

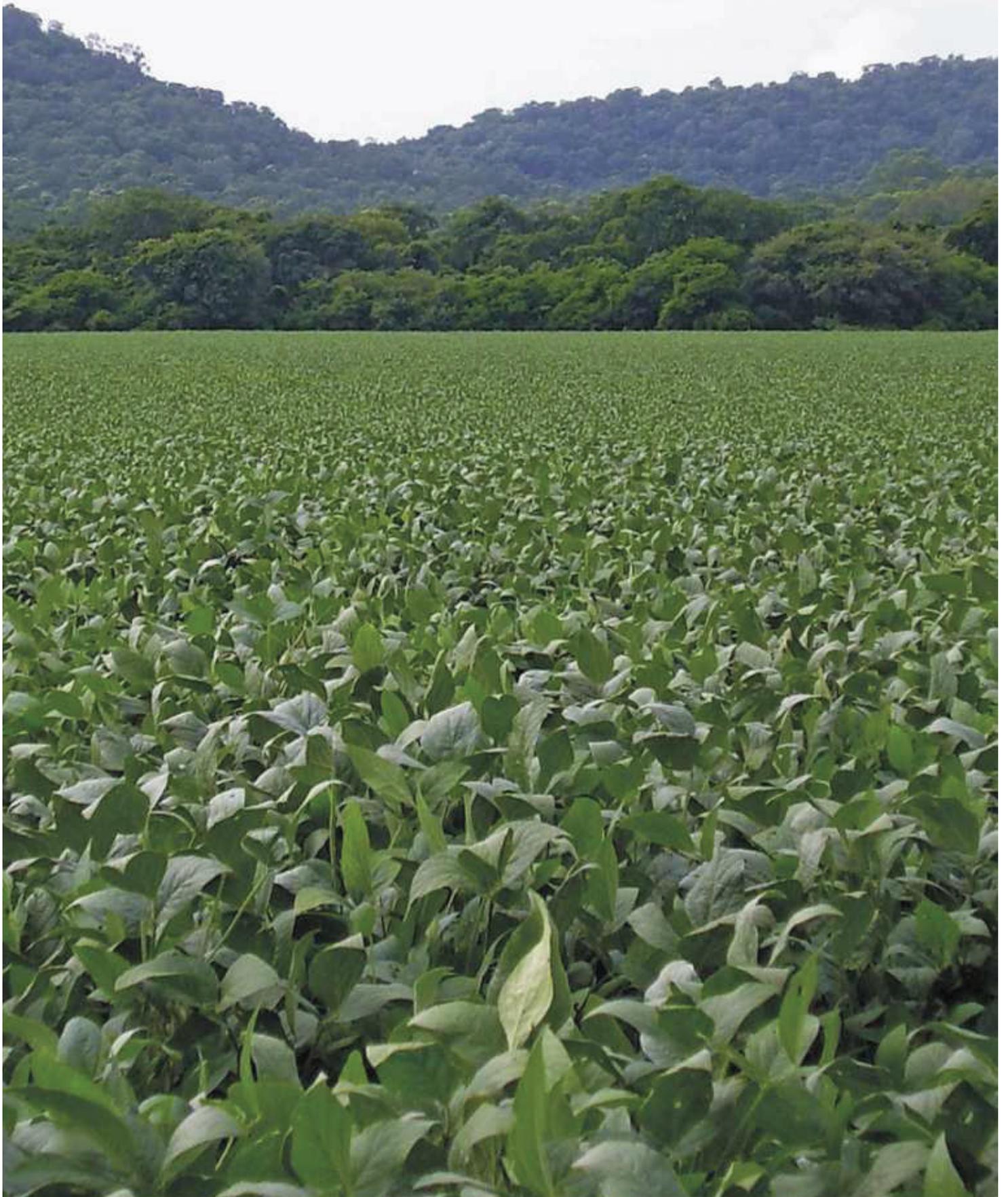
07

CAPÍTULO

**ESTUDIOS PRELIMINARES
DE COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO
ENTRE VARIEDADES RR1 Y RR2Bt,
EN EL NOROESTE ARGENTINO
CAMPAÑA 2013/2014**



Sección: **MANEJO AGRONÓMICO**





ESTUDIOS PRELIMINARES DE COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO ENTRE VARIEDADES RR1 Y RR2Bt, EN EL NOROESTE ARGENTINO CAMPAÑA 2013/2014

José R. Sánchez* -- Mario R. Devani* -- Fernando Ledesma* -- Emanuel Mulet* -- Juan P. Nemeç*

