



¿Cuál es el impacto del genotipo, del manejo y del ambiente sobre el rendimiento en maíces tardíos?

***Dr. Lucas Borrás
UNR-CONICET***



Dow AgroSciences



Soluciones para un mundo en crecimiento.

Objetivos:

Determinar el impacto del genotipo, del manejo y del ambiente sobre el rendimiento en maíces tardíos.

Estimar el impacto relativo de cada variable en kg. ha⁻¹.

Red AAPRESID Maíz Tardío.



Diseño en bloques
aleatorizados con 2
o 3 repeticiones por
sitio.

Franjas:

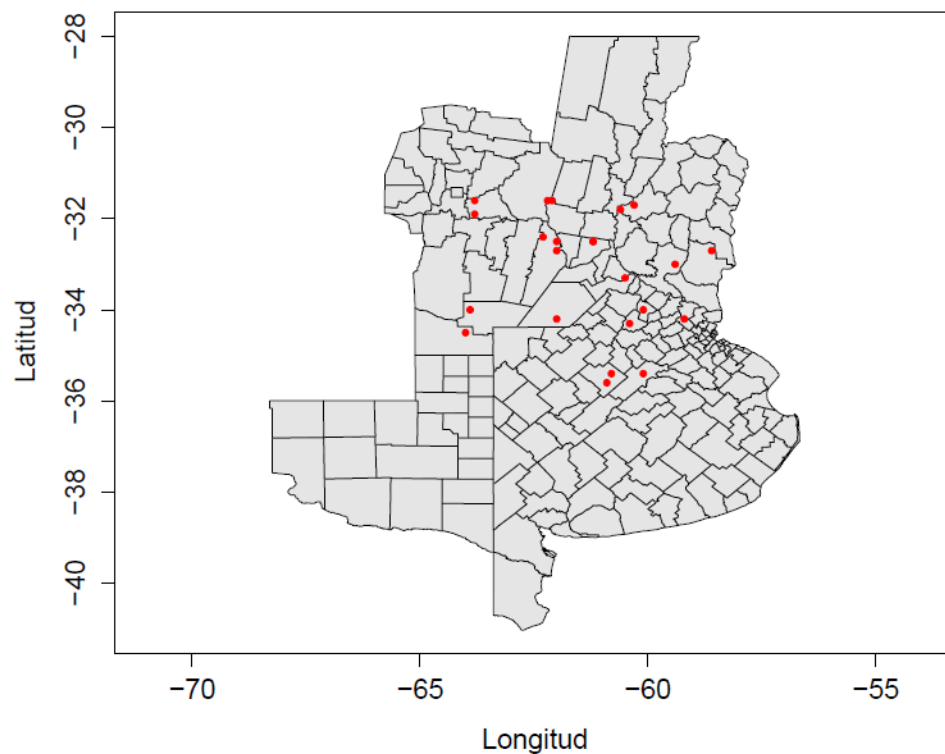
6-8 surcos
200- 240 m

Localidad: C. Seguí. Foto: Nicolás Suiffet.



Sitios evaluados

Año	Sitio	Código	Latitud (decimal)	Longitud (decimal)
2013	Cristophersen	Cr_13	-34.2	-62.0
	Solis	So_13	-34.2	-59.2
	Laborde	La_13	-33.0	-59.4
	9 de Julio	9J_13	-35.6	-60.9
	Bustinza	Bu_13	-32.5	-61.2
	El Fortin	EF_13	-31.6	-62.2
	Rio II	RII_13	-31.9	-63.8
	25 de Mayo	25M_13	-35.4	-60.1
	Urdinarrian	Ur_13	-32.7	-58.6
2014	M.J. Moreno	MJM_14	-32.5	-62.0
	Noetinger	No_14	-32.4	-62.3
	M. Juarez	MJ_14	-32.7	-62.0
	Jovita	Jo_14	-34.5	-64.0
	9 de Julio	9J_14	-35.4	-60.8
	La Picada	LP_14	-31.7	-60.3
	Colonia	Co_14	-31.8	-60.6
	Rio II	RII_14	-31.6	-63.8
	Laboulaye	Lab_14	-34.0	-63.9
	Godoy	Go_14	-33.3	-60.5
	Bustinza	Bu_14	-32.5	-61.2
	El Fortin	EF_14	-31.6	-62.1
	Pergamino	Pe_14	-34.0	-60.1
	Salto	S_14	-34.3	-60.4

