

# 2

## Análisis de Rendimientos de la Red de Macroparcels de Soja

**2a.** Análisis de datos de rendimientos obtenidos de la Red de macroparcels de soja en la campaña 2017/2018

**2b.** Comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt de la Red de macroparcels de soja en el noroeste argentino, durante cinco campañas (2013-2018)

**2c.** Análisis de rendimientos de la Red de soja, según índice ambiental con ajuste lineal

# Comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt de la Red de macroparcelas de soja en el noroeste argentino durante cinco campañas (2013-2018)

Escobar, Marcela\*; José R. Sánchez\*; Fernando Ledesma\*; César H. Gómez\*; Juan P. Nemecc\*; Roberto Gómez\* y Mario R. Devani\*

\*Sección Granos, EEAOC. E-mail: granos@eeaoc.org.ar

## ■ Introducción

Entre los factores que juegan roles fundamentales al momento de determinar el rendimiento del cultivo de granos se puede citar el daño generado por insectos, especialmente por orugas defoliadoras, las cuales acompañan al cultivo en todo su ciclo si las condiciones así lo permiten. Por ello, la búsqueda de características de tolerancia o control de las mismas se hace imperiosa y constantemente. En 1994 en la Universidad de Georgia, EE.UU., a través de herramientas biotecnológicas se produce la primera inserción exitosa en el genoma de la soja de un gen que codifica la producción de cristales de proteínas con propiedades tóxicas para larvas de lepidópteros (Monsanto, 2013). El gen fue aislado de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (de allí la denominación de tecnología Bt). En el año 2012 se autorizó en nuestro país la comercialización de semillas, productos y subproductos de soja con eventos acumulados de resistencia a lepidópteros y tolerancia a herbicidas.

La presencia de orugas durante las etapas de desarrollo del cultivo de la soja en la región del noroeste argentino (NOA) es frecuente y elevada. Por este motivo la tecnología Bt es de gran utilidad, no solo para realizar un control más eficiente sino además para disminuir la aplicación de agroquímicos. Asimismo, es de interés para el sector productivo continuar evaluando si los nuevos cultivares IPRO presentan rendimientos superiores con respecto a las variedades de tecnología convencional a lo largo de diferentes campañas. El objetivo del presente trabajo fue comparar resultados de rendimientos entre la nueva tecnología resistente a larvas de algunos lepidópteros con respecto a las variedades RR1, tanto de esta campaña (2017/2018) como de las cuatro anteriores, a partir de datos de la Red de Macroparcelas del NOA.

## ■ Metodología y Resultados

A partir de datos de rendimientos obtenidos de la Red de evaluación de variedades de soja del NOA, en

la que se incorporaron materiales con tecnología Bt por quinto año consecutivo, se realizaron comparaciones de rendimientos con variedades RR1 en la campaña actual y entre las cinco últimas campañas (Escobar *et al.*, 2017). En el último año agrícola (2017/2018) se evaluaron 39 variedades de soja en 11 localidades del NOA, de las cuales 24 (68%) contaron con tecnología Bt.

En una primera instancia se realizó un análisis de la varianza (AnaVa) tomando todos los valores de rendimiento (321 parcelas) de la Red, para comparar las medias (LSD 5%) de las variedades RR1 versus las medias de los cultivares RR2Bt, contando con 117 y 204 parcelas respectivamente.

En la Figura 1 se puede observar que para las cinco campañas analizadas, variedades Bt tuvieron rendimientos superiores en todos los casos. Las diferencias se presentaron en el orden del 1% al 5%, siendo significativa estadísticamente solo en la campaña 2014/2015. En lo que respecta a la última campaña, la diferencia fue del 5%.