El daño producido por insectos en el cultivo de la soja es uno de los de mayor influencia en el rendimiento final de esta oleaginosa. Entre los insectos que atacan al cultivo, las larvas defoliadoras tienen el mayor impacto, pues pueden afectarlo a lo largo de todo el ciclo de la planta. Por ello, la búsqueda de factores de tolerancia o de control sobre estas plagas es constante en diferentes cultivos, como en el de la papa, del algodón y del maíz. Este último cultivo ya cuenta, desde hace varios años en la Argentina, con híbridos transgénicos que controlan el ataque o daño provocado por las larvas del orden *Lepidoptera*, desde sus primeros estadios de desarrollo. Se utilizaron, en este caso, herramientas biotecnológicas para insertar, en el genoma de la planta, un gen de origen bacteriano que otorga resistencia a estas larvas. Este se denomina Cry, proviene de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (de allí su denominación de tecnología Bt) y produce cristales de proteína con propiedades tóxicas para las larvas de Lepidópteros (Monsanto, 2013).

En 1994 en la Universidad de Georgia, EE.UU., se produjo la primera inserción exitosa de un gen Cry en soja, lo que inició una serie de resultados similares en ese país y en China, a partir de trabajos de investigación desarrollados tanto por instituciones públicas como por empresas privadas. En la Argentina, la evaluación de la eficacia de líneas avanzadas experimentales de soja Bt (en Marcos Juárez y en Oliveros) comenzó en 1997, en paralelo con la evaluación por parte de las agencias regulatorias del país (en numerosas localidades), en

búsqueda de la aprobación para su comercialización. Los estudios y ensayos experimentales sobre la eficiencia de las líneas experimentales de soja Bt han brindado resultados preliminares alentadores para el control de las principales orugas en nuestro país (Aragón, 2003). En agosto de 2012, la Argentina aprobó la comercialización de soja con tecnología denominada RR2Bt (también llamadas Intacta o IPRO), la cual presenta además una modificación sobre su antecesora (RR1) en cuanto a la resistencia al herbicida glifosato (Monsanto, 2013). La empresa Monsanto Argentina indica que este nuevo evento fue obtenido utilizando métodos más modernos de transformación de plantas y selección de eventos, lo que trae aparejado ventajas en el rendimiento con respecto a las variedades RR1.

La región del Noroeste Argentino (NOA) presenta una alta presión de orugas de Lepidópteros. Por este motivo, contar con una herramienta tecnológica que facilite el manejo del cultivo en el aspecto fitosanitario resulta de gran importancia. Además, si las nuevas variedades presentan incrementos de rindes, estas pasan a convertirse en una alternativa importante para mejorar la rentabilidad. Es por ello que es menester confirmar los datos de los ensayos de eficacia, tanto a nivel de daño como a nivel de potencial de rendimiento. El presente trabajo tiene como objetivo comparar los resultados de rendimientos de la nueva tecnología resistente a larvas de Lepidópteros con los de las variedades RR1.

METODOLOGÍA

Los datos de rendimientos de la Red de Evaluación de Variedades de Soja del NOA, en su primera campaña utilizando tecnología Bt, permiten una aproximación a la comparación entre los rendimientos de las variedades con esta tecnología y los de las variedades RR1. La Red contó con 31 variedades, 10 de las cuales contaban con la tecnología RR2Bt, mientras que las restantes eran variedades RR1. Todas ellas fueron evaluadas en 10 localidades de zonas representativas del área sojera del NOA. Además, se realizó un análisis semejante con los datos de los Ensayos Comparativos de Rendimiento de la Sección Granos de la EEAOC, los cuales se ubicaron en tres puntos del área sojera de Tucumán. Estos se realizaron en microparcelas con tres repeticiones, con un conjunto de variedades similar al utilizado en la Red en la presente campaña.

SOJA RR2Bt EN MACROPARCELAS DEL NOA

Una primera aproximación se realizó a través de un análisis de la varianza (ANAVA) tomando todos los valores de rendimiento (251 entradas) de la Red, comparando las medias (LSD 5%) de las variedades RR1 (sin gen Bt) versus las medias de los cultivares RR2Bt (con tecnología Bt); se contó con 190 y 61 entradas, respectivamente. Las variedades RR2Bt lograron una media de 3001 kg/ha, mientras que la media de las RR1 fue de 2861 kg/ha. Estos 140 kg de diferencia, que representan aproximadamente un 5%, no marcaron significancia estadística según el ANAVA.