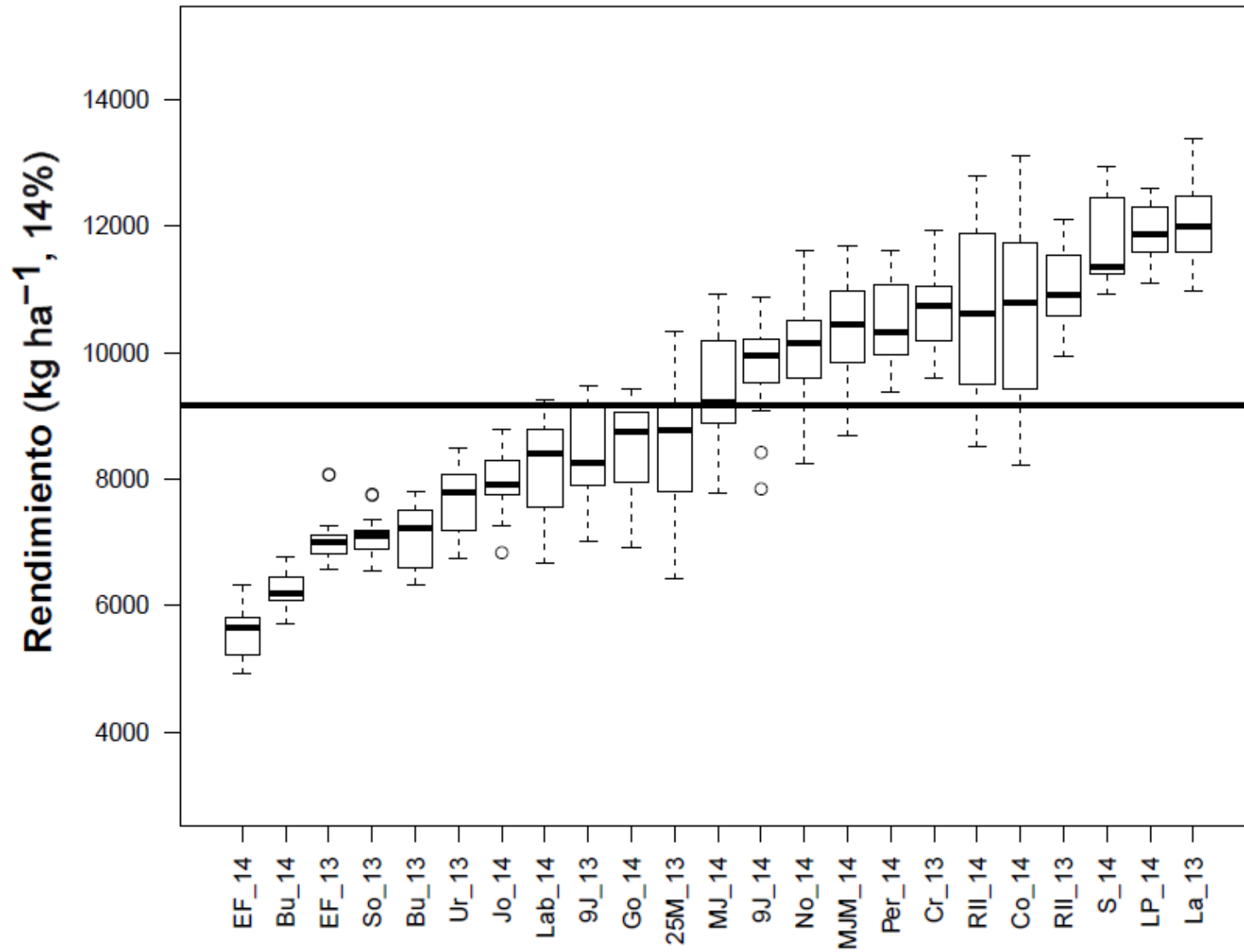


Genotipos evaluados

Genotipo	Semillero	Madurez relativa
ACA_470	ACA	120
ADV_8112	Advanta	122
ARV_2155	Arvales	121
ARV_2194	Arvales	122
DK_7210	Monsanto	122
Dow_505	Dow Agr.	121
Dow_510	Dow Agr.	123
NK_840	Syngenta	121
NK_860	Syngenta	122



Variación en rendimiento entre sitios



Variación en manejo y ambiente

Código	Fecha de siembra	Densidad (pl m ⁻²)	M.O. (%)	N a la siembra (kg ha ⁻¹) ¹	P suelo (ppm)	P fertilizante (kg ha ⁻¹)	Tipo de suelo	Napa ²	Lluvias (mm) ³
Cr_13	01-Dic	6.9	2.74	127	10	0	lls	0	382
So_13	24-Dic	5.9	3.41	127	9	13	lls	0	296
La_13	20-Dic	6.8	2.07	169	19	21	llc	1	450
9J_13	20-Nov	6.3	2.73	78	8.3	17	lll	1	562
Bu_13	30-Dic	6.4	3.82	65	17	11	I	1	392
EF_13	03-Ene	6.3	2.85	81	32	9	Vlws	1	389
Rll_13	24-Dic	6.5	2.11	180	20	9	lllc	0	361
25M_13	20-Dic	6.5	2.01	142	5	18	Vles	1	478
Ur_13	24-Dic	6.2	4.34	123	12	17	lll	0	696
MJM_14	01-Dic	6.5	2.63	266	68	51	lls	0	585
No_14	14-Dic	6.5	2.51	437	47	22	llc	1	497
MJ_14	02-Dic	6.5	2.87	408	62	67	I	1	650
Jo_14	07-Dic	5.5	0.97	163	12	16	llc	1	518
9J_14	06-Dic	6.1	2.60	231	7	24	lllws	0	846
LP_14	15-Dic	6.5	1.73	463	31	30	llep	1	754
Co_14	06-Ene	7.0	2.70	372	42	20	llep	1	566
Rll_14	19-Dic	5.4	2.03	144	22	9	lllc	0	554
Lab_14	17-Dic	6.1	1.52	182	29	16	lllsc	1	663
Go_14	12-Dic	7.6	2.41	211	16	13	lllwe	1	1095
Bu_14	20-Dic	6.0	2.46	141	11.5	14	ll	1	666
EF_14	17-Dic	6.0	2.47	110	34	15	V	1	675
Per_14	16-Dic	6.6	3.50	196	58	36	llep	0	986
S_14	14-Dic	6.8	3.14	182	17	45	I	0	1156

¹ Nitrógeno es expresado en kg ha⁻¹ suelo (0-60 cm) + fertilizante.

² Presencia (1) o ausencia (0) de napa a la siembra (menos de 2 m de profundidad).

³ Lluvias durante el ciclo (de siembra a cosecha).



Modelo para contestar la pregunta

Rendimiento = Efecto G + Efecto A + Efecto GxA



Modelo para contestar la pregunta

$$\text{Rendimiento} = \text{Efecto G} + \text{Efecto A} + \text{Efecto GxA}$$

AMBIENTE:

- *Suelo*
- *Lluvias*
- *AU*
- *Napa...*

MANEJO:

