

Midiendo Respuestas en Soja y Maíz

*Ings. Alberto Montesano y Alejandro Salomón, UEE INTA Río Cuarto;
Ing. Damián Teramo, asesor privado,
y Lic. Beatriz Masiero, EEA INTA Marcos Juárez.*

dar respuesta a la creciente demanda de información respecto de la fertilización en soja y maíz, técnicos del VTA y asesores privados llevaron adelante en Río Cuarto interesantes trabajos, introduciendo nutrientes y tratamientos poco usuales en la región.

El objetivo de evaluar la respuesta a la fertilización sólida a distintas fuentes y dosis, así como a la fertilización foliar con nutrientes, técnicos de la UEE del INTA Río Cuarto diseñaron interesantes ensayos con soja y maíz en lotes ubicados en la zona de Arranquita, que venían de 10 años de agricultura continua (Tabla 1).

Los trabajos dirigidos a medir las respuestas a estas tecnologías en el cultivo de soja, el fertilizante a la siembra se aplicó en forma localizada al costado y por debajo de la semilla, contemplando distintas dosis y combinaciones de fósforo, nitrógeno, azufre y calcio. La fertilización foliar, en tanto, se realizó al estado de cinco hojas verdaderas (V5) con un pulverizador autopropulsado y consistió, en todos los casos, en la aplicación de 3 litros de boro y molibdeno por hectárea. Las fuentes de nutrientes utilizadas fueron: urea, fosfato diamónico, super fosfato triple, granulado super soja (0-18-0+11S+18Ca), granulado 15-30-0+9S+7 Ca y fertilizante foliar Euroleader Bmo (Tabla 2).

Al evaluar el rendimiento físico de las distintas estrategias de fertilización empleadas, se comprobó que los tres tratamientos experimentalmente superiores al testigo absoluto (T10; T12 y T8) combinaron una fertilización de base de fósforo, azufre y calcio, con una aplicación de boro y molibdeno (Tabla 3). Así puede verse que las mayores respuestas se lograron cuando se aplicó a la siembra 10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca y 3 lts/ha Bmo, al obtenerse 3.391 kg/ha de soja a cosecha, superando en 657 kg/ha al testigo sin ningún tipo de fertilización. Del análisis de los resultados, también cabe destacar el tratamiento que incluyó 21,6 kg.P + 13,2 kg.S + Ca y 3 lts/ha Bmo, con el que se obtuvo 3.335 kg/ha de soja, 601 kg/ha más que el testigo y 167 kg/ha más que el tratamiento 11 que tuvo la misma fertilización a la siembra, pero no se le aplicó los 3 lts./ha de Bmo. Esto muestra claramente la respuesta a la fertilización foliar. Por último, también cabe destacar el lote que contó con 22,5 kg.N + 45 kg.P + 13,5 kg S + Ca y 3 lts/ha Bmo, con 3.188 kg/ha de rendimiento. (Figura 1).

Por otro lado, al medir el efecto de la fertilización foliar con boro y molibdeno combinada con las distintas fertilizaciones de base empleadas, las respuestas obtenidas muestran un comportamiento errático y en ninguno de los casos las diferencias son estadísticamente significativas (Figura 2).

Al evaluar los resultados económicos de los distintas estrategias, en el caso de la soja se destacan los tratamientos 9 y 10 con los mayores beneficios y ganancias por capital invertido (\$gan./\$ inv.), ante el bajo costo de la técnica y los muy buenos rendimientos obtenidos. En el primer caso (T9), con aplicaciones de 10,8 kg/ha de P = 6,6 kg/ha S + Ca, se obtuvo un beneficio de 42,62 \$/ha, con una ganancia de \$ 2,73 por cada peso invertido. En el segundo caso (T10) en tanto, la fertilización a la siembra fue la misma, pero contó además con una fertilización foliar, con lo cual si bien el beneficio por hectárea fue superior (\$ 51,43), la ganancia por peso invertido se redujo a \$ 1,09 por el costo de esta práctica adicional.

