

---

## EEA - INTA Pergamino - Informe de resultados de la campaña 2005/06

---

### ENSAYO BASE – LARGA DURACIÓN EEA-INTA PERGAMINO INFORME DE RESULTADOS DE LA CAMPAÑA 2005/06

*Cultivo: Soja de primera*

#### 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del ex-Módulo de Investigación del Proyecto Fertilizar, en la campaña 2001/02 se inició una red de 5 ensayos de Larga Duración. Formando parte de la misma, uno de estos ensayos se instaló en la EEA Pergamino, aunque por falta de financiación posteriormente dejó de pertenecer a dicha red. No obstante, el experimento se continuó durante las campañas 2002/03 a 2004/05 y a partir de la campaña 2005/06 el mismo fue incorporado nuevamente a la red de ensayos de Larga Duración dentro del Convenio de Vinculación Tecnológica INTA – FERTILIZAR AC.

En el presente Informe se comunican los resultados obtenidos en el cultivo de soja de primera en la campaña 2005/06.

El objetivo del ensayo es evaluar los efectos directos y residuales de la aplicación de distintas estrategias de fertilización con fósforo, nitrógeno y azufre en una rotación agrícola en siembra directa sobre la fertilidad del suelo y los rendimientos de grano.

#### 2. MATERIALES y MÉTODOS

##### 2.1. Descripción General del Ensayo

El ensayo está ubicado en el Campo Experimental de la EEA-INTA Pergamino (33°56' S – 60°34' W) sobre un suelo Argiudol Típico perteneciente a la serie Pergamino en fase por erosión hídrica ligera (Capacidad de uso: I-2). El esquema de rotación adoptado es Maíz-Soja 1ra.-Trigo/Soja 2da. y todos los cultivos se conducen bajo un sistema de siembra directa continua. Al momento de instalar el experimento (maíz, campaña 2001/02) el lote tenía una historia agrícola de más de 30 años (los últimos 5 en siembra directa).

El diseño experimental es en parcelas divididas con 4 repeticiones (bloques). Las unidades experimentales son de 7 m x 35 m. Las parcelas mayores están constituidas por los tratamientos de fósforo (P anual y P rotación), y en las subparcelas se disponen los tratamientos de nitrógeno (N0 y N1) y de azufre (S0 y S1) en un arreglo factorial. El tratamiento P anual consiste en la aplicación en presiembra incorporada de la dosis de reposición del nutriente para el cultivo de esa campaña estimada en base al rendimiento esperado. En el tratamiento P rotación se realiza una fertilización con fósforo al comienzo de cada ciclo de rotación con una dosis equivalente a la extracción estimada de los 4 cultivos de la secuencia, aplicando el fertilizante también en presiembra y en forma incorporada. La fuente de fósforo utilizada es superfosfato triple de calcio (0-46-0). Los tratamientos de nitrógeno y azufre alojados en las subparcelas surgen de las siguientes combinaciones: a) NOS0: Testigo (sin N ni S); b) N1S0: 75 kg N/ha; c) NOS1: 15 kg S/ha; y d) N1S1: 75 kg N/ha + 15 kg S/ha. Cabe aclarar que la dosis N1 sólo se aplica en los cultivos de maíz y trigo, y que para la sucesión trigo/soja la dosis S1 se eleva a 23 kg S/ha y es aplicada en su totalidad al trigo. La fuente de nitrógeno empleada es urea (46-0-0) y la de azufre sulfato de amonio (21-0-0-24S) o yeso agrícola (0-0-0-20,6S).

## 2.2. Actividades Realizadas en la Campaña 2005/06

De acuerdo a la rotación adoptada, en la campaña 2005/06 el ensayo fue sembrado con soja de primera. En el ciclo 2004/05 el mismo había sido destinado al cultivo de maíz, el que, de acuerdo a lo programado, debió haber sido fertilizado con fósforo antes de su implantación tanto en las parcelas mayores P anual como en las P rotación. Sin embargo, durante la campaña 2004/05 el ensayo no recibió aportes de este nutriente, habiéndose aplicado en el maíz de dicha campaña sólo los tratamientos de nitrógeno y azufre. En la campaña 2005/06 los tratamientos con fósforo fueron implementados nuevamente (en las mismas parcelas en las cuales se habían aplicado durante las campañas 2001/02, 2002/03 y 2003/04), tomándose ahora a la soja de primera como cultivo cabeza de rotación.