- *Fecha de siembra*
- *Densidad de plantas*
- *Nitrógeno*
- *Fósforo*

- *Respuesta diferencial al MANEJO O AMBIENTE:*

Ejemplo: Gen x Densidad



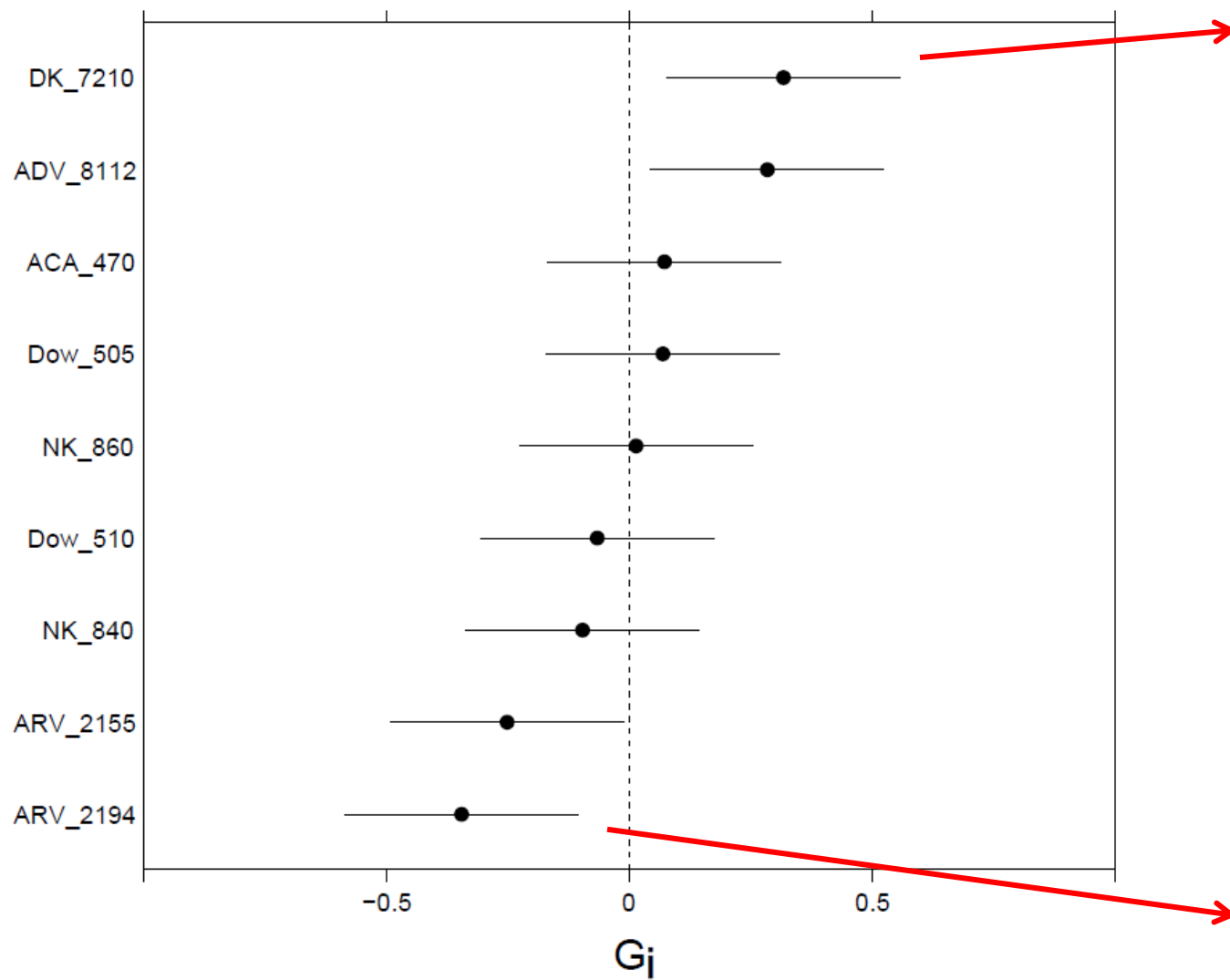
Ventajas del tipo de modelo ajustado a los datos:

- Analizar el conjunto de datos (no perder información).
- 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.



Efecto del Genotipo

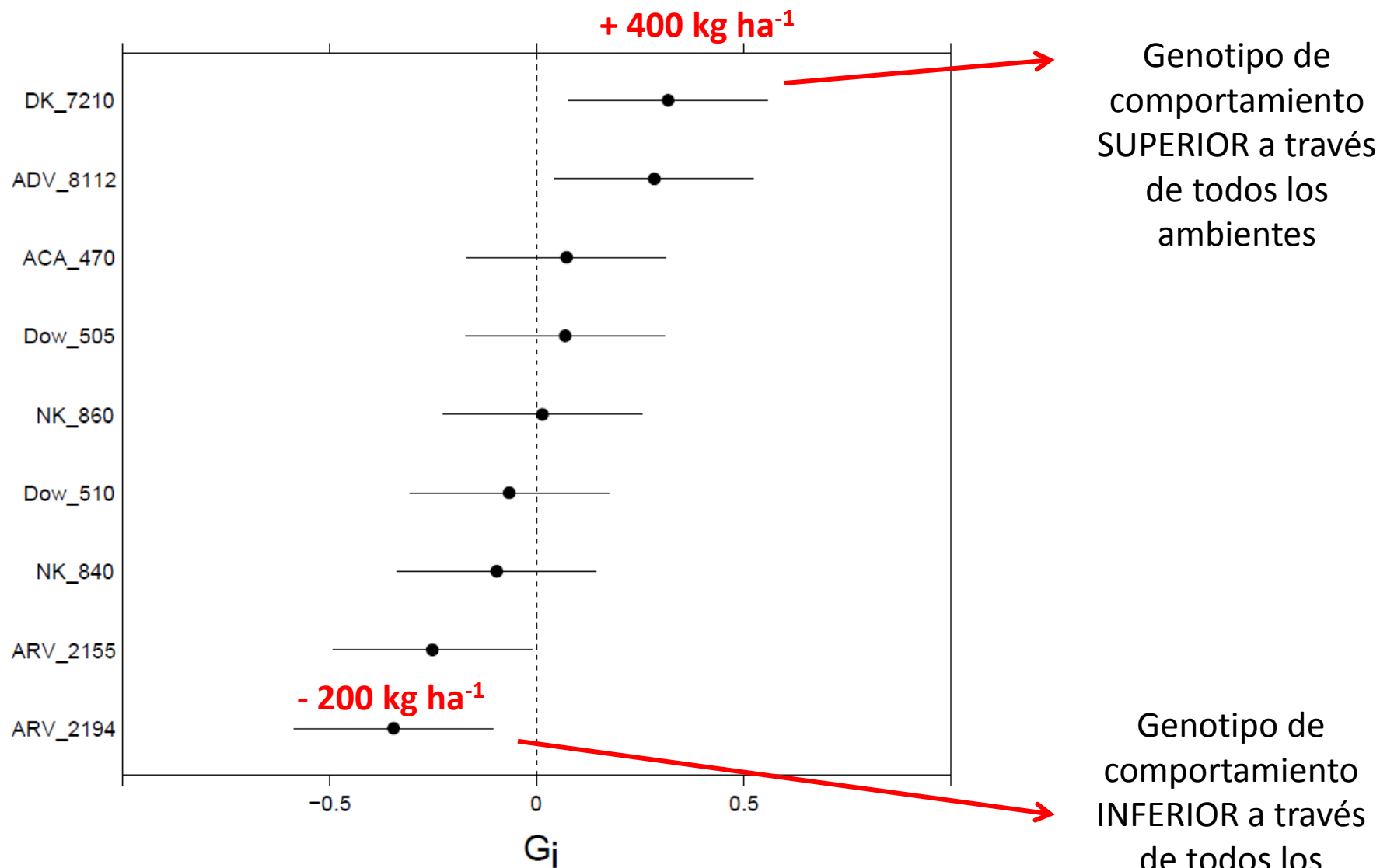




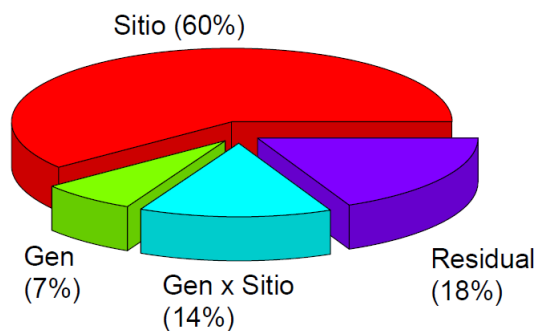
Genotipo de comportamiento SUPERIOR a través de todos los ambientes

