

¿Rinden más los cultivares de soja con Tecnología INTACTA RR2 PRO?

Santos, D.J. ¹ y Saluso, A. ¹

¹ Depto Producción
INTA EEA Paraná

¿De qué se trata?

En los últimos años, uno de los avances tecnológicos importantes en el cultivo de soja ha sido la incorporación de genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt) dentro del genoma de algunos cultivares de tipo IPRO (marca comercial INTACTA RR2 PRO). Así, el cultivo inhibe el crecimiento de las larvas de algunos lepidópteros plaga al generar toxinas dentro de su tracto digestivo. Paralelamente, se reduce la necesidad de aplicación de insecticidas, disminuyendo los efectos negativos sobre el ambiente.

Junto con la incorporación del evento Bt, los cultivares con tecnología INTACTA RR2 PRO tuvieron el evento de tolerancia a glifosato (RR2) *en diferente ubicación* en comparación con los anteriores RR1; según los desarrolladores, este cambio de ubicación favorecería el rendimiento de los primeros.

Con proporciones variables según grupo de madurez, y con diferencias entre empresas semilleras, la cantidad de cultivares IPRO liberados al mercado ha variado año a año (Tabla 1). En el ciclo agrícola 2019/20, dentro de los 123 cultivares comerciales sembrados a través de la RECSO (Red de Evaluación de Cultivares de Soja), 36, el 29%, fueron IPRO.

Tabla 1. Cantidad de cultivares presentes (N) en los ensayos RECSO según grupo de madurez (GM), para los ciclos agrícolas 2015/16 a 2019/20: total, aquellos con tecnología INTACTA RR2 PRO, y proporción (%) de éstos.

GM	Año siembra	Subgrupo			GM	Año siembra	Subgrupo		
		Todos N	IPRO N	%			Todos N	IPRO N	%
3L	2015	15	3	20%	5L	2015	20	11	55%
	2016	11	3	27%		2016	13	7	54%
	2017	9	2	22%		2017	16	10	63%
	2018	10	2	20%		2018	13	9	69%
	2019	8	1	13%		2019	13	6	46%
4C	2015	17	5	29%	6	2015	28	11	39%
	2016	14	5	36%		2016	27	15	56%
	2017	8	2	25%		2017	30	14	47%
	2018	9	1	11%		2018	30	17	57%
	2019	9	1	11%	6C + 6L	2019	11 + 18	6 + 8	48%
4L	2015	29	7	24%	7C + 7L_8	2015	5 + 13	2 + 6	44%
	2016	24	9	38%		2016	5 + 11	3 + 6	56%
	2017	27	8	30%	7_8	2017	3 + 12	2 + 7	60%
	2018	23	5	22%		2018	15	10	67%
	2019	23	5	22%		2019	13	9	69%
5C	2015	20	5	25%					
	2016	21	6	29%					

2017	21	6	29%
2018	18	6	33%
2019	22	6	27%

Independientemente de la tolerancia de los cultivares IPRO a algunos insectos, es frecuente la consulta acerca de su **rendimiento**: manteniendo la población de lepidópteros bajo el umbral de daño económico ¿tienen un rendimiento superior al de sus pares no IPRO?

El objetivo del presente trabajo fue buscar la respuesta a esa pregunta a partir de datos de rendimiento de la RECSO.

¿Qué hicimos?

Se compararon los rendimientos de cultivares de soja IPRO vs no IPRO (RR o RG) en 167 ensayos de la red RECSO. Cada ensayo estuvo constituido por un determinado grupo de madurez (GM), en un ambiente.

Los GMs agrupan cultivares de longitud de ciclo similar, desde precoces (GMs 2_3 Corto y 3 Largo) hasta tardíos (GMs 7 Largo_8 y 8), en tanto, los ambientes están dados por una fecha de siembra, en una localidad y ciclo agrícola. La fecha de siembra fue siempre la óptima en la mayoría de las localidades, con excepción de Paraná, donde, todos los años, además de una siembra óptima se realizó una tardía.

Se incluyeron ensayos de dos localidades en Corrientes (Corrientes y Mercedes) y once en Entre Ríos (Yuquerí, General Campos, La Paz, San Salvador, Villa Mantero, Herrera, Irazusta, Gral Almada, Paraná, Crespo y Victoria), implantados en cinco ciclos agrícolas (desde 2015/16 hasta 2019/20).

