



Estación Experimental Agropecuaria Pergamino

"Ing. Agr. Walter Kugler"

Desarrollo Rural

Proyecto Regional Agrícola - CRBAN

ESTRATEGIAS INTEGRALES PARA LA NUTRICIÓN Y EL CONTROL DE MALEZAS EN SOJA

Campaña 2008/09

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Juan C. Ponsa

Introducción

La nutrición en soja integra la provisión de nitrógeno (N) por fijación biológica (FBN), y el aporte de fósforo (P) y azufre (S) agregados al suelo, por lo general al momento de la siembra. En los últimos años, se ha experimentado la aspersión de micronutrientes, formas fácilmente asimilables de macronutrientes y moléculas orgánicas por vía foliar, para estimular el crecimiento de las plantas y complementar la estrategia de base, con la finalidad de obtener mayores rendimientos o una mejor calidad del producto cosechado. Por lo general, los fertilizantes foliares se aplican de manera conjunta con agroquímicos defensivos para la protección del cultivo, siempre que las formulaciones resulten compatibles (Figura 1).

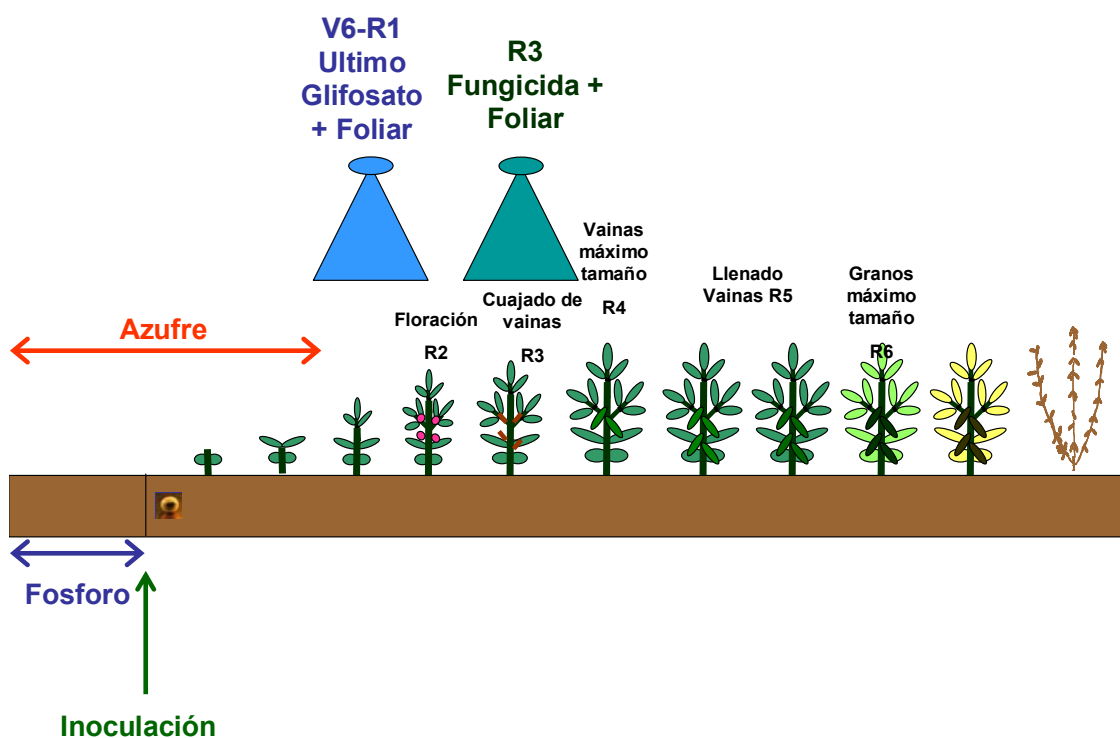


Figura 1: Diferentes alternativas para el agregado de nutrientes en Soja.