Genotipo de comportamiento INFERIOR a través de todos los ambientes

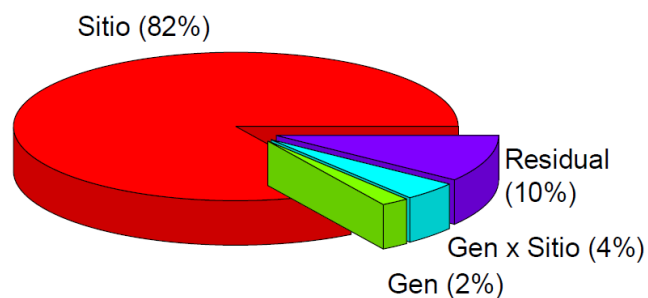




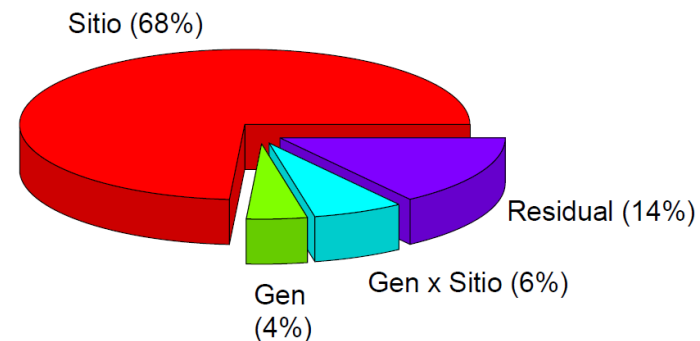
Proporción de la variación en rendimiento asociada a cada componente



Campaña 11-12



Campaña 12-13



Campaña 13-14



Efecto del Manejo o Ambiente



Qué impacto tiene el manejo y el ambiente sobre el rendimiento en maíces tardíos?

Modelo		Manejo				Ambiente							
		Densidad	Fecha de siembra	P suelo	N disponible a la siembra		Clase de suelo	Lluvias	Napa	R ² _m	R ² _c	AIC	ΔAIC
A													



Qué impacto tiene el manejo y el ambiente sobre el rendimiento en maíces tardíos?

Modelo	Manejo					Ambiente						
	Densidad	Fecha de siembra	P suelo	N disponible a la siembra		Clase de suelo	Lluvias	Napa	R ² _m	R ² _c	AIC	ΔAIC
A	X			X				X	0.38	0.91	662	0

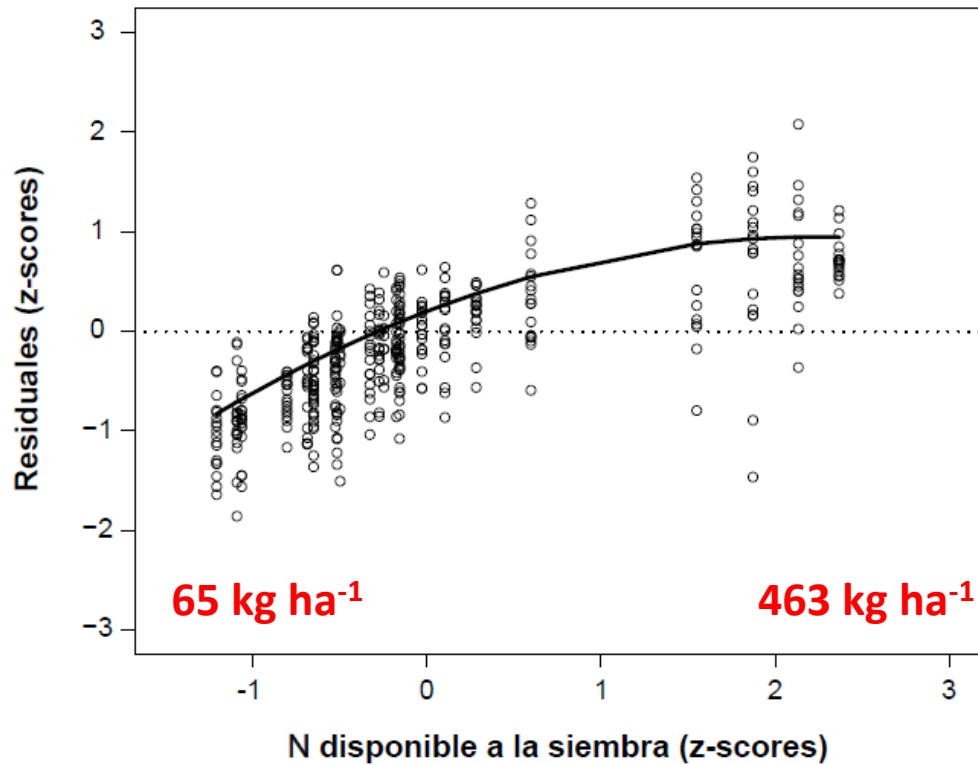


Qué impacto tiene el manejo y el ambiente sobre el rendimiento en maíces tardíos?

Modelo	Manejo					Ambiente						
	Densidad	Fecha de siembra	P suelo	N disponible a la siembra		Clase de suelo	Lluvias	Napa	R ² _m	R ² _c	AIC	ΔAIC
A	X			X				X	0.38	0.91	662	0
B				X				X	0.34	0.91	623	1
C	X	X		X				X	0.37	0.91	624	2
D				X			X	X	0.34	0.91	625	3
E			X	X				X	0.34	0.91	625	3
F		X		X				X	0.34	0.91	625	3
G				X		X		X	0.36	0.91	625	3
H	X		X			X		X	0.36	0.91	625	3
I				X			X		0.29	0.91	626	3
J	X		X	X			X	X	0.37	0.91	626	3
K									-	-	632	10



