



# B2

## SOJA

# Comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt de la Red de macroparcels de soja en el Noroeste Argentino, durante siete campañas (2013-2020)

Escobar, Marcela\*; José R. Sánchez\*; Fernando Ledesma\*; César H. Gómez\*; Juan P. Nemece\*; Franco Scalora\*; Darío Ramos\*; Lourdes Rojas Vasquez, y Mario R. Devani\*

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

## ■ Introducción

Numerosos factores pueden influenciar el rendimiento del cultivo de la soja y resulta fundamental estudiarlos y determinar la magnitud de su incidencia, considerando la importancia de estos en la economía nacional, así como la necesidad de asegurar la continuidad de su producción, industrialización y comercialización en un marco de sustentabilidad.

El daño generado por orugas defoliadoras, dentro de las plagas insectiles, es uno de los factores clave que repercute en el rendimiento del cultivo. Si las condiciones lo permiten, ellas están presentes en todo su ciclo y por ello la búsqueda de características de tolerancia o resistencia a las mismas ha sido constante. En 1994, la Universidad de Georgia, EE.UU., a través de herramientas biotecnológicas produjo la primera inserción exitosa de un gen que codifica la producción de proteínas con propiedades tóxicas para determinadas larvas de Lepidópteros en el genoma de la soja (Monsanto, 2013). Dicho gen fue aislado de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (de allí la denominación de tecnología Bt). En 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.

En nuestra región, debido a la elevada incidencia de orugas durante las etapas de desarrollo del cultivo, esta tecnología resulta de gran utilidad, ya que permite, por un lado, realizar un control más eficiente

de aquellas; y por otro, disminuir la aplicación de agroquímicos.

En base a lo mencionado anteriormente, resulta interesante para el sector productivo continuar evaluando los cultivares IPRO presentes en el mercado y determinar si muestran rendimientos superiores con respecto a las variedades de tecnología convencional a lo largo de diferentes campañas.

La finalidad de este análisis es comparar los resultados de rendimientos obtenidos de la Red de macroparcels del noroeste argentino (NOA) entre los genotipos de soja con tecnología Intacta y las variedades RR1, en siete campañas agrícolas (2013/2014 a 2019/2020).

## ■ 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 séptimo año consecutivo, se realizaron comparaciones de rendimientos de las últimas campañas (Sánchez *et al.*, 2014; 2015; 2016; Escobar *et al.*, 2017; 2018; 2019) con respecto a las RR1. En la última campaña (2019/2020) se evaluaron 31 variedades de soja en 12 localidades del NOA, de las cuales 21 (68%) contaron con tecnología Bt.

En una primera instancia se realizó un análisis de la varianza (AnaVa) tomando todos los valores de rendimiento (313 parcelas) de la Red de la campaña

B2

2019/2020, para comparar las medias (DGC 5%) de las variedades RR1 versus las medias de los cultivares RR2Bt, contando con 106 y 207 parcelas, respectivamente.

En las siete campañas analizadas (Figura 1), se puede observar que las variedades con tecnología Bt tuvieron rendimientos superiores respecto a las RR1 en todos los casos. Las diferencias se presentaron en el orden del 1% al 5%, siendo significativas estadísticamente solo en la campaña 2014/2015. En lo que respecta a la última campaña, la diferencia fue del 4%.

Luego se discriminaron 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 comparándolas entre aquellas con presencia del gen RR1 y RR2Bt. De esta manera, se observa que los cultivares RR2Bt obtuvieron mayores rendimientos promedio en todos los casos, excepto uno (Figura 2). Sin embargo, el análisis estadístico solo arroja diferencias significativas en cuatro de los 14 casos: en las campañas 2014/2015 y 2017/2018 en ciclos cortos, y en las campañas 2016/2017 y 2018/2019 en ciclos largos, siendo la campaña 2016/2017 la única en la que cultivares RR1 superaron en