El detalle de todos los ensayos, sus fechas de siembra, y sus rendimientos promedio, está incluido en una Tabla Anexa (<https://bit.ly/3bERPn6>) a la presente publicación. En todos los casos se realizó un control tradicional de insectos plagas, manteniendo la presencia de los mismos por debajo del umbral de daño económico.

Dentro de cada ensayo, se comparó el rendimiento promedio del conjunto de cultivares IPRO contra el promedio de las RR o RG. Se obtuvo así una *diferencia de rendimiento* entre promedios (en kg/ha y %) y un valor “p” estadístico, que indicó cuán significativamente diferente de 0 kg/ha (cero) era esa diferencia: diferencia **significativa** ($p < 0,05$, **), diferencia **con tendencia significativa** ($0,05 < p < 0,10$, *) o diferencia **no significativa** ($p > 0,10$, NS). Tabla Anexa (ver enlace)

¿Qué observamos?

Como era de esperar, en la mayoría de los ensayos, las medias estaban desbalanceadas: muy pocas veces la cantidad de cultivares IPRO y RR o RG fue la misma. Esto conduce a recomendar precaución en la interpretación de los resultados.

Las diferencias de rendimiento entre ambos grupos de cultivares oscilaron entre extremos de 681 y -454 kg/ha y 33 a -19%, tomando valores negativos en las situaciones con mayor rendimiento de las RR o RG (Tabla Anexa, <https://bit.ly/3bERPn6>)

Entre los 167 ensayos analizados, 122 mostraron diferencias de rendimiento mayores a cero, es decir **a favor del grupo IPRO** (Tabla Anexa, ver enlace). Sin embargo, sólo 44 de esas diferencias fueron *significativas* ($p < 0,05$) o mostraron *tendencia significativa* ($0,05 < p < 0,1$).

A su vez, entre los 45 ensayos restantes, con diferencias **a favor de las RR1 o RG** (diferencias negativas en la Tabla Anexa (<https://bit.ly/3bERPn6>) sólo uno mostro una diferencia con *tendencia significativa* ($0,05 < p < 0,1$) (Tabla Anexa, ver enlace)

En cuanto a la magnitud de las diferencias, se observaron, **a favor de los IPRO:**

- 8 ensayos con diferencias entre 700 y 500 kg/ha;
- 24 ensayos, entre 500 y 300 kg/ha;
- 57, entre 300 y 100 kg/ha;
- 33, con diferencias inferiores a los 100 kg/ha.

A su vez, **a favor de los RR o RG**, hubo:

- 26 ensayos con diferencias de entre 0 y 100 kg/ha;
- 15, entre 100 y 300 kg/ha y
- 4, ensayos con diferencias entre 300 y 500 kg/ha.

¿Qué consideraciones son factibles y que concluimos?

Para explorar las causas relacionadas con la variación de los resultados, se chequearon diferentes fuentes posibles de variación. Considerando que un solo caso tuvo significativo predominio RR o RG (GM 7L_8, Mercedes, 2018/19), se focalizó en los **ensayos y localidades con significativo, o tendencia a significativo, predominio IPRO** (44 ensayos, Tabla 2).

Tabla 2. Subgrupo de ensayos RECSO con diferencias de rendimiento significativo, o con tendencia significativa, a favor de la tecnología INTACTA RR2; ordenados por diferencia decreciente. (Extracto de la Tabla Anexa, ver enlace)

Localidad	Fecha de siembra	GM	Rendimiento (kg/ha)			Diferencia (IPRO vs RR1 o RG)		
			Promedio	IPRO	RR1 o RG	kg/ha	%	p
Paraná	29-11-19	7_8	3093	3303	2622	681	26	**
Villa Mantero	19-11-16	5C	4138	4610	3949	662	17	**
Paraná	20-12-16	7L_8	3933	4232	3573	659	18	*
Paraná	02-12-15	7L_8	2866	3200	2579	621	24	**
Gral. Almada	07-11-18	3L	3048	3535	2927	608	21	*
Villa Mantero	23-11-15	7C	2959	3294	2735	560	20	*
Yuquerí	02-12-19	6_L	2665	2935	2449	486	20	**
Yuquerí	02-12-19	5C	2014	2366	1882	484	26	**
Paraná	20-12-16	3L	2997	3338	2869	469	16	*
Paraná	28-12-15	7L_8	1610	1857	1399	459	33	*
Gral. Almada	30-11-16	4C	3806	4094	3661	433	12	**
Paraná	20-12-16	5C	3165	3437	3056	381	12	*
Victoria	05-12-18	5L	4709	4821	4456	365	8	*
Yuquerí	02-12-19	6_C	2833	2998	2634	364	14	**
Gral. Almada	30-11-16	5C	4133	4387	4032	355	9	**
Villa Mantero	21-11-18	7_8	4172	4289	3938	351	9	*
Villa Mantero	23-11-15	7L_8	3257	3442	3099	343	11	**
Paraná	21-01-19	4L	2124	2377	2054	323	16	**
Paraná	02-12-15	4L	3085	3328	3007	320	11	**
Yuquerí	09-12-15	5L	2332	2475	2154	320	15	**
Villa Mantero	21-11-18	5L	4487	4584	4268	316	7	**