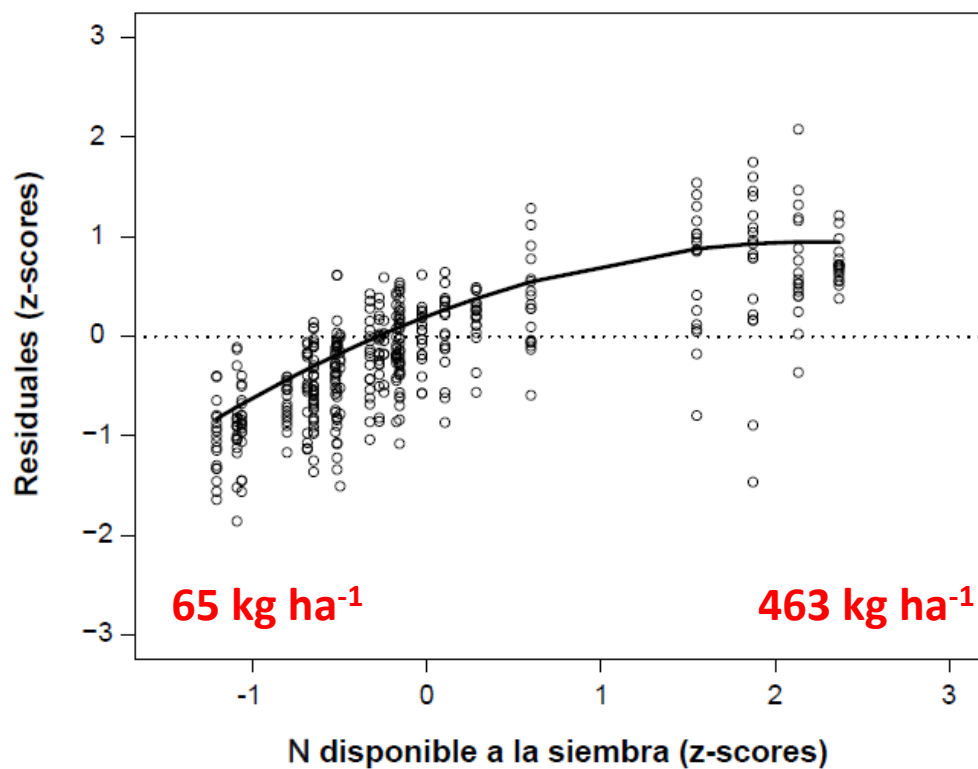
Efecto de la fertilización nitrogenada



Efecto inicial de 22 kg ha⁻¹
por kg N ha⁻¹ disponible a la
siembra.



Efecto de la fertilización nitrogenada

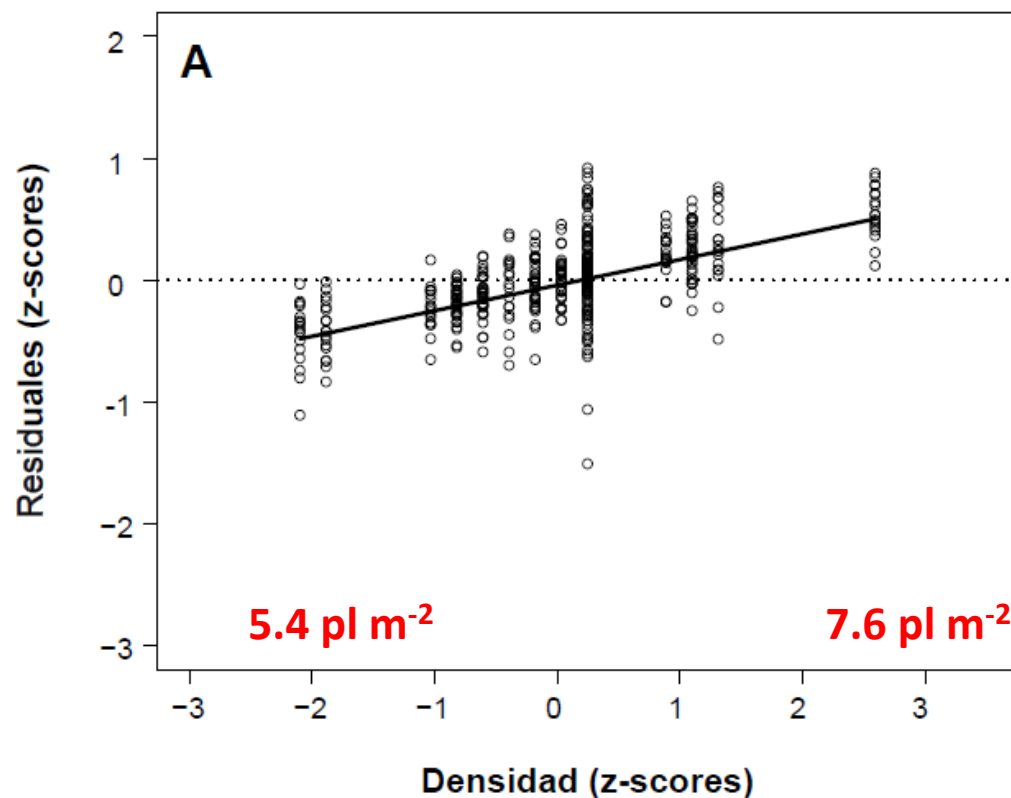


*Umbral de respuesta
de 140 kg N ha⁻¹
suelo + fertilizante.*

Efecto inicial de 22 kg ha⁻¹
por kg N ha⁻¹ disponible a la
siembra.