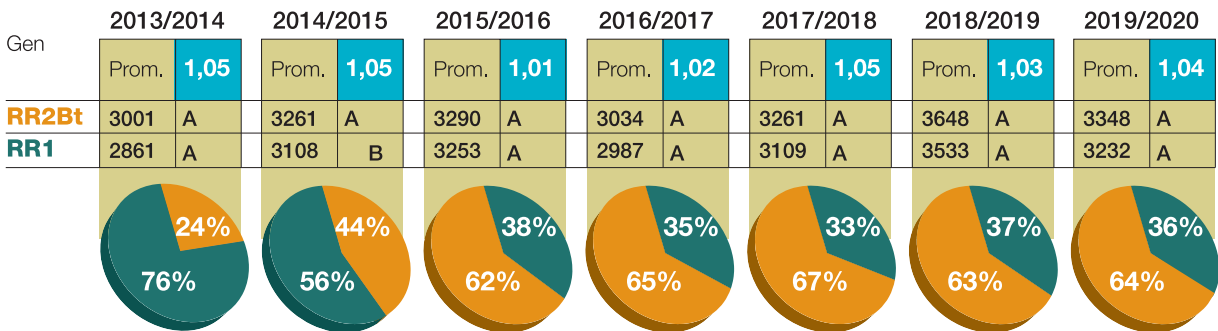


Figura 1. Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt y porcentaje de variedades testeadas según tecnología (verde: RR1; naranja: IPRO), en la Red de Macroparcelas del NOA en las últimas siete campañas agrícolas (2013-2020). Letras distintas indican diferencias significativas (test DGC,  $p > 0,05$ ). Prom.: promedio.