El siguiente ejercicio consistió en separar las variedades, según su grupo de madurez (GM), en cortas (GM V y VI) y en largas (GM VII y VIII), para realizar dentro de cada conjunto el ANAVA entre aquellas con y sin gen Bt. A pesar de que los cultivares RR2Bt obtuvieron los mayores promedios de rendimiento en ambos casos (Figura 1), el análisis no arrojó diferencias significativas en ninguna ocasión. Las distancias entre los valores medios de rendimientos, tanto en los ciclos cortos como en los largos, no fueron mayores al 3%.

Luego, se realizó un ANAVA para cada GM (V, VI, VII y VIII), comparando ambas tecnologías (Figura 2). Se observa que solamente el GM V logró diferencias estadísticas significativas, logrando las variedades RR2Bt una ventaja de 430 kg/ha, lo que equivale a un 17% de aumento en rindes. En cuanto a este GM, se debe remarcar que la cantidad de datos recolectados fue baja en esta ocasión, ya que solo se compararon 11 entradas de cultivares RR1 contra 9 entradas de RR2Bt. En los restantes GM, tanto la comparación de medias del GM VI como las del GM VIII resultó sin significancias estadísticas, ya que tuvieron rendimientos muy similares. A su vez, es necesario destacar que ambos

son los GM con mayor número de entradas (más de 100), lo que respalda aun más la precisión de los resultados del ANAVA. Finalmente, se observa en el gráfico que el GM VII presentó una diferencia de rindes promedio entre ambas tecnologías del orden del 12%, aunque el ANAVA no la señaló como significativa. Nuevamente, al igual que el GM V, la cantidad de datos evaluados fue escasa (17 derivados de RR2Bt y 9 de RR1).

Una última exploración de estos datos de macroparcelas intenta uniformar la cantidad de entradas dentro de cada GM, al comparar las variedades RR2Bt con una igual cantidad de variedades RR1. Como se supone que la tecnología innovadora, en este caso el gen Bt, trae aparejada una mayor productividad por superficie, se eligieron para la comparación a aquellas variedades RR1 de mayores rindes promedio en su GM (Tabla 1). Se observó, entonces, que los GM V y VII mantuvieron la tendencia y que los cultivares RR2Bt lograron mayores promedios de rendimientos y presentaron también diferencias con valores porcentuales (17% y 10%, respectivamente) similares a los del análisis previo. A su vez, nuevamente el ANAVA determinó significancias estadísticas entre las medias del GM V, pero no en el GM VII. Finalmente, los GM VI y VIII no presentaron diferencias significativas entre las variedades con o sin gen Bt; en este caso, se observó que los materiales RR1 presentaron rendimientos superiores a los de las variedades Intacta.

SOJA RR2Bt EN MICROPARCELAS EN TUCUMÁN

Con estos datos, se siguió un igual procedimiento que el aplicado a nivel de las macroparcelas, comparando los datos de todas las variedades RR1 versus los de todas las variedades RR2Bt. En esta ocasión, logró mayor rindes promedios la tecnología Bt con 4110 kg/ha, superando a los cultivares RR1 por aproximadamente 150 kg/ha, lo cual equivalió a un 3,6%. A pesar de esto, el ANAVA no le otorgó significancia estadística a esta diferencia de medias.

Se repitió también el ANAVA dentro de cada GM, que evidenció nuevamente en el GM V una ventaja significativa en el promedio del rendimiento de los materiales RR2Bt, de aproximadamente un 15,4% (Figura 3). En el resto de los GM, la diferencia entre los rendimientos de las tecnologías fue del 2,1% o menor, sin manifestarse como diferencia significativa en el ANAVA.

Al contar los ensayos de cada localidad con repeticiones para cada cultivar, se realizó un ANAVA para encontrar diferencias entre tecnologías en cada localidad (Figura 4). Este mostró que solamente en el ensayo de San Agustín las diferencias fueron estadísticamente significativas a favor de la tecnología Bt, siendo estas del orden del 9,3%.

CONSIDERACIONES FINALES

Este análisis de evaluación de la primera campaña agrícola con la incorporación de variedades comerciales RR2Bt (Intacta) indica que, en líneas generales, esta tecnología presentaría un aumento del 3% al 5% en el rendimiento con respecto a sus predecesoras, las variedades RR1, pero sin presentar diferencias significativas.