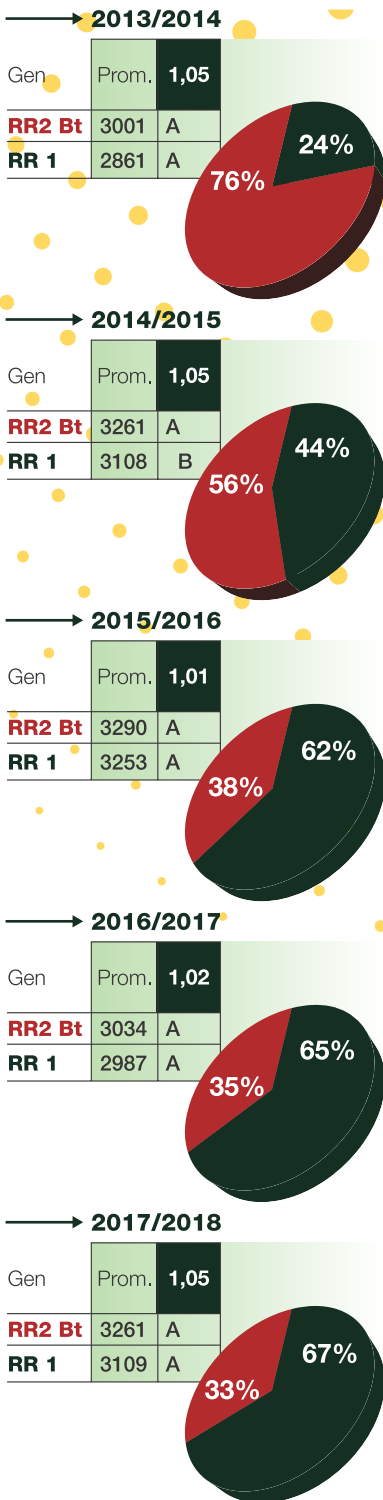


Figura 1. Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt y porcentaje de variedades testeadas según tecnología, en la Red de macroparcelas del NOA en las últimas cinco campañas agrícolas (2013-2018). Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD,  $p>0,05$ ). Prom.: promedio.