Antes de realizar la fertilización (18 y 19-12-05) se tomaron muestras de suelo del espesor 0-20 cm en las parcelas P anual y P rotación, obteniéndose una muestra compuesta de 16 submuestras (4 submuestras por subparcela) por cada bloque y tratamiento. Las muestras fueron remitidas al laboratorio Suelo Fértil (ACA, Pergamino) para la determinación de materia orgánica (Walkley y Black), P disponible (Bray y Kurtz N°1), pH en H<sub>2</sub>O (potenciométrico; 1:2,5), nitrógeno total (Kjeldahl), capacidad de intercambio catiónico y cationes de intercambio (acetato de amonio), zinc (DTPA), cobre (DTPA) y boro (azometina – H).

La fertilización fosfatada se realizó el 27-12-05, empleándose para tal fin una sembradora de grano fino con cajón abonador, la cual fue pasada en forma transversal a la que luego sería la dirección de siembra de la soja en las parcelas. La utilización de esta máquina permitió incorporar el fertilizante (superfosfato triple de calcio) a una cierta profundidad en el suelo (2,5-5,5 cm) y a 16 cm entre líneas. La dosis aplicada en las parcelas del tratamiento P anual fue de 118 kg SPT/ha, mientras que en las del tratamiento P rotación fue de 378 kg SPT/ha.

El cultivo de soja de primera fue sembrado el 9-1-06 a 52,5 cm entre surcos y con una densidad de 31 semillas/m lineal. Las semillas fueron ubicadas a 5 cm de profundidad en condiciones de buena humedad de suelo. Diversos motivos (operativos y climáticos) impidieron realizar el muestreo de suelos y aplicar el fertilizante fosfatado con anterioridad, lo cual imposibilitó a su vez implantar el cultivo en una fecha óptima para la zona. La variedad empleada fue ADM 50048 (Energía germinativa: 83%; Poder germinativo: 90%). Las semillas fueron adecuadamente inoculadas con *Bradyrhizobium japonicum* horas antes de la siembra.

En la misma operación de siembra, en las parcelas NOS1 y N1S1 se aplicaron 15 kg S/ha localizados a un costado de la semilla y utilizando como fuente sulfato de amonio. Las parcelas NOS0 y N1S0 no recibieron fertilizantes durante la siembra.

Durante el período de barbecho (rastrojo del maíz 2004/05), las malezas fueron convenientemente controladas mediante tratamientos en base a glifosato. En postemergencia temprana del cultivo (2-2-06) se realizó un tratamiento adicional con herbicidas (4,250 l/ha de glifosato 48%), el que permitió llegar a la cosecha con el cultivo libre de malezas.

Las plagas insectiles fueron controladas durante el ciclo del cultivo en dos oportunidades. En la primera de ellas (21-2-06; cultivo en V5-V6), y ante un ataque de isoca medidora y barrenador del brote, se realizó una aplicación de 720 cm<sup>3</sup>/ha de clorpirifos 48% + 90 cm<sup>3</sup>/ha de cipermetrina 25%. El segundo tratamiento con insecticidas (31-3-06; cultivo en R5) fue realizado para el control de chinches y trips-arañuelas con 900 cm<sup>3</sup>/ha de clorpirifos 48% + 1,1 l/ha de endosulfan 35% + 120 cm<sup>3</sup>/ha de cipermetrina 25%.

Dado que no se observaron enfermedades en niveles que justificaran un tratamiento, no se

realizaron aplicaciones de fungicidas.

La evaluación del rendimiento de grano fue realizada mediante cosecha mecánica el 23-5-06, recolectando una superficie de 128,63 m<sup>2</sup> (7 surcos centrales de soja x 35 m) en cada parcela. El grano así obtenido fue pesado y su humedad determinada a efectos de expresar los rendimientos por hectárea sobre base seca (13,0% de humedad).

Los resultados de rendimiento de grano fueron sometidos a un análisis de variancia utilizando el programa estadístico MSTAT.