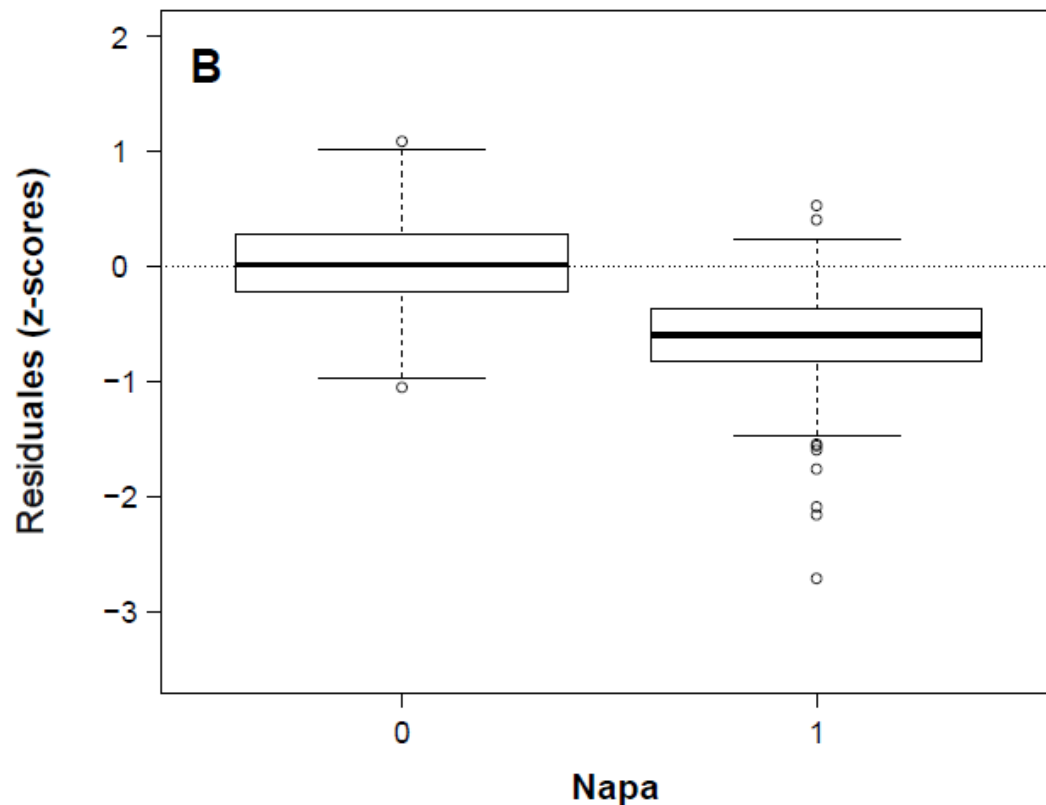
Efecto de la densidad



La densidad tiene un efecto positivo de 1000 kg ha⁻¹ por cada 10000 pl ha⁻¹ en el rango explorado.



Efecto de la napa



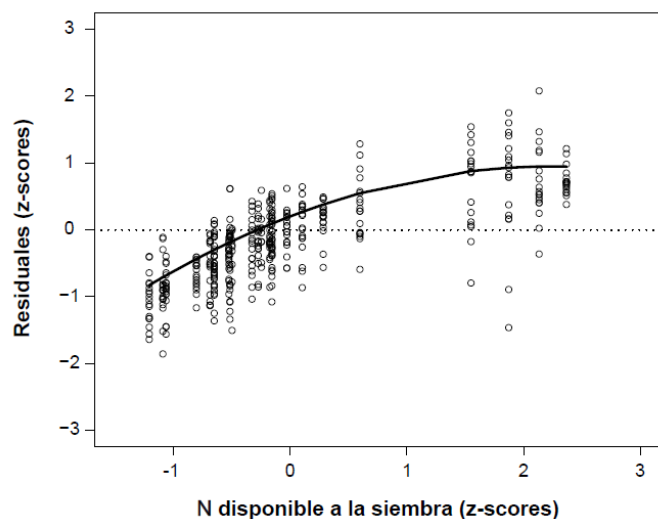
La presencia de napa a la siembra tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento de 1.361 kg ha^{-1}



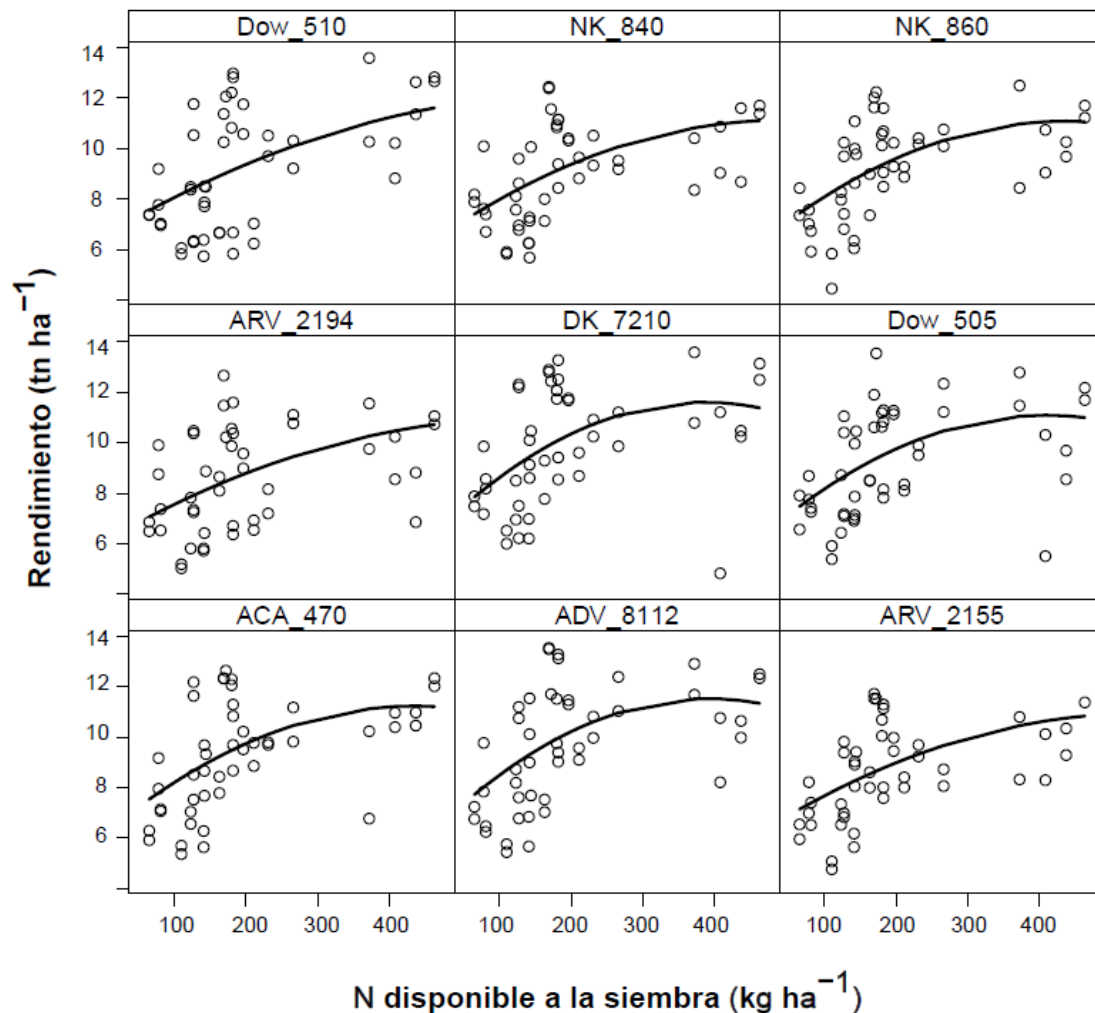
Efecto de la interacción Genotipo x Manejo