En el cultivo de soja, la respuesta a la fertilización foliar ha sido evaluada en dos momentos principales. Uno de ellos es a finales del periodo vegetativo (V5 a V7), con el objetivo de mejorar el crecimiento de la planta antes de iniciar el período crítico, una vez alcanzados niveles aceptables de cobertura que permitan interceptar la solución asperjada. Este estado

coincide con las aplicaciones de repaso del herbicida glifosato, destinadas a realizar un control final antes del cierre del cultivo.

El otro estado de evaluación es el inicio de formación de vainas (R3). El interés de esta segunda ventana de aplicación reside en incrementar la tasa de crecimiento en el período crítico, mejorando así no sólo la captura de recursos sino también su eficiencia de conversión en biomasa y grano. La conveniencia de uno u otro estado de aplicación dependerá del nutriente evaluado, las condiciones ambientales y del cultivo al momento de las aplicaciones y del proceso productivo que esté limitando la producción i.e. intercepción de radiación, número de vainas y granos logrados o peso de los granos.

Si bien se han realizado numerosas experiencias evaluando la respuesta agronómica al agregado de nutrientes por vía foliar, el proceso es muy dinámico ya que las fuentes fertilizantes son continuamente mejoradas y se producen cambios en el sistema productivo, por lo que la práctica requiere ser periódicamente evaluada.

El objetivo de esta experiencia fue evaluar el efecto sobre 1. el control de malezas y 2. el rendimiento y sus componentes, de nuevas estrategias de nutrición y control de malezas en soja. Hipotetizamos que el agregado de activadores de glifosato en estrategias integrales con el uso de fertilizantes foliares permiten 1. mejorar el control y 2. incrementar el número y/o peso de los granos, y con ello el rendimiento del cultivo.

Materiales y métodos

El ensayo se implantó en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino 1, fase ligeramente erosionada, el día 3 de diciembre de 2008 en SD sobre antecesor maíz. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua. La variedad sembrada fue Nidera A 4613 RG, en hileras espaciadas a 52,5 cm. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Se evaluó el efecto de acompañantes del herbicida glifosato aplicados en el estado vegetativo, integrado en algunos casos a estrategias de fertilización foliar complementaria a la inoculación con bacterias de *Bradyrhizobium japonicum* y el agregado de PS a la siembra. El detalle de los tratamientos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos evaluados en el ensayo. Estrategias integradas de control de malezas y fertilización foliar complementaria en soja. Pergamino, campaña 2008/09.

Nº	Tratamientos	Dosis (kg o l ha ⁻¹)	Estadío de Aplicación
T1	Testigo		
T2	Glifosato	2500 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T3	Glifosato + Basfoliar Herbiplus	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T4	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T5	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 500 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T6	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T7	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Mn Zn	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas)
T8	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas) V5 (5 hojas expandidas) V5 (5 hojas expandidas) R3 (formación vainas) R3 (formación vainas) R3 (formación vainas)
T9	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer + Experimental 121D	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹ 16 ml ha ⁻¹	V5 (5 hojas expandidas) V5 (5 hojas expandidas) V5 (5 hojas expandidas) R3 (formación vainas) R3 (formación vainas) R3 (formación vainas) R3 (formación vainas)

Previo a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados en promedio se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra, en el horizonte superficial (0-20 cm).

Prof. (cm)	MO (%)	CE dS m ⁻¹	pH	Ntotal	P Bray ppm	S-SO4 ppm
0-20	2,59	0,54	5,4	0,130	12,7	6,0

Las aplicaciones de fertilizante foliar fueron realizadas con mochila manual de presión constante. La misma contaba con un botalón aplicador de 200 cm provisto de 4 picos a 50 cm y pastillas de cono hueco 80015 que permiten asperjar 100 l ha⁻¹. Las condiciones de cultivo y ambiente durante la aplicación se detallan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3: Estado del cultivo al momento de la aplicación.

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
Vegetativo 6 hojas	13-Ene	V5	45	60
Formación vainas	25-Feb	R3	65	90

Tabla 4: Condiciones ambientales durante la aplicación.