A medida que el análisis se hace más detallado, se pueden encontrar diferencias significativas a favor de esta nueva tecnología en algunos grupos de materiales, como sucede en el caso del GM V. En algunas variedades del GM VII, a pesar de no presentar diferencias significativas, el orden de incremento del rendimiento es cercano al 10%, que es un margen interesante para el productor sojero.

Estos datos deben considerarse como preliminares, ya que surgen de solo un año de evaluación, en una campaña con anormalidades marcadas desde el punto de vista climático (sequía y altas temperaturas). Se hizo mayor hincapié en los rendimientos, sin efectuarse mediciones o análisis relacionados al efecto de plagas insectiles, más allá de haberse observado diferencias muy claras en el nivel de daño en las hojas.

En conclusión, pensamos que la tecnología Bt puede mejorar la productividad de los lotes sojeros y facilitar su manejo, pero debe examinarse esta tecnología a partir de cada una de las variedades que se liberen y considerarse la zona de implantación, entre otros factores.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ▶ **Aragón, J. 2003.** Avances en el desarrollo de soja con resistencia a insectos. [En línea]. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/avances-en-el-desarrollo-de-soja-con-resistencia-a-insectos/at_multi_download/file/Avances%20en%20el%20desarrollo%20de%20soja%20con%20resistencia%20a%20insectos%20A0%20A0.pdf (consultado 24 junio 2014). INTA Marcos Juárez, Córdoba, R. Argentina.
- ▶ **Monsanto, 2013.** Boletín Asuntos Científicos de Monsanto Latinoamérica Sur. Marzo de 2013. [En línea]. Disponible en: <http://www.monsanto.com/global/ar/nuestros-compromisos/pages/avances-en-biotecnologia-agricola.aspx> (consultado 23 julio 2014).

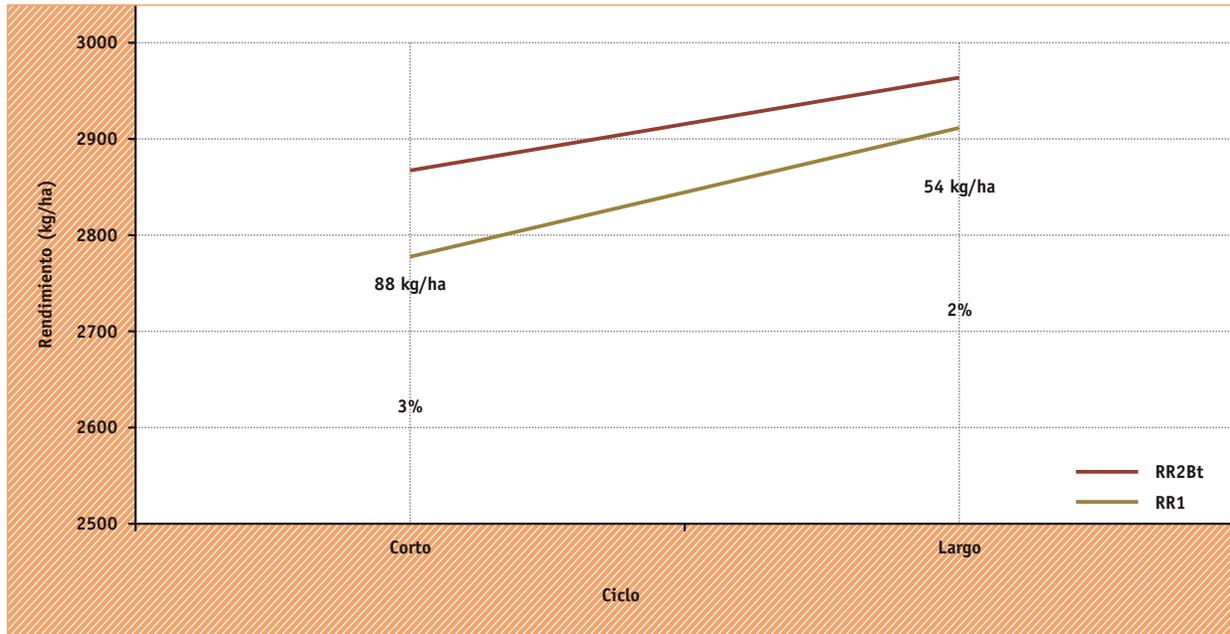


FIGURA 1

Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por ciclo corto y largo- con sus respectivas diferencias en kg/ha y porcentuales, de las macroparcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014.