Efecto de la fertilización nitrogenada

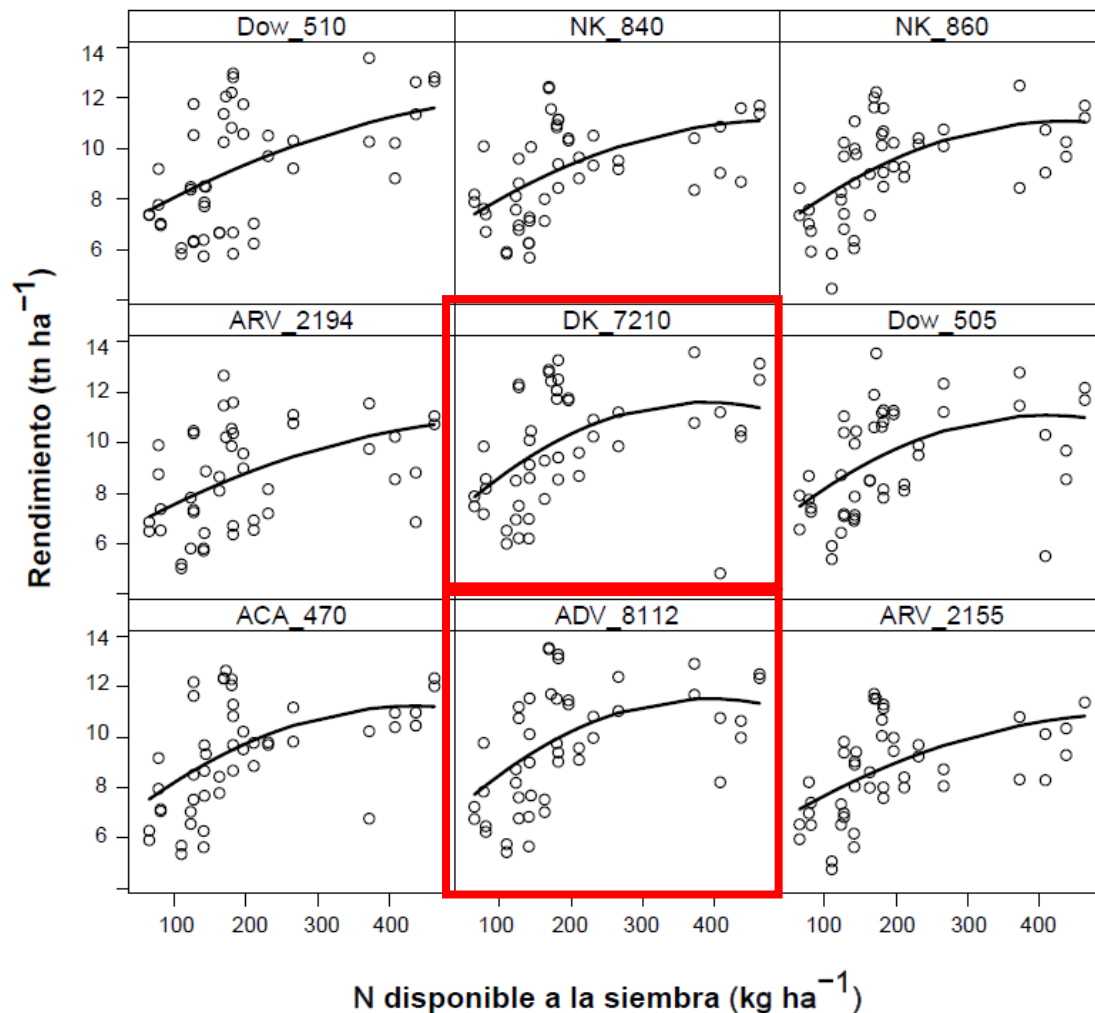


Efecto inicial de 22 kg ha^{-1}
por kg N ha^{-1} disponible a la
siembra.