Las precipitaciones recibidas durante la campaña 2005/06 y su comparación con los promedios históricos se presentan en el Cuadro 1. Los registros mensuales en la primavera (meses de octubre y diciembre) fueron marcadamente inferiores a los valores medios y tendieron a normalizarse en el resto de la estación de crecimiento. Un análisis detallado de las lluvias, sin embargo, revela la ocurrencia de dos períodos de sequía severa durante la campaña 2005/06. El primero de ellos estuvo comprendido entre el 9-12-05 y el 9-1-06, lapso durante el cual sólo se registraron 2,7 mm. El segundo se extendió desde el 3-2-06 al 23-2-06, y en el mismo las precipitaciones totalizaron sólo 0,4 mm. Los estados fenológicos críticos (R3-R5) del cultivo de soja del ensayo se alcanzaron entre principios de marzo y principios de abril, por lo que no fueron afectados por estos períodos de déficit hídrico.

**Cuadro 1.** Precipitaciones mensuales registradas en Pergamino durante la campaña 2005/06

Mes	Precipitaciones (mm) <sup>(*)</sup>	
	Campaña 2005/06	Promedio histórico (Periodo 1910-2004)
Agosto	41,9	41,0
Septiembre	45,7	55,4
Octubre	59,9	105,6
Noviembre	114,0	100,9
Diciembre	36,9	105,5
Enero	131,1	108,2
Febrero	102,8	101,6
Marzo	90,7	126,1
Abril	92,3	98,6
Mayo	2,8	60,4

(\*) Datos del Observatorio Agrometeorológico de la EEA-INTA Pergamino

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados de los análisis de suelo se detallan en el Cuadro 2. Con la excepción del P disponible, en general no se observan diferencias entre los tratamientos de fósforo para los distintos parámetros y nutrientes evaluados. Los valores de fósforo en suelo reflejan una buena disponibilidad en ambos tratamientos, siendo ésta algo superior para el P anual. La materia orgánica, el nitrógeno total y el pH presentan valores corrientes para los suelos de la zona sometidos a usos agrícolas prolongados, mientras que la capacidad de intercambio catiónico mostró resultados algo inferiores a los esperados. Las dotaciones de potasio, calcio y magnesio pueden considerarse elevadas, del mismo modo que las de cobre y boro. En el caso del zinc, los valores encontrados se ubican dentro del rango de umbrales críticos reportados en la literatura internacional (0,5-1,0 ppm).

**Cuadro 2.** Resultados de los análisis de suelo (0-20 cm) en muestras tomadas previo a la fertilización y siembra del cultivo de soja

Propiedad	Tratamiento de Fósforo	
	P anual	P rotación
Materia orgánica (%)	2,96	2,98
P disponible (ppm)	23,6	19,7
pH en H <sub>2</sub> O	5,5	5,6
Nitrógeno total (%)	0,136	0,135
CIC (meq/100 g) (#)	16,6	16,5
Potasio (ppm)	496	486
Magnesio (ppm)	177	177
Calcio (ppm)	1256	1203
Sodio (ppm)	31,4	30,1
Zinc (ppm)	0,70	0,68
Cobre (ppm)	1,34	1,21
Boro (ppm)	0,96	0,99

(#) Capacidad de intercambio catiónico

A pesar de la fecha de siembra tardía, los rendimientos de grano obtenidos en el ensayo alcanzaron valores aceptables (Cuadro 3), en particular si se los compara con los niveles de productividad del cultivo registrados en la zona en una campaña caracterizada por una intensa condición de sequía. Las plantas alcanzaron una altura final de 70-80 cm, según el tratamiento, y en las mejores parcelas llegaron prácticamente a cerrar el entresurco, si bien algo después de la floración. Este activo crecimiento del cultivo, unido al favorable régimen de lluvias durante el período crítico, permitió así lograr buenos rendimientos de grano.