Momento de aplicación	Humedad de suelo (0-2 cm)	Humedad de suelo (3-18 cm)	Temperatura aire (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (km h ⁻¹)	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
Veg 5 hojas	Seco	Seco	22,4	69	7,03 N	1	0
Form vainas	Húmedo	Húmedo	21,0	71	4,2 ENENE	0	0

Escala de nubosidad: 0 completamente despejado, 9 completamente cubierto
dda: después de aplicación.

Para determinar el control de las diferentes malezas se utilizó la *Escala porcentual de evaluación visual de control de malezas* aprobada por la Asociación Latinoamericana de Malezas (1974). Se realizaron dos evaluaciones con el grado de control alcanzado por los diferentes tratamientos, a los 15 días (15 dda) y 45 días (45 dda) después de la aplicación, respectivamente. La recolección se realizó con una cosechadora experimental automotriz. Sobre una muestra de grano se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos.

Condiciones ambientales en el sitio experimental

En la Figura 2 se presentan las precipitaciones y evapotranspiración del cultivo, así como el balance hídrico decádico. Se registró un constante déficit hídrico, mitigado durante breves períodos por lluvias ocasionales, ocurridas especialmente durante el mes de febrero. La condición general fue de sequía severa, con escasez de humedad en el suelo y sobre todo en el aire, lo cual afectó marcadamente el crecimiento del cultivo. El déficit de evapotranspiración total acumulado alcanzó a 161 mm.

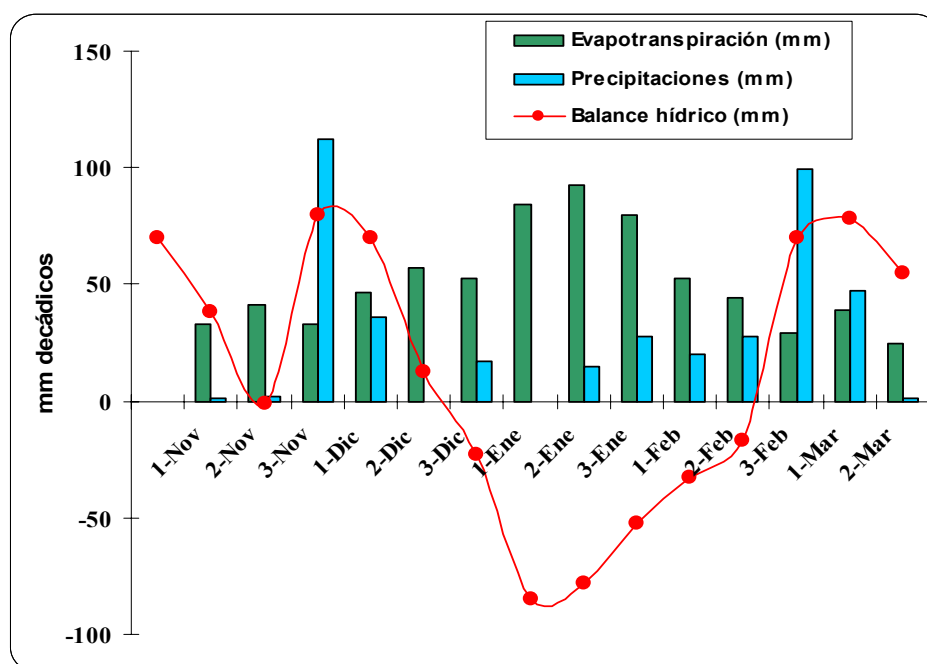


Figura 2: Precipitaciones decádicas acumuladas (mm) en el sitio experimental. Pergamino, Bs As, campaña 2008/09. Déficit (evapotranspiración potencial – evapotranspiración real) 161 mm.

Resultados y discusión

Las malezas predominantes fueron Pasto cuaresma *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (DIGSA, ALAM 1974) y Eleusine *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (ELEIN). Los controles fueron muy elevados para todos los tratamientos, siendo totales en DIGSA y satisfactorios en ELEIN (Tabla 5). Para esta especie, el uso de Basfoliar Herbiplus mejoró levemente el nivel de control, y su combinación con Glifotex a la dosis de 500 o 1000 ml ha⁻¹ permitió alcanzar el máximo (Tabla 5).