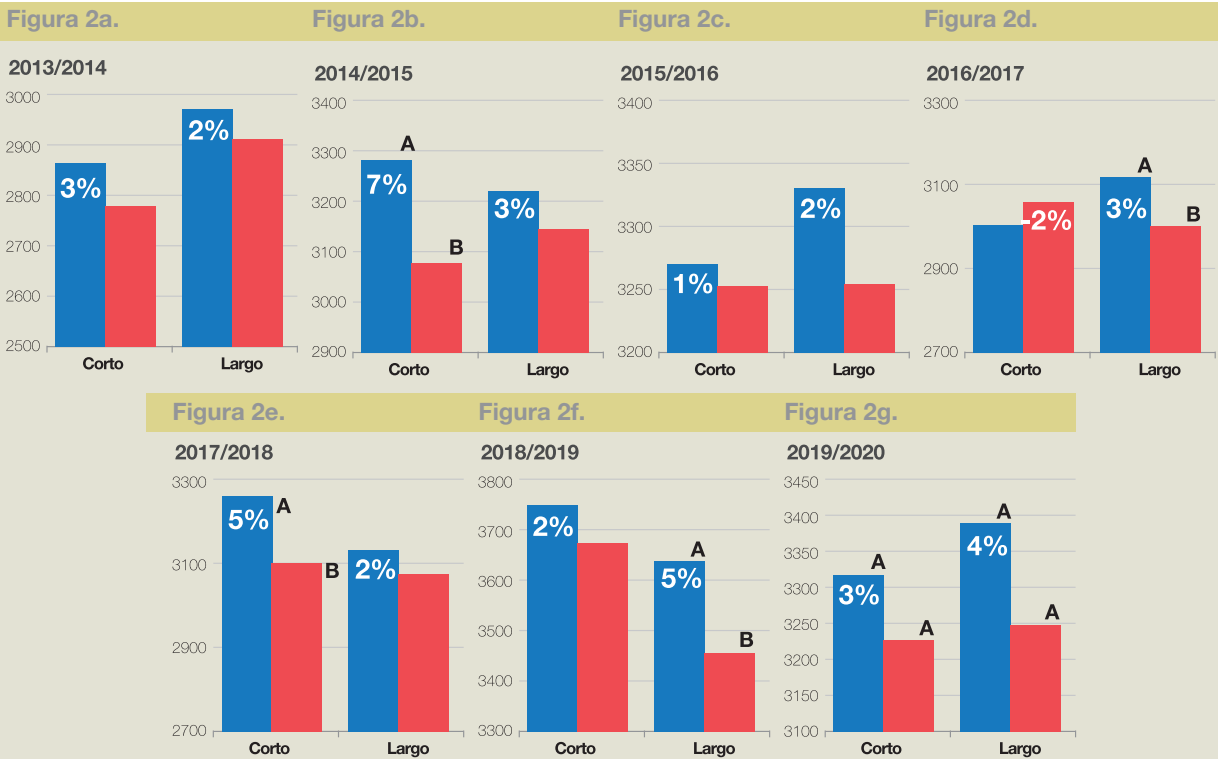


Figura 2. Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt discriminadas por ciclo corto y largo de la Red de Macroparcelas del NOA, diferencias porcentuales de rendimientos y significancia estadística. a) campaña 2013/2014, b) campaña 2014/2015, c) campaña 2015/2016, d) campaña 2016/2017, e) campaña 2017/2018, f) campaña 2018/2019 y g) campaña 2019/2020. Letras distintas indican diferencias significativas (test DGC,  $p > 0,05$ ).

Campaña 2019/2020

promedio a los RR2Bt (en el caso de ciclo corto) sin presentar significancia estadística.

Al analizar los datos separando 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 RR2Bt se mantiene, observándose en algunos casos diferencias estadísticas más amplias. La máxima diferencia porcentual con significancia estadística a lo largo de las seis campañas fue de 17%, en el GM V de la campaña 2013/2014 a favor del RR2Bt. En este GM, además, siempre rindió más el promedio de las variedades Intacta, con tres campañas donde las diferencias fueron significativas. El GM VI presenta en general rindes promedio similares entre ambas tecnologías a lo largo de los años, sin diferencias estadísticas, salvo en la campaña 2014/2015, con una diferencia del 8% a favor de las variedades

IPRO. En cuanto al GM VII, se observa que en todos los casos las variedades Intacta lograron mayores rendimientos promedio, con diferencias que van desde 1% hasta 12%. Igual tendencia presentan los promedios del GM VIII, pero con menores valores entre ambas tecnologías evaluadas (de 0% a 6%).

La tecnología RR2Bt es también promocionada por sus creadores por brindar una mayor productividad por unidad de superficie. Para determinar este incremento se realizó, con los datos de la Red de la campaña 2019/2020, 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). En el caso del GM VII, donde no se presentan datos, fue debido a la falta de materiales con una u otra tecnología.