**Cuadro 3.** Rendimientos medios de grano de soja obtenidos con los distintos tratamientos de fertilización

Tratamiento	Rendimiento de grano (kg/ha)
P anual – N0S0	2516
P anual – N1S0	2498
P anual – N0S1	2517
P anual – N1S1	2617
P rotación – N0S0	2583
P rotación – N1S0	2603
P rotación – N0S1	2606
P rotación – N1S1	2620

El análisis de variancia de los rendimientos arrojó resultados no significativos tanto para las interacciones entre tratamientos como para los efectos simples de cada uno de ellos (Cuadro 4). Durante el ciclo del cultivo fue posible apreciar diferencias visuales (en altura, vigor de planta y en algunos casos también en color) entre tratamientos, especialmente entre las subparcelas N0S0 (peor estado) y las N1S1 (mejor estado) dentro de la misma parcela mayor. Estas diferencias, sin embargo, no se manifestaron en forma consistente en todos los bloques y tendieron a hacerse menos marcadas a medida que el cultivo avanzó en sus estadios reproductivos. Finalmente, como fuera

expresado, el distinto aspecto visual de los tratamientos no se tradujo en diferencias significativas de rendimiento de grano.

**Cuadro 4.** Análisis de variancia de los rendimientos de grano

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Probabilidad
Bloque	3	19966,3	6655,4	0,3387	NS
Fósforo (A)	1	34518,8	34518,8	1,7565	0,2770
Error (a)	3	58955,1	19651,7		
Nitrógeno (B)	1	6815,3	6815,3	0,5211	NS
Azufre (C)	1	12680,3	12680,3	0,9696	NS
P x N (A x B)	1	1140,0	1140,0	0,0872	NS
P x S (A x C)	1	3220,0	3220,0	0,2462	NS
N x S (B x C)	1	6356,3	6356,3	0,4860	NS
P x N x S (A x B x C)	1	7657,0	7657,0	0,5855	NS
Error (b)	18	235397,8	13077,7		
Total	31	386707,0			
Coeficiente de variación (%)	4,45				

La ausencia de diferencias de rendimiento entre los tratamientos de fósforo era esperable en base a los altos valores de P disponible en el suelo determinados tanto en las parcelas P anual como en las P rotación (Cuadro 2) y a las elevadas dosis de fertilizante fosfatado aplicadas en ambos casos. Para el cultivo de soja, los niveles críticos de P disponible (Bray y Kurtz N°1) en el espesor 0-20 cm encontrados en la región oscilan entre 10 y 13 ppm, los cuales fueron ampliamente superados por los valores medidos en este ensayo. La falta de un testigo para los tratamientos con fósforo (esto es, parcelas en las que no se apliquen fertilizantes fosfatados a lo largo de toda la secuencia de cultivos) en el diseño del experimento impide realizar una mejor interpretación del efecto de este nutriente sobre la productividad de los cultivos.

Si bien en la campaña informada no se realizaron análisis de S-sulfatos en el suelo, diversos estudios conducidos en la región revelan la escasa utilidad de esta herramienta para predecir la respuesta de los cultivos a la fertilización azufrada. La ausencia de respuesta a azufre registrada en la soja del ciclo 2005/06 contrasta con los resultados obtenidos en cultivos previos de este mismo experimento (por ejemplo, en maíz) y podría deberse al aporte de sulfatos por mineralización de las reservas orgánicas del suelo que pudo haber tenido lugar durante la campaña bajo estudio. Este proceso, promovido por un barbecho extenso y por condiciones de humedad y temperatura favorables durante la segunda parte del ciclo de la soja, podría así haber realizado contribuciones de importancia para la nutrición del cultivo, el que debido al nivel medio de rendimientos alcanzado no habría presentado demandas elevadas de este nutriente.

Por último, en un cultivo de soja adecuadamente inoculado la no manifestación de respuestas en rendimiento a una eventual mayor dotación de nitratos residuales en el suelo (tratamientos N1 vs. N0) es el resultado esperado.

#### 4. CONCLUSIONES

Durante la campaña 2005/06, los rendimientos de grano del cultivo de soja de primera no fueron afectados por los distintos tratamientos de fósforo, nitrógeno y azufre ensayados.

Los efectos acumulados de los tratamientos de fertilización fosfatada desde el comienzo del ensayo resultaron en valores de P disponible en el suelo algo superiores en las parcelas P anual respecto a los hallados en las parcelas P rotación.