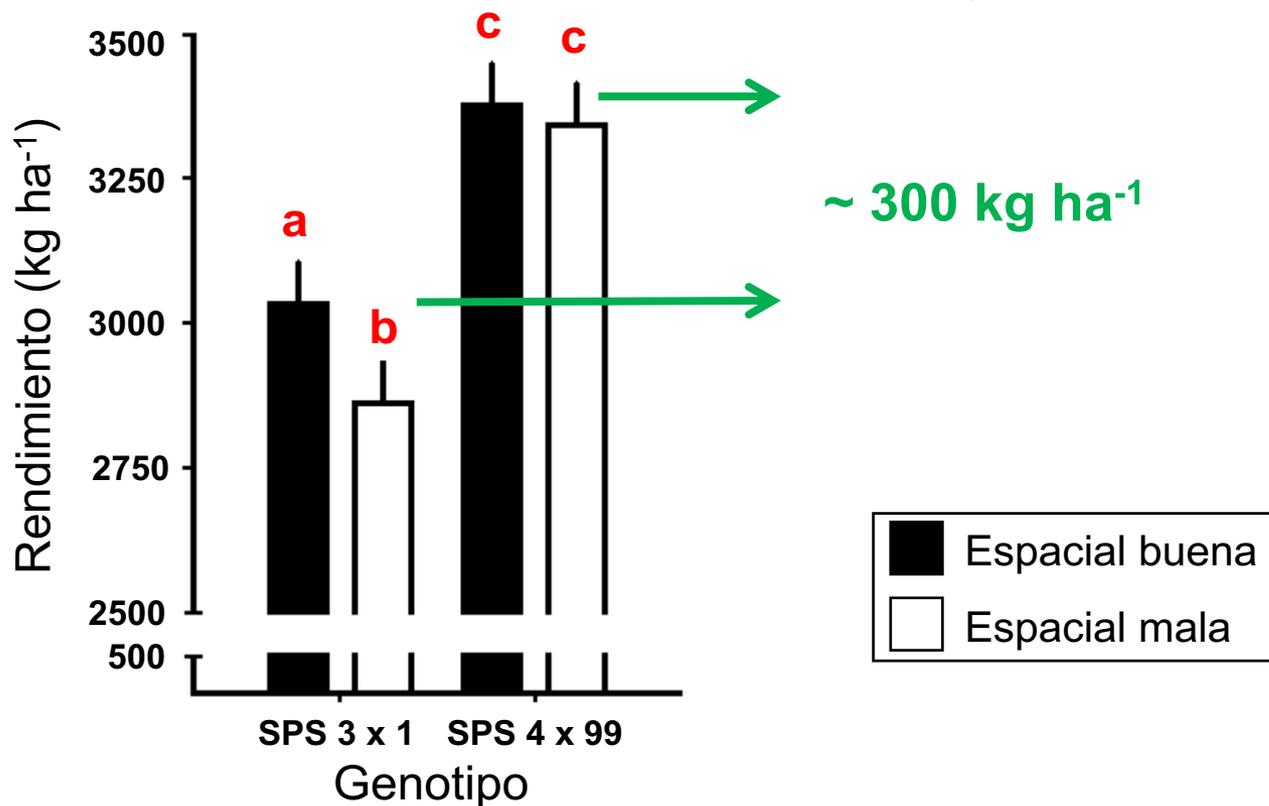
Espacial MALA  
Temporal MALA



# Desuniformidad de implantación

Rendimiento → **Cultivar x Espacial**

(Masino et al., 2018)