Respuestas en maíz

En las mismas condiciones de suelo y ambiente se implantó el maíz. Aquí, el fertilizante a la siembra se aplicó en forma localizada al costado y por debajo de la semilla, mientras que la fertilización foliar se realizó con un pulverizador equipado con pastillas de baja deriva y 150 lts./ha. de agua, a las 6 hojas verdaderas. Las fuentes de nutrientes utilizadas fueron urea, fosfato diamónico, granulado 15-30-0+9S+7Ca y fertilizante foliar líquido Maíz Leader PZn. (Tabla 5)

Al evaluar los rendimientos físicos, lo primero que surge del análisis es el buen rinde del testigo con respecto a los rendimientos obtenidos en la zona, hecho que los autores del trabajo atribuyen a la muy buena disponibilidad de agua desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo hasta madurez fisiológica. De todos modos, fue superados ampliamente por todos los tratamientos fertilizados (Tabla 6). Dentro de estos últimos, las mayores respuestas productivas se obtuvieron cuando se aplicó 41 kg.N + 46 kg.P y una fertilización foliar con 3 lts/ha de PZn. Con esta estrategia se logró a cosecha un rendimiento de 7.654 kg/ha, nada menos que 1.432 kg/ha más que el testigo y 188 kg/ha por arriba del tratamiento 6 que si bien tuvo la misma fertilización a la siembra no tuvo fertilización foliar (Gráfico 3) .

otras conclusiones del trabajo, puede apreciarse también visibles incrementos con respecto al testigo (6222 kg/ha.) en los tratamientos T2 (6955 kg./ha.) y T3 (7347 kg.), de 11,78 % y 18,08 %, respectivamente. Por el contrario, cuando además de la dosis de N 46 kg./ha se aplicaron 45 kg./ha. de fósforo (T4 vs T2 y T6 vs T3) no se lograron incrementos de rinde, atribuible a la gran limitante nitrógeno que caracterizó el desarrollo del cultivo. Lo mismo ocurrió cuando además de los nutrientes anunciados se agregaron 14 kg./ha. de S (T9 vs T4).

En cuanto a considerar es la eficiencia del uso del nitrógeno lograda para los diferentes tratamientos. Si se calcula el incremento de rendimiento producido por la adición de este fertilizante, se observa una alta eficiencia en el uso de este elemento a bajas dosis. A su vez este parámetro mejora ante el agregado de un nutriente adicional (P y P+PZn) (Gráfico 4).

En cuanto a la fertilización foliar, se observa que en los lotes de maíz tratados con bajas dosis de nitrógeno la respuesta al riego del fertilizante foliar es nula o negativa. En cambio, cuando la dosis de nitrógeno aumenta la respuesta al fertilizante foliar es positiva, aunque ninguna de las diferencias sean significativas (Gráfico 5).

Finalmente, desde el punto de vista económico, en el caso del maíz la mayor ganancia por peso invertido se observó con aplicaciones de 22,5 kg/ha de nitrógeno (T2) y fue de 3,18 pesos, arrojando un beneficio por hectárea de 31,76 pesos (Tabla 7). En los lotes que se hicieron aplicaciones de fósforos si bien se contabilizaron ingresos extras significativamente importantes por el mayor rinde, se elevó el costo de la técnica, ocasionando recortes considerables en los beneficios económicos ante el bajo precio del cereal. Igual tendencia se observó con las aplicaciones foliares. (Gráfico 6).

Tabla 1 - Resultados del análisis de suelo.

Fecha	Profundidad (cm)	NO3 (ppm)	P (ppm)	SO4 (ppm)	MO %	pH
22-11-99	0 - 20	11	5	13	1.94	6.28
	20 - 40	6	2,5	7,33	1.28	6.79
	40 - 60	11,8	5	6	1.27	6.73
	60 - 80	10	5	2	1.24	7.39

Tabla 2 - Diseño de los tratamientos

Tratamientos	Fertilización a la siembra	Fertilización foliar
1	Testigo	
2	-	3 lts./ha. BMo
3	46 kg. P	
4	46 kg. P	3 lts./ha. BMo
5	18 kg. N + 46 kg. P	
6	18 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. BMo
7	22,5 kg. N + 45 kg. P + 13,5 kg. S + Ca	
8	22,5 kg. N + 45 kg. P + 13,5 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo
9	10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca	
10	10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo
11	21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca	