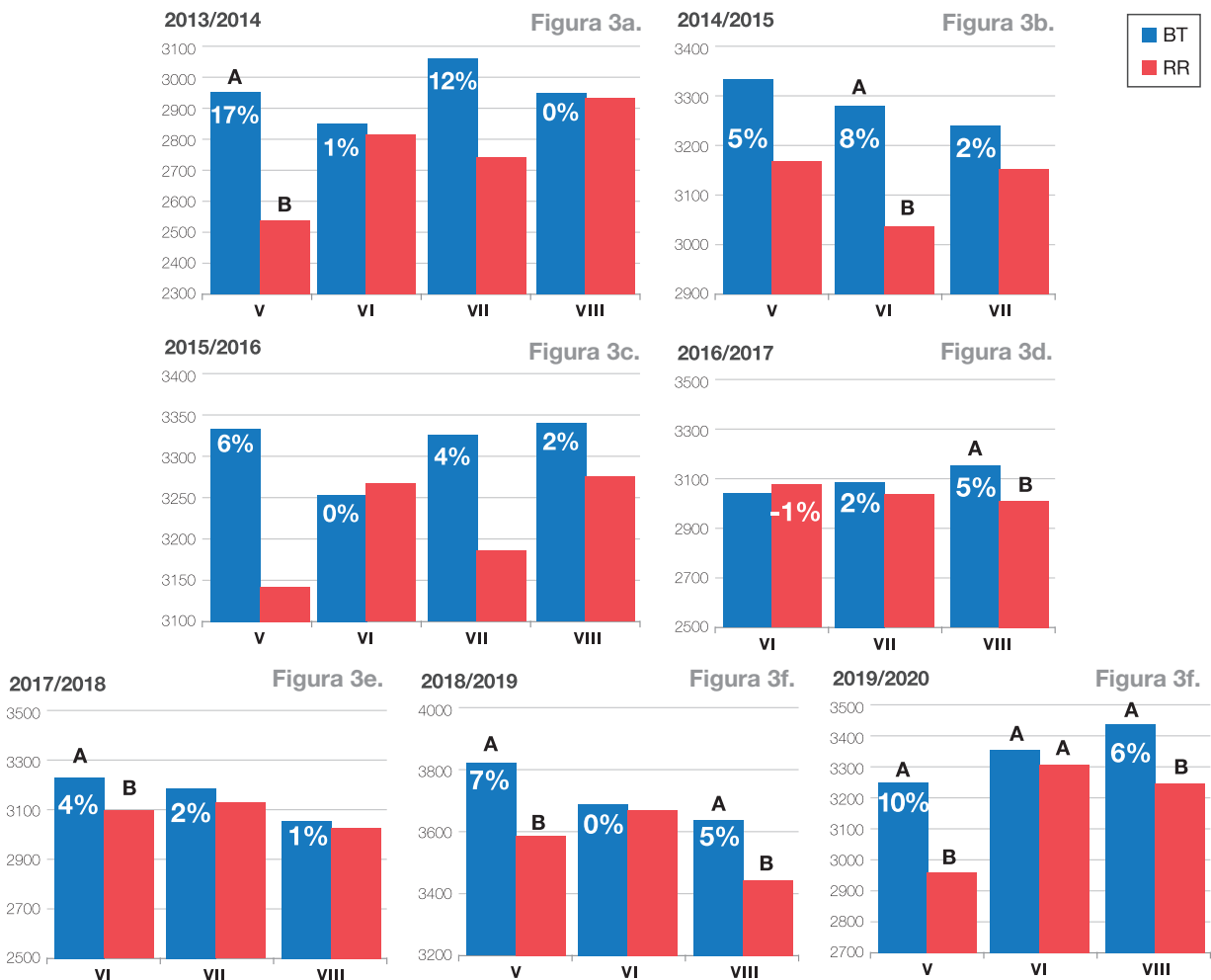


Figura 3. Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt discriminadas por GM de la Red de Macroparcelas de soja del NOA, diferencias porcentuales de rendimiento y significancia estadística. Letras distintas indican diferencias significativas (test DGC,  $p > 0,05$ ). a) campaña 2013/2014, b) campaña 2014/2015, c) campaña 2015/2016, d) campaña 2016/2017, e) campaña 2017/2018, f) campaña 2018/2019 y g) campaña 2019/2020.

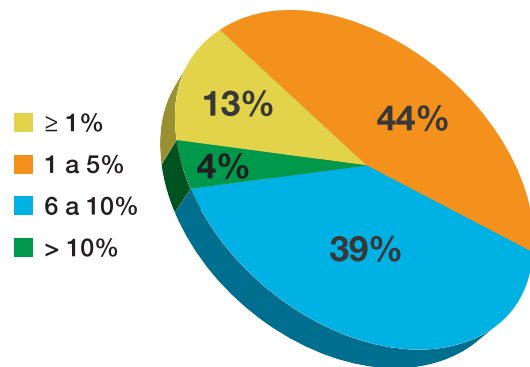
**Tabla 1.** Valores de rendimientos promedio de variedades IPRO y sus valores porcentuales con respecto a la/s variedad/es RR1 de mejor rinde de su grupo de madurez, en la campaña 2019/2020.

GM	Tecnología	Variedad	Promedio Variedad	Promedio Tecnología
V	RR1	RA 569 RR	2970	2957
		ACA 5785 GRTS	2944	
	RR2Bt	CZ 5907 IPRO	3417	3290
		RA 5715 IPRO	3163	
VI	RR1	DM 66r69 RR	3520	3309
		CZ 6505 RR	3486	
		DM 62r63 RR	3285	
		RA 655 RR	3281	
		RA 659 RR	3207	
	RR2Bt	CZ 6205 RR	3076	3385
		CZ 6806 IPRO	3538	
		DM 60i62 IPRO	3534	
		SYN 1561 IPRO	3378	
		SYN 6x8 IPRO	3334	
VIII	RR1	Tukuy RR	3405	3313
		NS 8288 RG	3221	
	RR2Bt	ACA 7890 IPRO	3536	3475
		CZ 7905 IPRO	3415	

En el caso del GM V son cuatro los materiales participantes, y la superioridad en rindes de la tecnología RR2Bt es notable (aproximadamente 11%), destacándose CZ 5907 IPRO. Esta última superó a dos variedades RR2Bt del mismo grupo (NS

6538 IPRO y DM 63i64 IPRO). En el GM VII los rindes son similares, con una pequeña diferencia cercana al 2%. Finalmente, en el GM VIII también presentan los mejores valores promedio las variedades Intacta, con una diferencia cercana al 5%.

