

## Variación del rendimiento y sus componentes en dos fechas de siembra de soja según nivel tecnológico

Gustavo N. Ferraris <sup>1\*</sup>, Martín Díaz-Zorita <sup>2</sup>

El estudio de la interacción ambiente-cultivar-manejo, es decisiva para explicar los rendimientos actuales de Argentina, y las brechas con los máximos alcanzables a campo. Este trabajo estudia la contribución de la genética, la nutrición y otras tecnologías de manejo, a la reducción de la brecha productiva en seco, para dos fechas de siembra.

### INTRODUCCIÓN

La soja es el cultivo más importante de nuestro país, cubriendo una superficie implantada superior a los 20 millones de hectáreas, lo que representa un 53% de los suelos agrícolas (SIA, 2014). En este cultivo, el potencial genético difiere del alcanzado por los mejores productores i.e. en los concursos de rendimiento se alcanzaron de alrededor de 7000 kg ha<sup>-1</sup> (AIANBA, concursos de máximos rendimientos), y notablemente más de la media nacional (SIA, 2014).

En ausencia de limitantes, el rendimiento depende la oferta de radiación solar y temperatura ambiente, que ofrece un ambiente en particular. Sin embargo, en la práctica, existen recursos limitantes (agua y nutrientes) y factores que reducen el rendimiento (adversidades bióticas y abióticas) (Monzón, 2015). La adecuada sincronización ambiente-cultivar-manejo es decisiva para explicar los rendimientos máximos que se logran hoy en la Argentina. Dentro de las variables de manejo, la nutrición es un aspecto relevante, puesto que la fertilidad de los suelos ha sufrido un notable deterioro en los últimos años. Estrategias de corto, mediano y largo plazo logran revertir esta tendencia (Ferraris *et al.*, 2014 a; b; 2015).

El objetivo de este experimento es cuantificar el efecto de la densidad, la fertilización, el genotipo comparando diferentes años de liberación, la aplicación de fungicidas foliares, y tratamientos de semilla con inoculantes, fungicidas e insecticidas sobre el rendimiento de soja y sus componentes en dos fechas de siembra.

La hipótesis de trabajo fue que el genotipo, la fecha de siembra, la nutrición, densidad y protección del cultivo así como sus interacciones

afectan la productividad, contribuyendo en grado variable a reducir la brecha de rendimiento con el máximo alcanzable a nivel de campo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se implantó en la EEAINTA Pergamino (Buenos Aires), sobre un suelo Argiudol típico serie Pergamino, de alta aptitud productiva. Los tratamientos fueron aplicados en soja de primera. La siembra se efectuó en dos fechas (FS), los días 20 de noviembre y 12 de diciembre del 2014, con la variedades DM 4214 STSRR y DM 4210 RR, mediante una sembradora experimental de cono con dosificación neumática. La siembra se realizó en la primera fecha a 0,525 m, y en la segunda a 0,40 m. El ambiente se caracteriza por su baja fertilidad, especialmente fosforada (datos no presentados). El diseño del experimento correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos combinando además de los genotipos (2) y fechas de siembra (2), dos densidades de siembra (20 y 30 plantas/m<sup>2</sup>), la aplicación foliar de fungicidas (Pyraclostrobin 13,3 g/l + Epoxiconazole 5 g/l) en inicio de cuajado de vainas (R3), el tratamiento de semillas con fungicidas, insecticida e inoculante y la fertilización con fósforo (P), azufre (S) y los micronutrientes zinc (Zn) y boro (B) en dosis de 20, 20, 1, y 0,4 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los tratamientos se describen en la tabla 1. Por su parte, el análisis del suelo del sitio se describe en la tabla 2.

La recolección se realizó con una cosechadora experimental automotriz. Sobre una muestra de cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (PG) de los granos. Los resultados fueron analizados por

Tabla 1. Esquema de tratamientos evaluados y diseño experimental.

|  |
|--|
| T1. densidad 20 pl/m <sup>2</sup> – fertilización con PSZnB – variedad STS – tratamientos de semilla – aplicación foliar de fungicidas.  |
| T2. densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – sin fertilización – variedad STS – tratamientos de semilla – aplicación foliar de fungicidas.  |
| T3. densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – fertilización con PSZnB – variedad convencional – tratamientos de semilla – aplicación foliar de fungicidas.                               |
| T4. Control positivo: densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – fertilización con PSZnB – variedad STS – tratamientos de semilla – aplicación foliar de fungicidas.                      |
| T5. densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – fertilización con PSZnB – variedad STS – tratamientos de semilla – sin aplicación foliar de fungicidas.                                    |
| T6. densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – fertilización con PSZnB – variedad STS – sin tratamientos de semilla – aplicación foliar de fungicidas.                                    |
| T7. Control negativo: densidad 30 pl/m <sup>2</sup> – sin fertilización con PSZnB – variedad convencional – sin tratamientos de semilla – sin aplicación foliar de fungicidas. |

partición de la varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión, utilizando el Paquete estadístico Statistix 9.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### CONDICIONES AMBIENTALES DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