Tabla 5: Control final de *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. (DIGSA) y *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (ELEIN) (%) a los 25 días después de la aplicación (dda). Estrategias integradas de control de malezas y fertilización foliar complementaria en soja. Pergamino, campaña 2008/09.

Nº	Herbicida	Dosis (kg o l ha ⁻¹)	DIGSA 25 dda	ELEIN 25 dda
T1	Testigo		-----	-----
T2	Glifosato	2500 ml ha ⁻¹	100	95
T3	Glifosato + Basfoliar Herbiplus	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	100	98
T4	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹	100	98
T5	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 500 ml ha ⁻¹	100	100
T6	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	100	100
T7	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Mn Zn	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹	100	98
T8	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹	100	98
T9	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer + Experimental 121D	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹ 16 ml ha ⁻¹	100	98

Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos ($P=0,000$; $CV=4,3$ %) y en sus componentes, NG ($P=0,000$; $CV=4,3$ %) y P1000 ($P=0,012$; $CV=1,88$ %) (Tabla 6). El salto de mayor magnitud se logró por el sólo uso de glifosato (T2) (Figura 3). Sin embargo, el rendimiento de este tratamiento fue superado por el uso de activadores acompañantes de glifosato, y especialmente por los fertilizantes foliares. El tratamiento de mayor rendimiento contempló el uso de Mn-Zn (T7), con una diferencia de 337,5 kg ha⁻¹ sobre T2 (11,5 %). El metabolismo de estos nutrientes podría ser inhibido en soja transgénica por acción del glifosato, creando una deficiencia inducida y incrementando la sensibilidad a patógenos (Römheld, 2006). El Zn es además, un importante activador enzimático. El tratamiento completo (T9), con inclusión de 121D alcanzó también rendimientos elevados, sin diferencias significativas con T7.

Agrupando tratamientos, se determina que el uso de glifosato incrementó los rendimientos en 1496 kg ha⁻¹, por supresión de competencia de malezas. Por su parte, la utilización de activadores acompañantes de glifosato aportó un diferencial de 125 kg ha⁻¹, y los fertilizantes foliares contribuyeron en 144 kg ha⁻¹ adicionales (Figura 4). En estos dos últimos casos, las diferencias son atribuibles a efectos de control (rapidez y eficacia final) y nutrición del cultivo.

Cabe resaltar el singular escenario climático de la campaña, y su incidencia sobre los resultados del ensayo. Es de esperar que la sequía potenciara posibles defectos de suelo, parcela y otros factores de variación, los cuales en algunos casos podrían enmascarar el efecto de los tratamientos.

Tabla 6: Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) número (NG), peso (P1000) de los granos y respuesta sobre el testigo de diferentes estrategias de control de malezas y fertilización foliar complementaria en soja. Pergamino, campaña 2008/09.

Nº	Tratamiento	Dosis (kg o l ha ⁻¹)	Rendimiento kg ha ⁻¹	NG m ⁻²	P1000 (g)	Respuesta Tn-T1 (kg ha ⁻¹)	Respuesta Tn-T2 (kg ha ⁻¹)	Respuesta (% sobre T2)
T1	Testigo		1431,0	1144	125,3	0,0		
T2	Glifosato		2927,2	2225	131,6	1496,2	0,0	0,0
T3	Glifosato + Basfoliar Herbiplus	2500 ml ha ⁻¹	2972,6	2276	130,6	1541,6	45,4	1,6
T4	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹	3155,7	2405	131,2	1724,7	228,5	7,8
T5	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 500 ml ha ⁻¹	3095,4	2397	129,2	1664,4	168,2	5,7
T6	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	2984,0	2263	132,0	1553,0	56,8	1,9
T7	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Mn Zn	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹	3264,7	2412	135,4	1833,7	337,5	11,5
T8	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹	3107,9	2358	131,8	1676,9	180,7	6,2
T9	Glifosato + Basfoliar Herbiplus + Experimental Glifotex + Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer + Experimental 121D	2500 ml ha ⁻¹ 1000 ml ha ⁻¹ 100 ml ha ⁻¹ 2 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹ 200 ml ha ⁻¹ 16 ml ha ⁻¹	3214,8	2489	129,2	1783,8	287,6	9,8
P=			0,000	0,000	0,012			
CV (%)			4,33	4,78	1,88			