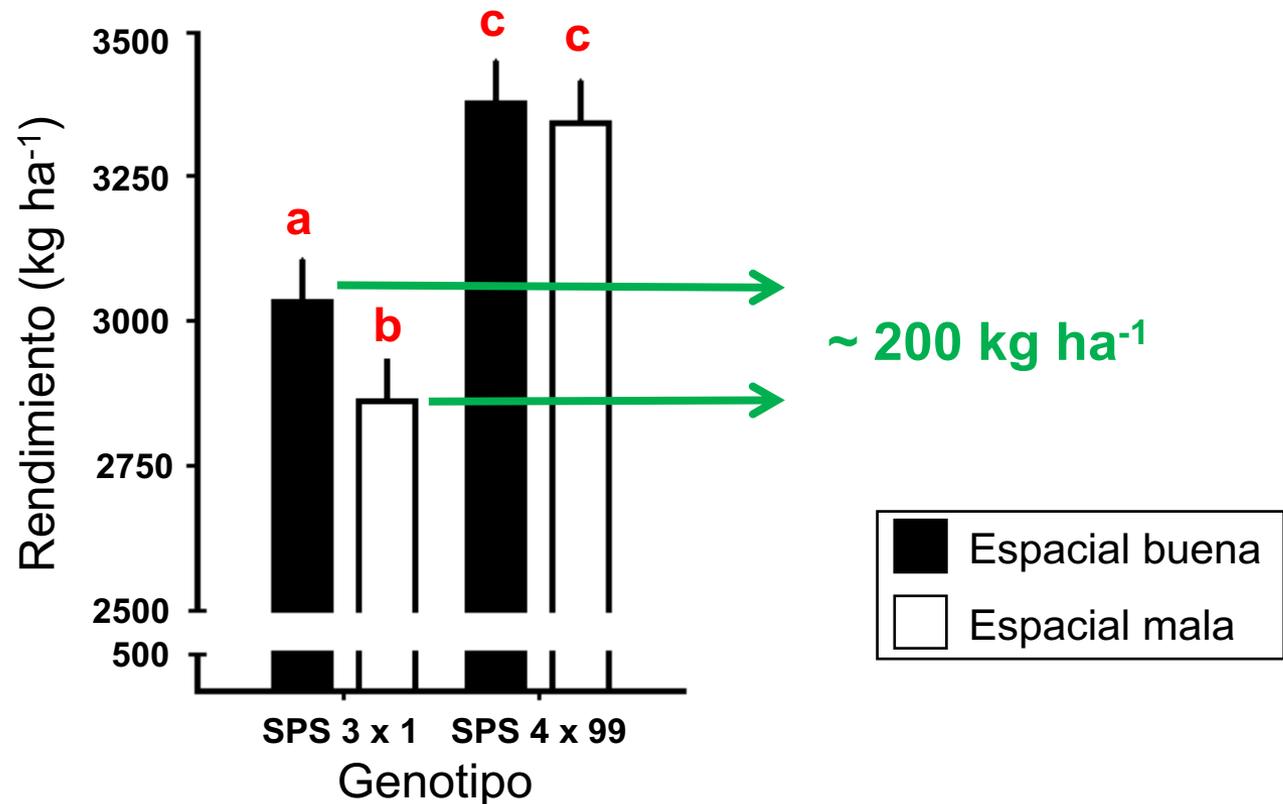


*El GM más largo rindió ~300 kg ha<sup>-1</sup> más a pesar de la variabilidad espacial*

# Desuniformidad de implantación

Rendimiento → **Cultivar x Espacial**

(Masino et al., 2018)