Por último, a partir de los resultados obtenidos del análisis anterior y con los de las últimas siete campañas se construye la Tabla 2, en la que se presentan las diferencias porcentuales entre ambas tecnologías. De allí se desprende la Figura 4, en la que se observa en color amarillo que en el 13% de los casos las variedades RR1 superaron o igualaron el rendimiento de las RR2Bt, mientras que estas últimas fueron superiores en el 87% restante. Es importante señalar que si bien este porcentaje es elevado, en el 43% de los casos estas diferencias fueron prácticamente despreciables, adquiriendo valores entre el 1% y 5%.



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

**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 – 2019/2020.

GM	Gen	2013/2014		2014/2015		2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019		2019/2020	
		Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR	Rto. Prom	% Bt/RR
V	RR1	2522	117%	3162	100%	3142	108%					3576	109%	2959	110%
	RR2Bt	2958		3172		3397						3912		3244	
VI	RR1	3065	97%	3064	107%	3263	102%	3076	104%	3106	106%	3689	103%	3306	101%
	RR2Bt	2981		3288		3336		3196		3291		3792		3349	
VII	RR1	2786	110%	3156	106%	3425	101%	3053	104%	3148	102%				
	RR2Bt	3069		3335		3461		3180		3224					
VIII	RR1	3138	96%			3300	101%	3094	102%	3033	101%	3445	106%	3248	106%
	RR2Bt	3019				3332		3156		3074		3662		3436	

## Consideraciones finales

Contemplando los resultados obtenidos a lo largo de siete 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 mayoría de los análisis.
- Se dispone de variedades RR1 con un alto potencial genético que permiten obtener

rendimientos similares e incluso superiores a las Intacta.

- Es de fundamental importancia para el cuidado de la tecnología RR2Bt 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 uso generalizado de variedades IPRO obedece principalmente a la facilidad en el manejo agronómico de lotes comerciales de soja.

## Bibliografía citada

**Escobar, M.; J. R. Sánchez; F. Ledesma; H. Gómez; J. P. Neme; 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). Publ. Espec. EEAOC 53: 79-83.

**Escobar, M.; J. R. Sánchez; F. Ledesma; C. H. Gómez; J. P. Neme; R. C. Gómez y M. R. Devani. 2018.** Comparación de rendimiento entre variedades de soja RR1 y RR2Bt, en el Noroeste Argentino, durante cinco campañas (2013 -2018). Publ. Espec. EEAOC 54: 49-53.

**Escobar, M.; J. R. Sánchez; F. Ledesma; C. H. Gómez; J. P.**

**Neme; D. E. Ramos, G. Álvarez y M. R. Devani. 2019.** Comparación de rendimiento entre variedades de soja RR1 y RR2Bt de la Red de macroparcels de soja en el Noroeste Argentino, durante seis campañas (2013 -2019). Publ. Espec. EEAOC 60: 55-59.

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

**Sánchez, J. R., M. R. Devani, F. Ledesma, E. Mulet, J. P. Neme. 2014.** Estudios preliminares de

comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt, en el noroeste argentino, campaña 2013/2014 (101-108). Public Esp 50.

**Sánchez, J. R., M. R. Devani, F. Ledesma, E. Mulet, J. P. Neme. 2015.** Estudios preliminares de comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt, en el noroeste argentino, campaña 2014/2015 (85-90). Public Esp 51.

**Sánchez, J. R., F. Ledesma, E. Mulet, J. P. Neme, M. Escobar y M. R. Devani. 2016.** Estudios preliminares de comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt, en el noroeste argentino, campaña 2014/2015 (68-72). Public Esp 52.

 **BASF**

We create chemistry