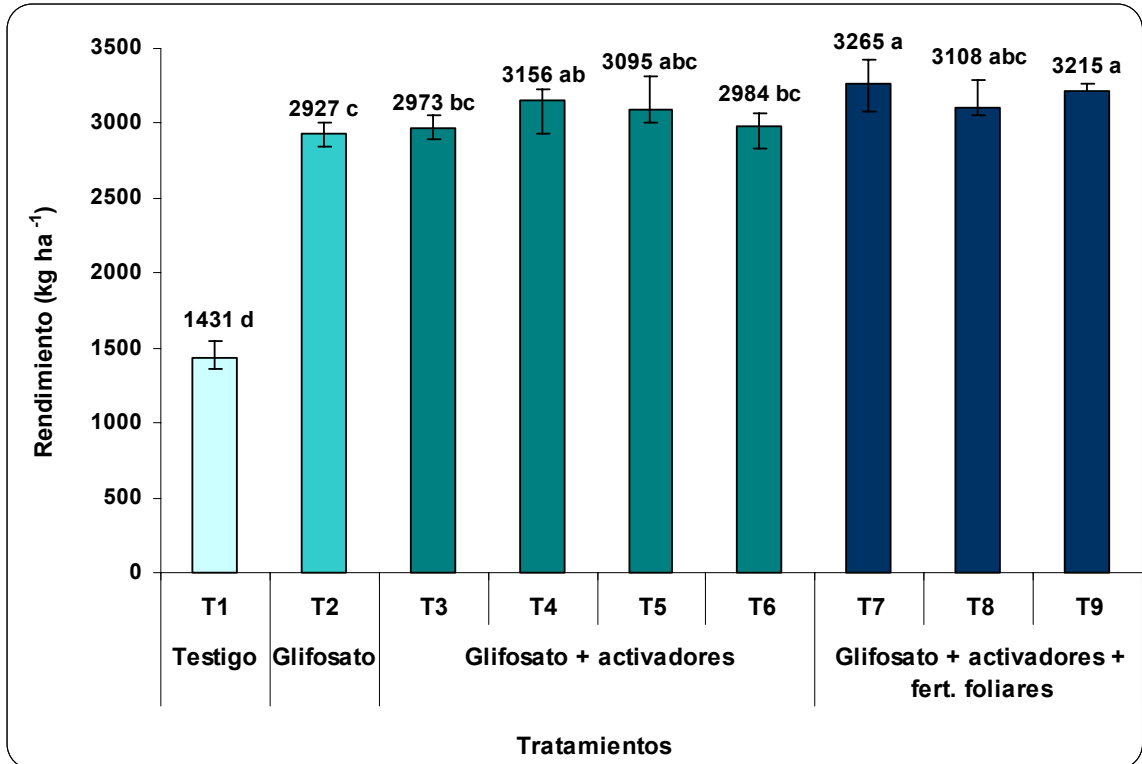


Figura 3: Producción media de soja por la implementación de estrategias integradas de control de malezas y fertilización foliar complementaria. Pergamino, campaña 2008/09. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media.