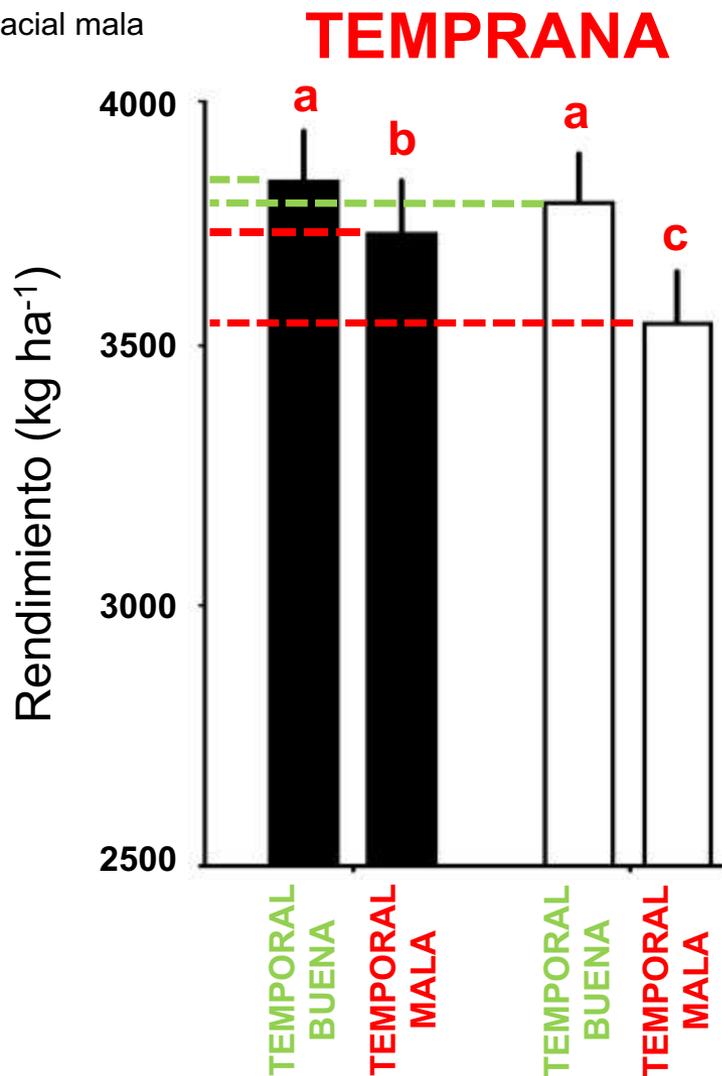
*El GM más largo rindió ~300 kg ha<sup>-1</sup> más a pesar de la variabilidad espacial*

*La susceptibilidad del GM corto a la variabilidad espacial explicó ~200 kg ha<sup>-1</sup>*