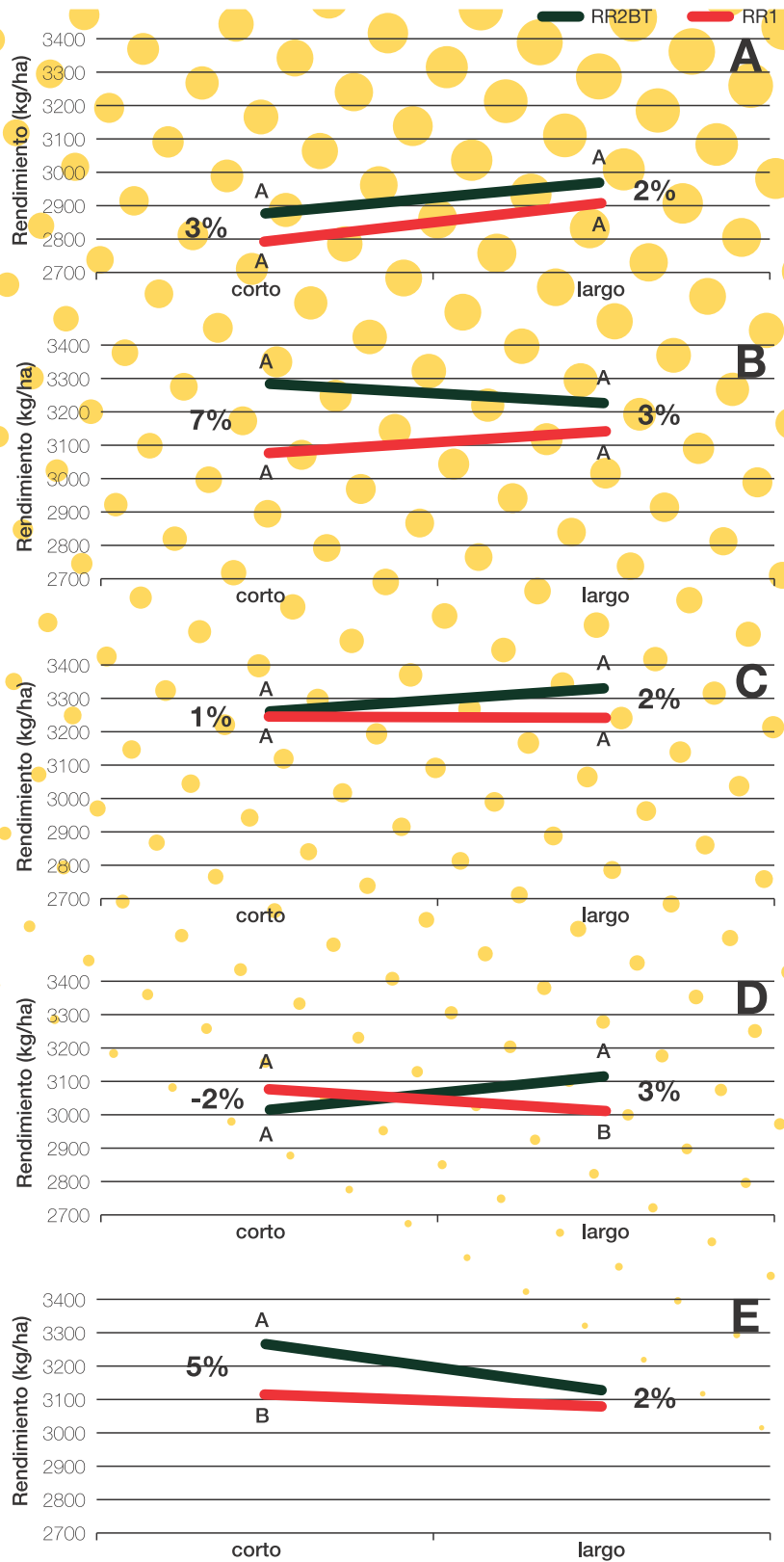
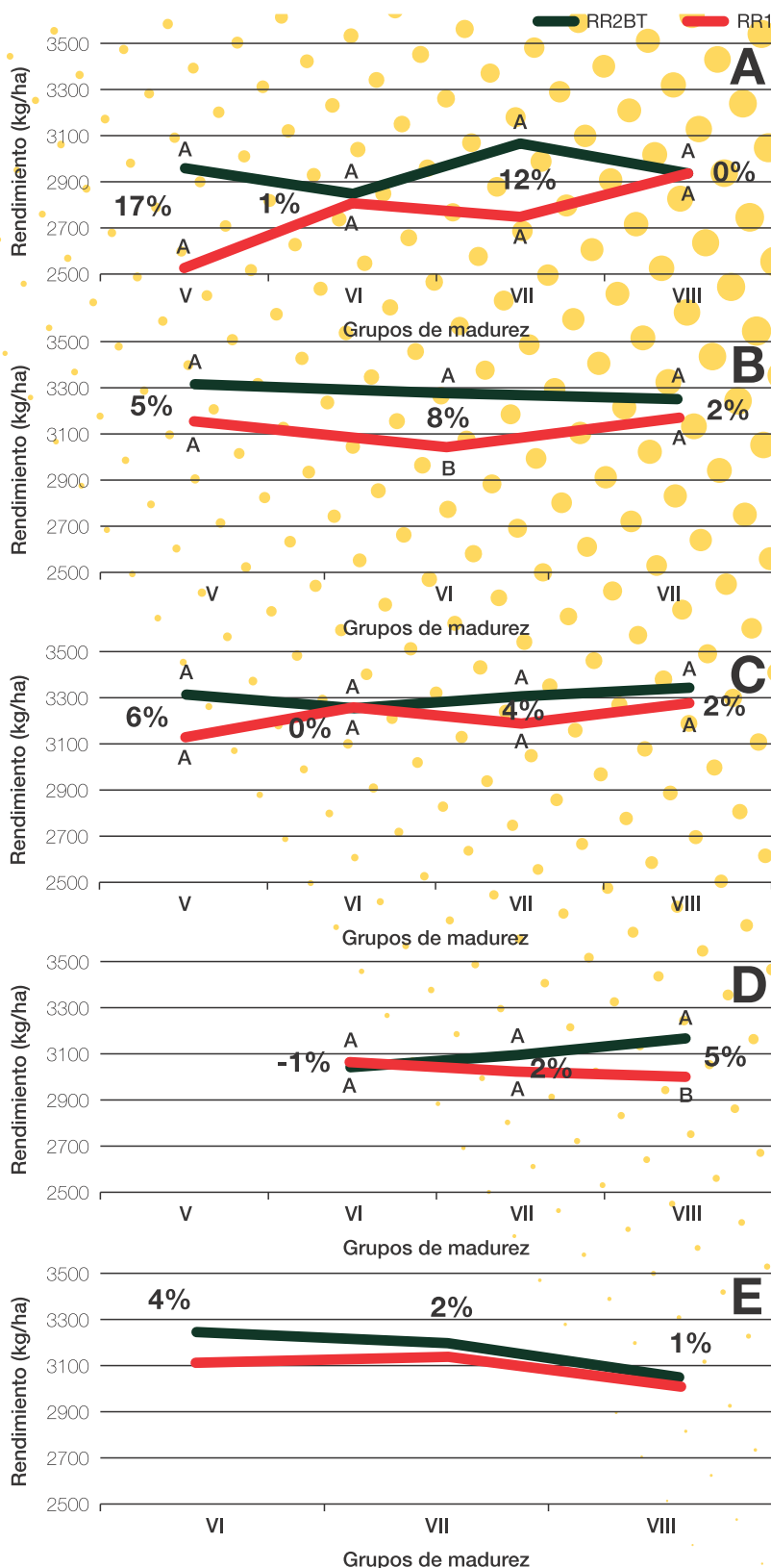