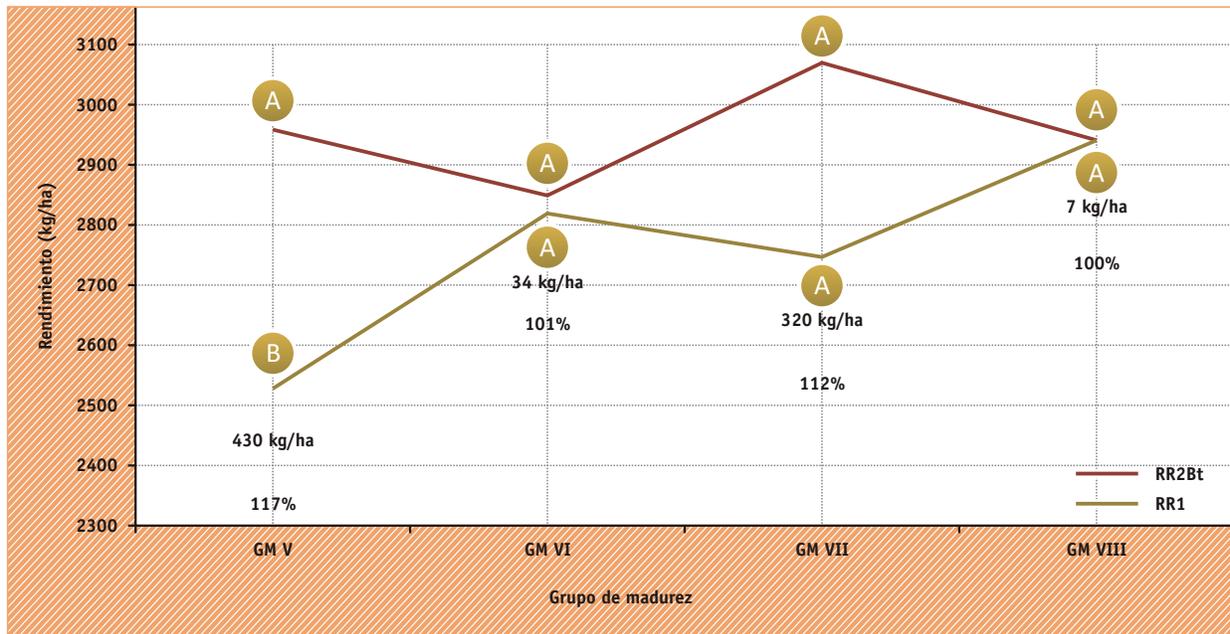


FIGURA 2

Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por grupo de madurez- con sus respectivas diferencias en kg/ha, porcentuales y resultados del ANAVA de las macroparcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

TABLA 1
Promedios de rendimientos de variedades RR1 y RR2Bt -y su relación porcentual- en las macroparcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014.

Gen	Variedad	Promedio variedad	Promedio general	RR2Bt/RR1
RR1	SRM 5500 RR	2522	3065	117%
RR2Bt	DM 5958 IPRO	2958		
RR1	NS 6248 RG	3120	2981	97%
RR2Bt	DM 6563 IPRO	3293		
RR1	NS 6483 RG	3009	3138	96%
RR2Bt	NS 6419 IPRO	2669		
RR1	SPS 7x3 RR	2786	3069	110%
RR2Bt	NS 7300 IPRO	3069		
RR1	NS 8282 RG	3242	3084	96%
RR1	SPS 8x8 RR	3106		
RR2Bt	DM 8473 RR	3066	3019	
RR2Bt	DM 7870 IPRO	3084		
RR2Bt	DM 8075 IPRO	3053	3019	
RR2Bt	NS 7209 IPRO	2922		