12	21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo
----	------------------------------	----------------

Tabla 3 - Rendimiento de soja obtenido en cada tratamiento

Trat.	Fertilización a la siembra	Fertilización foliar	Rendimiento (kg./ha.)	
10	10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	3391	a
12	21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	3335	a
8	22,5 kg. N + 45 kg. P + 13,5 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	3188	a
11	21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca		3168	ab
7	22,5 kg. N + 45 kg. P + 13,5 kg. S + Ca		3137	ab
5	18 kg. N + 46 kg. P		3134	ab
9	10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca		3123	abc
4	46 kg. P	3 lts./ha. BMo	3107	abc
3	46 kg. P		3069	abc
6	18 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. BMo	3056	abc
1	Testigo		2734	bc
2	-	3 lts./ha. BMo	2681	c

C.V.= 6,5 % LSD ($\alpha=0,05$) mínima diferencia significativa = 444,69 Kg./ha.

Los tratamientos con la misma letra en el sentido vertical no difieren estadísticamente según test LSD ($\alpha=0,05$)

Gráfico N°1: Rendimientos de soja obtenidos según tratamientos

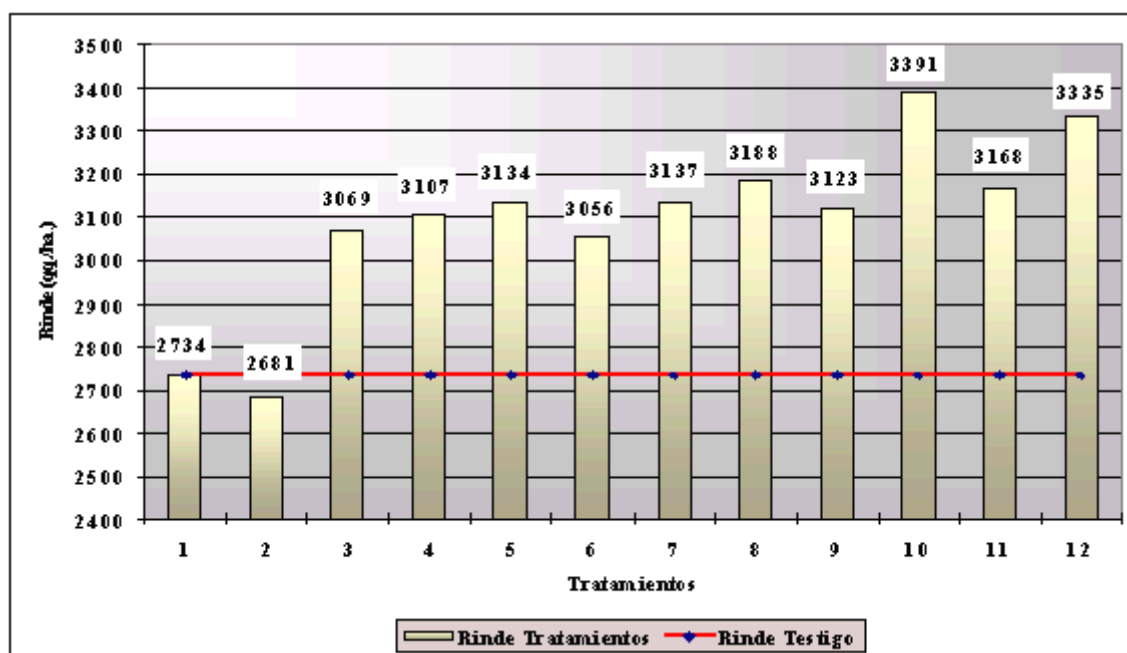


Gráfico N° 2 - Efecto de la fertilización foliar con boro y molibdeno en soja

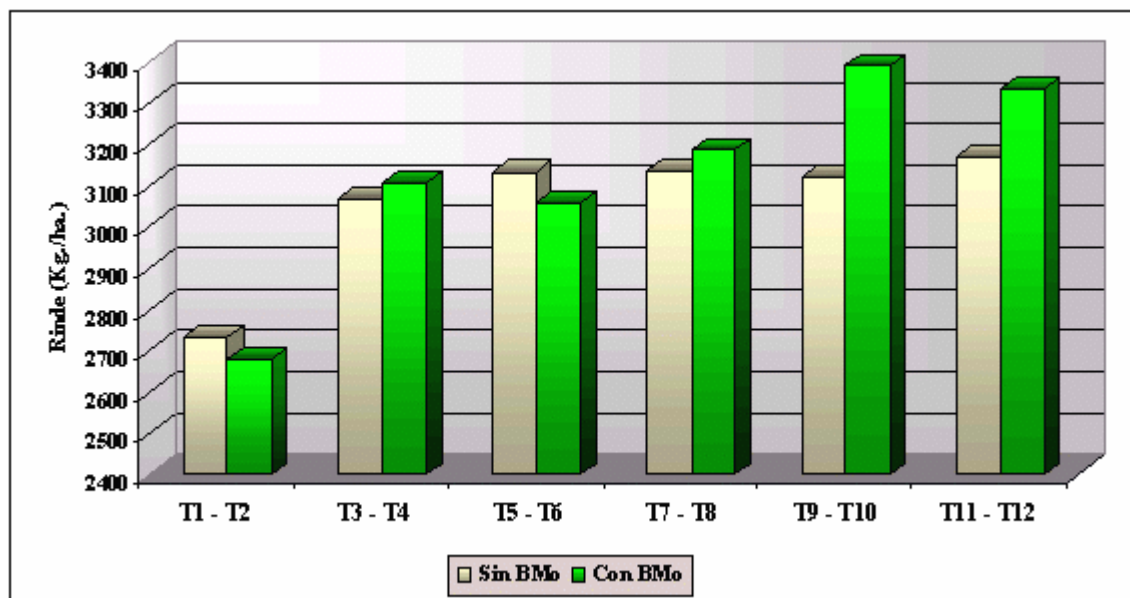


Tabla 4 - Resultado económico en soja

Fertilización a la siembra	Fertilización foliar	Ingreso adicional (\$/ha.)	Costo de la técnica (\$/ha.)	Beneficio (\$/ha.)	\$gan./\$inv.
Testigo					
	3 lts./ha. BMo	-8,07	31.50	-39,57	-1,26
46 kg. P		50,20	32.00	18,20	0,57