Figura 2. Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt discriminadas por ciclo corto y largo de la Red de macroparcelas del NOA, diferencias porcentuales de rendimientos y significancia estadística. a) campaña 2013/2014, b) campaña 2014/2015, c) campaña 2015/2016, d) campaña 2016/2017 y e) campaña 2017/2018. Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD,  $p>0,05$ ).

Luego se separaron las variedades, según su ciclo de madurez (GM), en cortas (GM V y VI) y largas (GM VII y VIII), y se realizó un análisis de la varianza en cada ciclo, diferenciando entre aquellas con presencia del gen RR1 o RR2Bt. De esta manera se observa que los cultivares Bt obtuvieron mayores promedios de rendimiento en todos los casos, salvo uno (Figura 2). Sin embargo, el análisis solo arroja diferencias significativas en 3 de los 10 casos: en las campañas 2014/2015, 2017/2018 (ambas en ciclos cortos) y 2016/2017 (en ciclos largos). Siendo esta última campaña, además, la única en la que cultivares RR1 superaron en promedio a los RR2Bt (en el caso de ciclo corto), aunque sin presentar significancia estadística.

Analizando los datos en más detalle, discriminando los materiales en los cuatro grupos de madurez (V, VI, VII y VIII) (Figura 3), se puede apreciar que la tendencia a favor de las Bt se mantiene, observándose en algunos casos diferencias estadísticas más amplias. La máxima diferencia porcentual con significancia estadística a lo largo de las cinco campañas fue de 17% (en el GM V de la campaña 2013/2014), encontrándose también valores del 8%, 6% (en el GM VI) y 5% (en el GM VIII). En el análisis anterior (discriminado por ciclo) se mencionó que variedades RR1 de GM corto tuvieron rendimientos superiores a las Bt; lo que coincide en este análisis, observándose el caso de GM VI de la campaña 2016/2017, por escaso margen (1%).