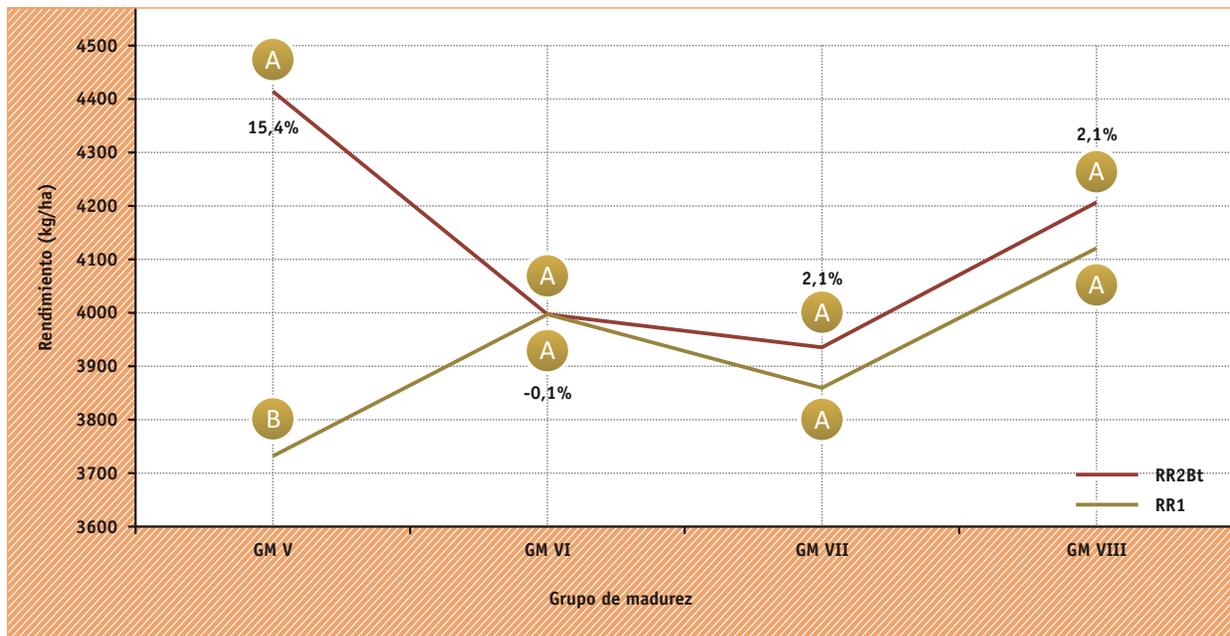


FIGURA 3
Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por grupo de madurez- con sus respectivas diferencias en kg/ha, porcentuales y resultados del ANAVA de las macroparcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

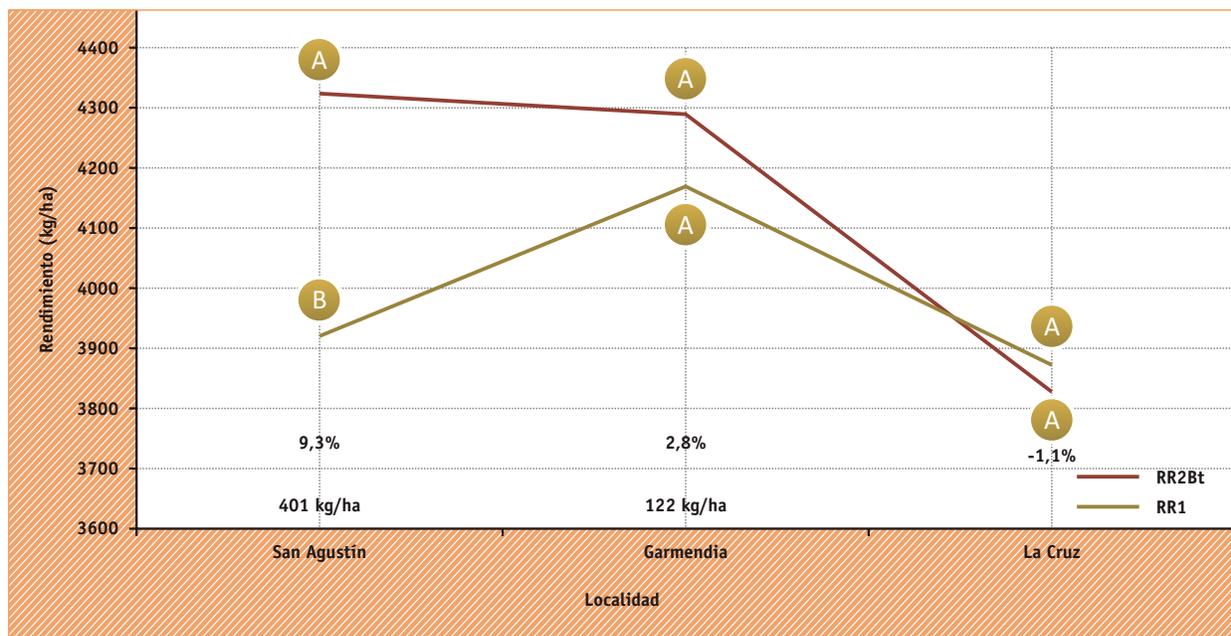


FIGURA 4

Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por localidad- con sus respectivas diferencias en kg/ha, porcentuales y resultados del ANAVA de las macroparcels del noroeste argentino. Campaña 2013/2014. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).