La campaña se desarrolló bajo condiciones ambientales muy favorables, con precipitaciones

abundantes y temperaturas moderadas pero sostenidas hacia el otoño, lo que originó condiciones extraordinarias para los cultivos de siembra tardía. El balance hídrico no evidenció déficit en ningún estado fenológico, en ambas fechas de siembra.

Se determinó efecto de fecha de siembra (FS) (P<0,05), pero no efecto de tratamiento tecnológico (P>0,10). Paso seguido, se analizaron las tecnologías dentro de cada FS, determinando en ambos casos efecto significativo de las mismas (P<0,05).

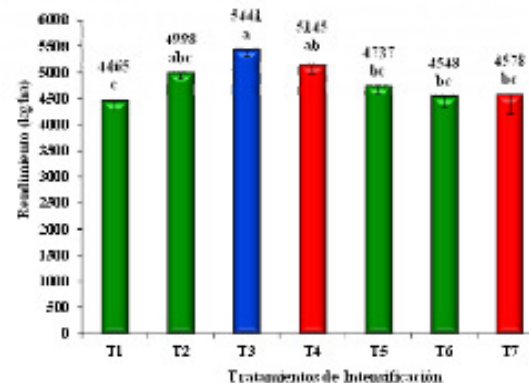


Figura 1. Rendimiento de grano de soja (kg/ha) según factores de producción. Los tratamientos señalan la tecnología quitada en el tratamiento, en comparación con control positivo. T1: densidad, T2: fertilización con fósforo, azufre, zinc y boro, T3: Genética, T4: Control positivo con todas las tecnologías, T5: fungicidas foliares, T6: Tratamientos biológicos de inoculación y fungicidas curasemillas, T7: Control negativo, sin tecnología y en alta densidad. Primera fecha de siembra. Pergamino, campaña 2014/15. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos (LSD  $\alpha=0,05$ ). Las líneas de error indican la desviación standard de la media.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Agropecuaria Pergamino (EEA Pergamino) Ruta 32 km 4,5 (2700). Argentina.

<sup>2</sup> Monsanto BioAg \* ferraris.gustavo@inta.gob.ar

### Primera fecha de siembra

Los tratamientos T3 (variedad no STS), T4 Control positivo y T2 (no fertilización) integraron un grupo de igual comportamiento, sin diferencias significativas entre sí (Figura 1). A su vez, el primero de ellos superó a los tratamientos con variedad STS y baja densidad (T1), ausencia de fungicida foliar (T5), tratamientos de semilla (T6) y control negativo (T7). Comparado al control positivo, se determinó una merma en los rendimientos al bajar densidad. El resultado positivo

de incrementar la densidad sobre los rendimientos en cultivares de soja de grupo corto fue observado por Rotundo y Borrás (2013). El efecto no significativo sobre los rendimientos al restar la fertilización se debería a la moderada concentración de P en el suelo (17,9 mg/kg 0-20 cm).

### Segunda fecha de siembra.

Los tratamientos Control positivo (T4), ausencia de fertilización (T2), ausencia de fungicida foliar (T5) y de tratamientos de semilla (T6) inte-

graron un grupo que no mostró diferencias significativas en sus rendimientos. El control con todas las tecnologías superó a los tratamientos de baja densidad (T1), con variedad convencional (T3) y control negativo (T7). Resultan sorprendentes los rendimientos alcanzados, explicados a partir de condiciones ambientales extraordinarias durante el llenado de los granos.

La diferencia de rendimiento entre la primera y segunda FS fue inversa y acentuada (figuras 1 y 2). El ambiente sobresaliente para la segunda fecha, corroborado también en los excelentes rendimientos zonales de soja de segunda y maíz tardío, y la siembra en un espaciamiento menor (0,40 vs 0,525 cm) podrían contribuir significativamente a explicar este poco repelible comportamiento.

En la primera FS, el NG explicó un 87 % de las variaciones en rendimiento, mientras que el PG sólo un 2 %. Se determinaron diferencias significativas en el PG pero no así en NG. El testigo absoluto mostró una marcada reducción en el PG, probablemente a causa del agotamiento de recursos -nutrientes- y presión sanitaria en un tratamiento con escasa protección externa (tabla 2).