Además de la incorporación de la proteína que protege al cultivo del ataque de ciertos lepidópteros, la última tecnología es también



**Figura 3.** Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt discriminadas por GM de la Red de macroparcelas de soja del NOA, diferencias porcentuales de rendimiento y significancia estadística. Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD, p > 0,05). a) campaña 2013/2014, b) campaña 2014/2015, c) campaña 2015/2016, d) campaña 2016/2017 y e) campaña 2017/2018.

promocionada por sus obtentores por una mayor productividad por unidad de superficie. Para determinar este incremento, se realizó una comparación en la que se seleccionaron aquellas variedades RR1 y RR2Bt, que alcanzaron los mayores rendimientos para cada GM, considerándose el mismo número de materiales en cada caso (Tabla 1).

GM VI son cinco los materiales participantes, y en la mayoría de los casos los RR2Bt superan en rendimiento a los RR1, destacándose DM 60i62 IPRO con un 8% de diferencia en relación a su par mas rendidora (CZ 6505 RR). Esta última superó a tres variedades Bt del mismo grupo (DM 6563 IPRO, SYN 1561 IPRO y HO 6620 IPRO). Para el GM VII se compara el

En lo que a RR1 respecta y para este GM, esta última variedad supera en rendimiento a tres materiales Bt (HO 7510 IPRO, CZ 6806 IPRO y NS 7709 IPRO) seguida de Tarpusqa RR, que supera a dos. Por último, en el GM VIII se analizan tres variedades en cada caso, observándose que la de mayor rendimiento es ACA 7890 IPRO. Sin embargo DM 8473 RR (primera en el grupo de las RR1) supera a dos de las tres RR2Bt evaluadas. La diferencia expresada en porcentaje entre las dos variedades de mayores rindes y de ambas tecnologías es ínfima.

**Tabla 1.** Valores de rendimientos promedios de variedades IPRO y sus valores porcentuales con respecto a la/s variedad/es RR1 de mejor rinde de su grupo de madurez, en la campaña 2017/2018.

GM	Tecnología	Variedad	Prom. Var.	Prom. Tecn.	Relación Porcentual
VI	RR1	CZ 6505 RR	3284	3106	106%
		DM 62r63 RR STS	3200		
		NS 6248 RG	3062		
		RA 652 RR	3010		
		RA 659 RR	2973		
	RR2 Bt	DM 60i62 IPRO	3546	3291	
		DM 63i64 IPRO	3292		
		DM 6563 IPRO	3223		
		SYN 1561 IPRO	3217		
		HO 6620 IPRO	3180		
VII	RR1	RA 750 RR	3298	3148	102%
		Tarpusqa RR	3263		
		NS 7809 RG	3063		
		CZ 7.55 RR	2967		
		DM 67i70 IPRO STS	3390		
	RR2 Bt	HO 7510 IPRO	3286		
		CZ 6806 IPRO	3125		
		NS 7709 IPRO	3095		
		VIII	RR1	DM 8473 RR	
NS 8288 RG	2984				
Biosoja 8.4 RR	2979				
RR2 Bt	ACA 7890 IPRO		3146	3074	
	DM 8277 IPRO STS		3041		
	CZ 7905 IPRO		3034		

GM: grupo de madurez Var.: variedad Prom.: promedio Tecn.: tecnología

En los casos (conjunción de Campaña y GM) donde no se presentan datos, fue debido a la falta de materiales con una u otra tecnología. En el caso del

rendimiento de cuatro variedades pertenecientes a cada tecnología, y en este caso DM 67i70 IPRO apenas supera genotipo RR de mayor rendimiento (RA 750 RR).

Por último, a partir de los resultados obtenidos del análisis anterior, y con los de las últimas cuatro campañas se construye la Tabla 2, en la que se presentan las diferencias porcentuales entre ambas tecnologías para las cinco campañas analizadas. De ello se desprende la Figura 4, en la que se observa en color naranja que en el 18% de los casos, las variedades RR1 superaron o igualaron el rendimiento de las Bt, mientras que estas últimas fueron superiores en el 82% restante. Es importante señalar que si bien este porcentaje es elevado, en el 43% de las veces estas diferencias fueron prácticamente despreciables, adquiriendo valores del 1 al 5%.