# Desuniformidad de implantación

Rendimiento → Fecha x Espacial x Temporal

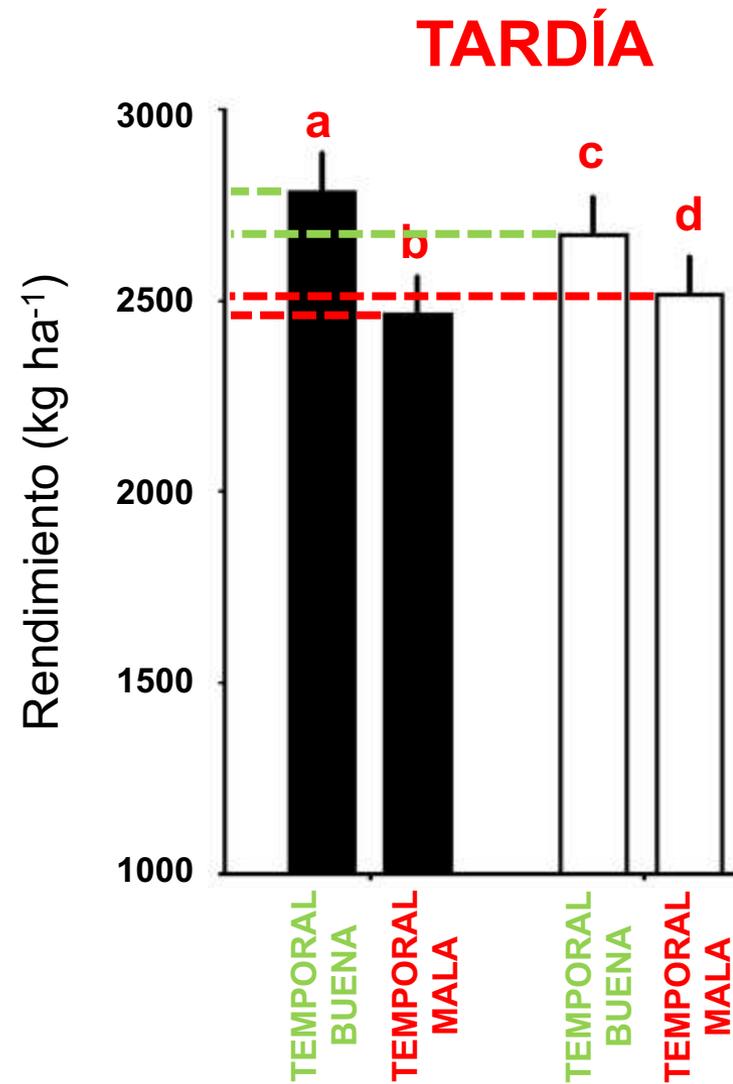
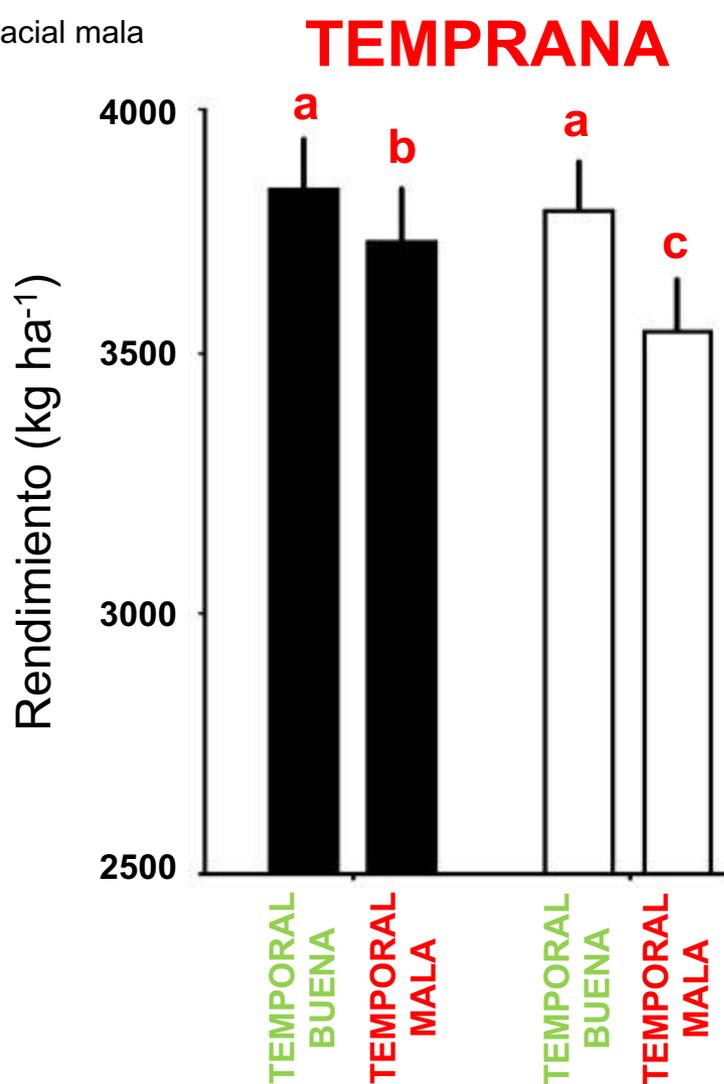
(Masino et al., 2018)



# Desuniformidad de implantación

Rendimiento → Fecha x Espacial x Temporal

(Masino et al., 2018)



# Desuniformidad de implantación

I. El efecto negativo de la desuniformidad espacial fue menos frecuente que el efecto de la desuniformidad temporal.

I.1 Grupos cortos

I.2 Magnitud de 200 kg ha<sup>-1</sup> (~7 %)

II. La desuniformidad temporal redujo el rinde tanto en fechas tardías como tempranas.

II.1 Fue independiente del GM.

II.2 Magnitud entre 5 y 13 % del rinde.



# MUCHAS GRACIAS!!



[gabriel.santachiara@unr.edu.ar](mailto:gabriel.santachiara@unr.edu.ar)

[guido.dimauro@unr.edu.ar](mailto:guido.dimauro@unr.edu.ar)

[lborras@unr.edu.ar](mailto:lborras@unr.edu.ar)