En la segunda FS, el NG y PG explicaron un 90 y 16 % de la variabilidad en los rendimientos, respectivamente. Nuevamente, se determinaron diferencias significativas en PG y no en NG. El muy bajo CV del PG y cierta compensación entre componentes, explicarían el alto valor alcanzado en tratamientos sin fertilización (T2) o el testigo absoluto (T7).

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran la existencia de tecnologías con impacto directo sobre los rendimientos que explican las diferencias obtenidas en cada FS. Tomando como referencia el control positivo, en la primera FS la ausencia de ajuste de la densidad provocó una merma significativa en los rendimientos, mientras que en la segunda FS este efecto se produjo por reducción de densidad, cambio de genotipo y el control negativo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ferraris, G., Couretot, L., García, L., Navarro, M. 2014. a. La nutrición como herramienta para alcanzar los rendimientos potenciales en soja. Comisión III. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas" Producción sustentable en ambientes frágiles. Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo de 2014.
- Ferraris, G.N., Couretot, L., Díaz Zorita, M. 2014. b. Análisis de los factores que determinan las brechas existentes entre los rendimientos actuales y los máximos alcanzables en Soja. En: Soja. Revista Técnica en SD. AAPRESID. Año 21. Septiembre 2014.
- Ferraris, G., Torbio, M., Falconi, R., Monones, F. 2015. Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en el largo plazo. Actas CD Simposio Fertilidad 2015. pp 137-142. "Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro". Rosario, 19-20 Mayo 2015. IPNI Cono Sur - Fertilizar AC.
- Monzón, J.P. 2015. Atlas Mundial de Brechas de Rendimiento: Trigo, soja y maíz en Argentina. pp 55-59. En: Actas Simposio Fertilidad 2015 "Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro". IPNI Cono Sur - AC Fertilizar. Rosario, 19 y 20 de Mayo de 2015. 252 pp.
- Rotundo, J., Borrás, L. 2013. ¿Cómo podemos aumentar los rendimientos de soja? La visión fisiológica. pp 36 - 37. Simposio Fertilidad 2013 "Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable". Rosario, 22 y 23 de Mayo de 2013.

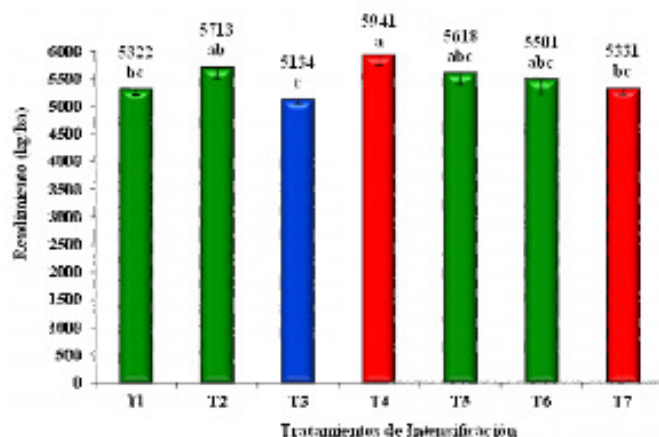


Figura 2. Rendimiento de grano de soja (kg/ha) según factores de producción. Los tratamientos señalan la tecnología quitada en el tratamiento, en comparación con control positivo. T1: densidad, T2: fertilización con fósforo, azufre, zinc y boro, T3: Genética, T4: Control positivo con todas las tecnologías, T5: fungicidas foliares, T6: Tratamientos biológicos de inoculación y fungicidas curasemillas, T7: Control negativo, sin tecnología y en alta densidad. Segunda fecha de siembra. Pergamino, campaña 2014/15. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos (LSD  $\alpha=0,05$ ). Las líneas de error indican la desviación standard de la media

Tabla 2. Componentes numéricos del rendimiento para la primera y segunda fecha de siembra, Pergamino, campaña 2014/15.

| Treat. | NG     | PG x 1000 | NG     | PG x 1000 |
|--------|--------|-----------|--------|-----------|
| T1     | 2391,2 | 186,7 c   | 3037,7 | 175,3 b   |
| T2     | 2644,3 | 189,0 bc  | 3163,8 | 180,7 a   |
| T3     | 2883,5 | 188,7 bc  | 3074,5 | 167,4 c   |
| T4     | 2688,9 | 191,3 a   | 3414,8 | 174,0 b   |
| T5     | 2492,5 | 190,1 ab  | 3247,0 | 173,0 b   |
| T6     | 2489,5 | 182,7 ab  | 3147,9 | 174,7 b   |
| T7     | 2641,1 | 173,3 e   | 3028,7 | 176,0 ab  |
| P=     | 0,10   | 0,00      | 0,20   | 0,00      |
| CV (%) | 8,6 %  | 0,82 %    | 6,8 %  | 1,98 %    |