Yuquerí	05-12-16	5C	1787	2009	1698	311	18	**
Gral. Almada	30-11-16	5L	4241	4382	4075	307	8	*
Paraná	21-01-19	5L	2279	2373	2067	306	15	*
Paraná	02-12-15	5C	3322	3552	3246	306	9	**
Irazusta	01-12-15	5L	2861	2994	2698	296	11	**
Gral. Almada	07-11-18	5C	4243	4435	4147	288	7	**
Mercedes	04-12-15	7L_8	2070	2225	1938	288	15	**
Paraná	29-11-19	5L	3343	3494	3213	281	9	*
Gral. Almada	30-11-16	4L	3640	3812	3537	276	8	**
Paraná	29-11-19	6_L	2735	2879	2621	258	10	*
Villa Mantero	23-11-17	3L	1326	1519	1271	248	19	*
Gral. Campos	16-11-18	5C	3185	3348	3103	245	8	**
Paraná	28-12-15	5L	2928	3037	2795	242	9	**
Yuquerí	02-12-19	4L	1876	2059	1825	234	13	**
Villa Mantero	23-11-17	5C	919	1082	854	229	27	**
Mercedes	30-11-16	5L	1349	1454	1227	226	18	**
Paraná	26-12-18	5C	4091	4241	4017	224	6	*
Gral Campos	16-11-18	4L	2997	3159	2952	207	7	**
Villa Mantero	23-11-17	6_	1347	1451	1256	196	16	**
Villa Mantero	23-11-17	5L	1435	1508	1313	194	15	*
Irazusta	01-12-15	4L	2838	2965	2797	168	6	*
Paraná	14-12-17	5C	1393	1485	1356	129	9	*
Gral. Almada	28-11-17	5L	1209	1252	1136	116	10	*

Referencias: Para cada ensayo, las columnas representan, de izquierda a derecha, la localidad, fecha de siembra, GM, y rendimientos promedio: general; del grupo de cultivares IPRO, y del grupo RR o RG; se presentan también las diferencias de rendimiento entre ambos grupos, expresadas en términos absolutos (kg/ha) y relativos (% sobre el rendimiento del grupo RR o RG), y la significancia de esas diferencias: significativa ($p < 0,05$, **), o con tendencia significativa ($0,05 < p < 0,1$, *).

Tomando al rendimiento *promedio general* de cada ensayo como índice ambiental (IA), y síntesis de potencial del ambiente, se lo relacionó con el diferencial de rendimiento (IPRO vs RR o RG), Figura 1. No se observó patrón alguno en la distribución de los puntos, ni se pudo ajustar función que explicara la influencia del IA sobre las diferencias de rendimiento entre subgrupos con o sin tecnología INTACTA RR2 PRO (Figura 1).