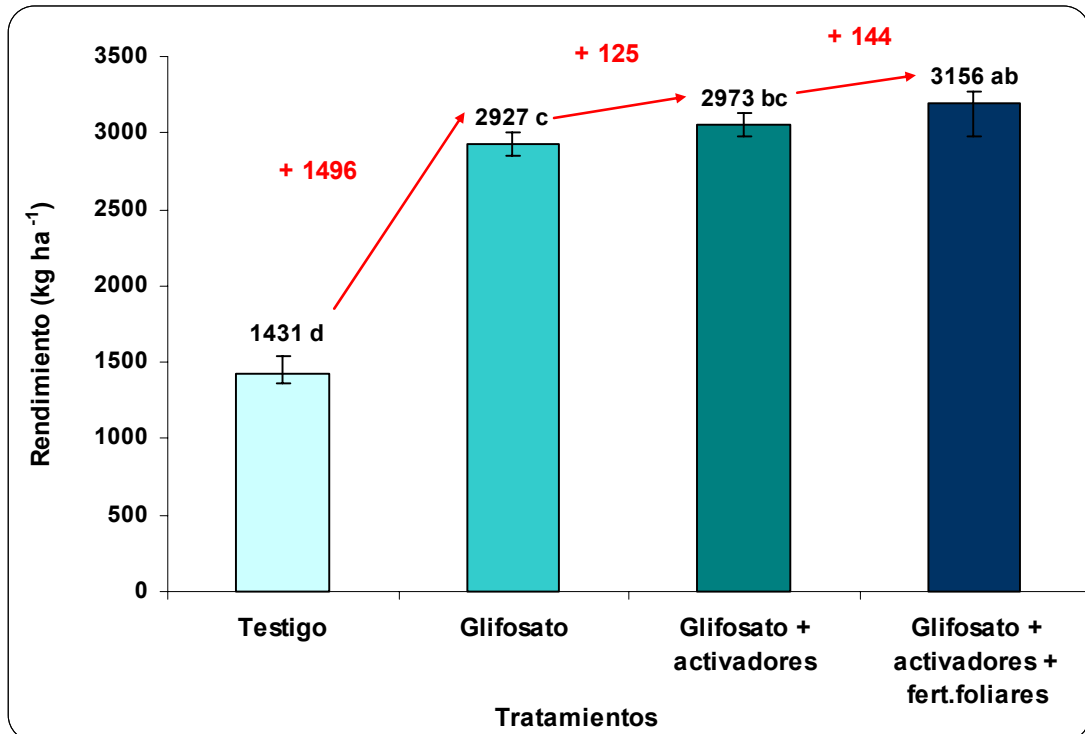


Figura 4: Producción media de grano de grupos de tratamientos que integran estrategias de control de malezas y fertilización foliar complementaria en soja. Pergamino, campaña 2008/09.

Conclusiones

- La hipótesis 1 es aceptada. La ausencia de control de malezas provocó disminuciones severas en los rendimientos por competencia de las malezas, que fueron suprimidas por la aplicación de glifosato. Si bien el control de malezas fue satisfactorio para todos los tratamientos, alcanzó el máximo con la utilización conjunta de Basfoliar Herbiplus + Glifotex a la dosis de 500 y 1000 ml ha⁻¹.
- La hipótesis 2 es igualmente aceptada. Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos, siguiendo la tendencia **Glifosato + activadores + fertilizantes foliares > Glifosato + activadores > Glifosato > Testigo**. El tratamiento de máxima reunió la aplicación de Glifosato, Herbiplus y Mn-Zn (T7), incrementando los rendimientos en 337,5 kg ha⁻¹ (11,5 %) con relación a Glifosato como único sistema (T2). Otro tratamiento destacado incluyó Nitrofoska Foliar PS + Fetrilon Combi + Basfoliar Mg Buffer + Exp 121D (T9), con incrementos de 287,6 (9,8 %) con relación a T2, y sin diferencias estadísticas con T7.
- El ensayo fue afectado por sequía. Aunque ello no impidió identificar tratamientos de comportamiento superior, los resultados deben ser analizados considerando esta peculiar condición climática. Los estudios destinados a evaluar la eficacia de estas novedosas estrategias de fertilización y control deberán ampliarse, incluyendo otras regiones y un ambiente de cultivo más favorable y cercano a la media habitual de la Región Pampeana Argentina.