### Consideraciones finales

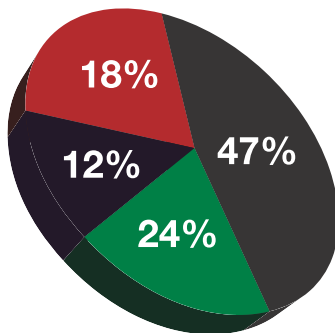
Contemplando los resultados obtenidos a lo largo de cinco campañas agrícolas se infiere:

- Las variedades comerciales RR2Bt (Intacta-IPRO) logran rendimientos superiores a las variedades RR1 (con diferencias estadísticas significativas en situaciones puntuales) en la



**Tabla 2.** Valores de rendimientos promedio de variedades IPRO y sus valores porcentuales con respecto a la/s variedad/es RR1 de mejor rinde de su grupo de madurez en las campañas 2013/2014 – 2017/2018.

		2013/2014		2014/2015		2015/2016		2016/2017		2017/2018
<b>V</b>	<b>RR 1</b>	2522	<b>117%</b>	3162	<b>100%</b>	3142	<b>108%</b>			
	<b>RR2 Bt</b>	2958		3172		3397				
<b>VI</b>	<b>RR 1</b>	3065	<b>97%</b>	3064	<b>107%</b>	3263	<b>102%</b>	3076	<b>104%</b>	3106
	<b>RR2 Bt</b>	2981		3288		3336		3196		3291
<b>VII</b>	<b>RR 1</b>	2786	<b>110%</b>	3156	<b>106%</b>	3425	<b>101%</b>	3053	<b>104%</b>	3148
	<b>RR2 Bt</b>	3069		3335		3461		3180		3224
<b>VIII</b>	<b>RR 1</b>	3138	<b>96%</b>			3300	<b>101%</b>	3094	<b>102%</b>	3033
	<b>RR2 Bt</b>	3019				3332		3156		3074



- RR ≥ Bt
- RR < Bt hasta 5%
- RR < Bt de 6 a 10%
- RR < Bt mas de 10%

**Figura 4.** Relación entre diferencias porcentuales de promedios de rendimientos de variedades RR1 y RR2Bt, durante cinco campañas en el noroeste argentino.

mayoría de los análisis.

- Se dispone de variedades RR1 con un alto potencial genético que permiten obtener rendimientos similares e incluso superiores a las Intactas.

- Es de fundamental importancia para el cuidado de la tecnología Bt continuar utilizando un porcentaje del campo con materiales RR1.

(principalmente pensando en refugios). Asimismo, que los semilleros sigan ofreciendo al productor la tecnología convencional.

- El generalizado uso de variedades IPRO fundamentalmente obedece a una facilidad en el manejo agronómico de lotes comerciales de soja.

### Bibliografía citada

**Aragón, Jorge. 2003.** Avances en el desarrollo de soja con resistencia a insectos. En "Soja: Actualización 2003". Información para extensión nº 81. INTA Marcos Juárez.

**Escobar, M.; J. R. Sánchez; F.**

**Ledesma; H. Gómez ; J. P. Nemeç; R. C. Gómez y M. R. Devani. 2017.** Comparación de rendimiento entre variedades de soja RR1 y RR2Bt, en el noroeste argentino, durante cuatro campañas (2013 -2017). Publicación Especial EEAOC 53, pp.79-83.

**Monsanto, 2013.** [En línea] Disponible en: <http://www.monsanto.com/global/ar/nuestros-compromisos/pages/avances-en-biotecnologia-agricola.aspx>. Boletín "Asuntos Científicos de Monsanto Latinoamérica Sur". Marzo de 2013. Consultado: 23 de junio de 2017.