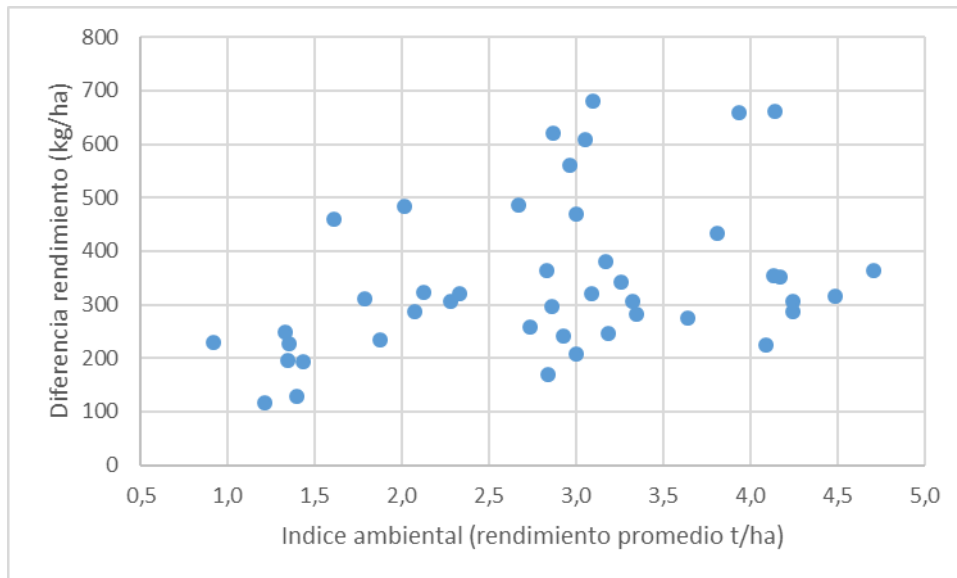


Figura 1. Diferencias de rendimiento entre cultivares con tecnología INTACTA RR2 PRO y los que no la tienen, en función del índice ambiental (rendimiento promedio de todo el ensayo). Se presentan los 44 ensayos (de un total de 167) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,09$).

En cuanto a las localidades que tuvieron los 44 casos con predominio IPRO:

- ninguno ocurrió en Corrientes Capital, y sólo 2 en Mercedes Corrientes;
- 16 fueron en costa Oeste (15 en Paraná, 1 en Victoria), y
- 26 ocurrieron en la costa Este, con 8 en el noreste (Yuquerí, General Campos), 9 en el centro este (Mantero, Herrera) y 9 en el sudeste (Irazusta, General Almada).

En cuanto a grupo de madurez, las diferencias promedio a favor de los IPRO, **para cada GM** fueron:

- 3L+ 4C 439 kg/ha, 17,1%
- 4L 255 kg/ha, 10,0%
- 5C 329 kg/ha, 13,5%
- 5L 270 kg/ha, 11,3%
- 6 326 kg/ha, 14,8%
- 7 y 7_8 486 kg/ha, 19,4%

Por lo que tampoco se ve una tendencia clara hacia determinada localidad o algún extremo de madurez.

Para destacar:

Es necesario considerar que en los materiales con la tecnología INTACTA RR2 PRO, hubo trabajo de mejoramiento en el resto del fondo genético para rendimiento y otras características agronómicas. Por lo cual, si los IPRO rinden más, ¿es por la nueva tecnología introducida? ¿Es porque son más modernos? ¿Es por ambos factores? Responder esta pregunta escapa a las posibilidades de este trabajo ya que debería llevarse a cabo con ISOLINEAS para la tecnología, “con” y “sin”.

Como premisas finales, podemos concluir que:

1. Existe una tendencia a encontrar mayores situaciones donde el grupo de cultivares IPRO rinde, en promedio, más que el RR o RG tradicional.
2. No se puede asociar esa ventaja a algún factor del ambiente, ni a alguna madurez (GM) determinada de los cultivares, como así tampoco a un mejor desempeño ante situaciones de elevados niveles de abundancia de las principales orugas defoliadoras (“medidora” y “leguminosas”).
3. Dado que la elección de productores y técnicos recae sobre CULTIVARES INDIVIDUALES y, en ambos grupos hay materiales de un alto potencial de rendimiento, un estudio como el que se presenta, si bien ayuda a poner en números la realidad de la tecnología INTACTA RR2 PRO, *no es suficiente* para contribuir en la elección del cultivar específico.
4. Sería necesario complementar estos análisis con información precisa en referencia a las densidades poblacionales de trips y “chinches fitófagas”. En algunos ambientes, ambos complejos pueden comprometer los rendimientos de los materiales evaluados, tanto convencionales como IPRO, por lo que las diferencias entre ambos resultarían difíciles de detectar.

Agradecimientos

A los Ings. Agrs. Maria Mercedes Pereira, Norma Arias, Enrique Figueroa y Juan José De Battista, por aportar los datos de rendimientos RECSO de sus localidades.

Para seguir leyendo...

EVANS L. T. and R. A. FISCHER. 1999. Yield Potential: Its Definition, Measurement, and Significance. Crop Science 39(6):1544-1551.