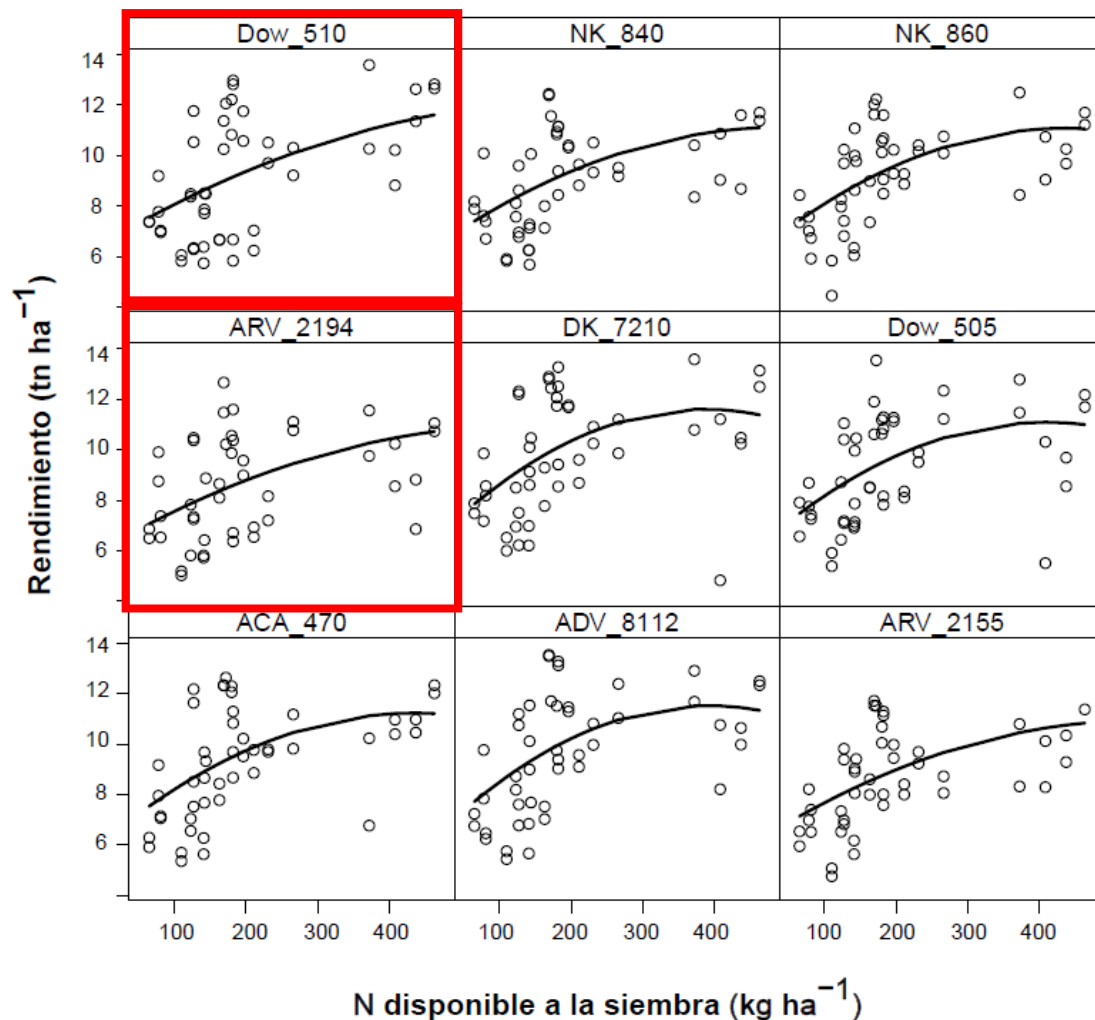
Efecto de la fertilización nitrogenada

Hay genotipos que responden más a la fertilización con N (DK_7210, ADV_8112) con 28 kg ha^{-1} por kg N ha^{-1} .



Efecto de la fertilización nitrogenada

Hay genotipos que responden menos a la fertilización con N (ARV_2194, Dow_510) con 16 kg ha^{-1} por kg N ha^{-1} .



Resultados del análisis conjunto de la red de maíz tardío:

1. La elección del genotipo, el manejo del N y de la densidad fueron las variables de manejo más relevantes para maximizar el rendimiento.



Resultados del análisis conjunto de la red de maíz tardío:

1. La elección del genotipo, el manejo del N y de la densidad fueron las variables de manejo más relevantes para maximizar el rendimiento.
2. El tipo de suelo y las precipitaciones durante el ciclo tuvieron poca influencia sobre el rendimiento.
3. El efecto negativo de la napa demuestra que el agua podría estar en exceso en siembras tardías.



Resultados del análisis conjunto de la red de maíz tardío:

1. La elección del genotipo, el manejo del N y de la densidad fueron las variables de manejo más relevantes para maximizar el rendimiento.
2. El tipo de suelo y las precipitaciones durante el ciclo tuvieron poca influencia sobre el rendimiento.
3. El efecto negativo de la napa demuestra que el agua podría estar en exceso en siembras tardías.
4. El N y el genotipo tienen que manejarse en conjunto, ya que los genotipos responden distinto al N disponible.
5. Existen herramientas estadísticas avanzadas para analizar bases de datos multiambientales y contestar preguntas específicas de interés.





Exploring genotype, management, and environmental variables influencing grain yield of late-sown maize in central Argentina



Brenda L. Gambin^{a,d,*}, Tomás Coyos^b, Guido Di Mauro^b, Lucas Borrás^{a,d}, Lucas A. Garibaldi^{c,d}

^a Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental Villafraña S/N, 201252NA, Zárate, Santa Fe, Argentina

^b AAPROSA, Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, Durango 1633, CP 2000, Rosario, Santa Fe, Argentina

^c Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD), Sede Andino, Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Mitre 630, CP 3900 San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

^d Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 April 2015

Received in revised form 18 March 2016

Accepted 23 March 2016

Available online xxxx

Keywords:

Zea mays L.

Grain yield

Mixed-effects models

Genotype × management interaction

ABSTRACT

Maize is one of the most important crops worldwide. The analysis of the influences of genotype, management, and environmental variables on grain yield has important consequences for guiding farmer's decisions. Argentina is facing relevant changes in its production system, as farmers are planting later in the growing season. It is unclear, however, which management decisions are critical, and how they interact with contrasting genotypes. Using mixed-effects models we analyzed the influences of different genotypes, management, environmental predictors and relevant two-way interactions between these predictors on grain yield in late-sown maize. On-farm multi-environmental trials were conducted during two years (2013 and 2014), with a total of 9 genotypes tested at 23 different environments in the central region of Argentina. The influence of management variables like planting date, stand density, N availability, and soil P were explored. Similarly, we analyzed the influence of environmentally variables like soil type, rainfall during the crop cycle, and the presence of an influencing water table.

Averaged grain yield varied from 5.55 to 12.078 kg ha⁻¹ among environments. Our best model described the spatial and temporal variation in grain yield ($r^2 = 0.91$). Genotypes varied in their performance across environments and evidenced significant interaction with N availability. Management variables positively influencing yield were, in order of relevance, N availability and stand density. N availability had a positive decelerating effect, with an initial slope of 22 kg ha⁻¹ per additional kg N ha⁻¹. Increasing the stand density had a positive linear effect of 1.001 kg ha⁻¹ per additional increment of 10,000 plants ha⁻¹ (from 54,000 to 76,000 plants ha⁻¹ explored range). Presence of an influencing water table at planting had a negative effect on yield (-1.361 kg ha⁻¹), suggesting that water availability could be in excess in later plantings. We demonstrated that, across a wide variability in soil types and rainfall, maize grain yield can be increased by choosing superior, high response genotypes, increasing stand density and applying optimal N rates. Results have important implications for guiding maize management and highlight that effective decisions require the combination of management options.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Maize is one of the most important crops worldwide (FAO, 2014). Exploring the influence of different genotypes, management, and environmental variables has important consequences in maize production systems. The availability of information in multi-environmental data has increased exponentially in the last years, and exploiting this information is crucial for guiding farmer's decisions and testing hypothesis with regional implications. This is clearly important in the current context and challenge of substantially increasing yields while reducing

at the same time the substantial environmental impacts of agriculture (Foley et al., 2011).

Multi-environmental trials (METs) are widely applied in crop breeding and extension. In METs, a group of genotypes are grown across a number of trials within a specific region during several years to provide information covering performance of genotypes in a particular target population of environments (DeLacy et al., 1996). The term "environment" usually encompasses management variables to that particular location following "best local practice" (in terms of fertilizer, stand density, etc.) and environmental variables that could not be easily modified by farmers (soil type, water available at planting, rainfall, etc.). Given the opportunity of control or not by farmers, unravelling management from environmental variables is not trivial.

* Corresponding author.
E-mail address: lgambin@unr.edu.ar (B.L. Gambin).



Gracias por la atención !!

Consultas: lborras@unr.edu.ar

Mandar un email por el PDF:

Gambín et al. 2016. Exploring genotype, management, and environmental variables influencing grain yield of late-sown maize in central Argentina.
Agricultural Systems 146:11-19.

Seguinos en Facebook:

www.facebook.com/GIMUCE-Grupo-de-Investigaci%C3%B3n-Manejo-y-Utilizaci%C3%B3n-de-Cultivos-Extensivos-678745762195080/?ref=aymt_homepage_panel