46 kg. P	3 lts./ha. BMo	55,88	63.50	-7,63	-0,12
18 kg. N + 46 kg. P		59,98	34.50	25,48	0,74
18 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. BMo	48,24	66.00	-17,76	-0,27
22,5 kg. N+45 kg. P+13,5 kg. S + Ca		60,38	56.85	3,53	0,06
22,5 kg. N+45 kg. P+13,5 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	68,01	88.35	-20,34	-0,23
10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca		58,22	15.60	42,62	2,73
10,8 kg. P + 6,6 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	98,53	47.10	51,43	1,09
21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca		65,07	31.20	33,87	1,09
21,6 kg. P + 13,2 kg. S + Ca	3 lts./ha. BMo	90,11	62.70	27,41	0,44

Se considero un precio de bolsillo para la soja de 15 \$/qq. y los siguientes precios de los fertilizantes: fosfato diamónico \$/tn. 345; super fosfato triple \$/tn. 320; granulado super soja \$/tn 260; granulado 15-30 \$/tn 379 y euroleader BMo \$/lt. 10,50.

Tabla 5 - Diseño de los tratamientos en maíz.

Tratamientos	Fertilización a la siembra	Fertilización foliar
1	Testigo	
2	23 kg. N	
3	46 kg. N	
4	18 kg. N + 46 kg. P	
5	18 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.
6	41 kg. N + 46 kg. P	
7	41 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.
8	11 kg. N + 22 kg. P + 7 kg. S + Ca	
9	22 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca	
10	22 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca	3 lts./ha. PZn.

Tabla 6 - Rendimiento de maíz obtenido para cada tratamiento.

Trat.	Fertilización a la siembra	Fertilización foliar	Rendimiento (kg./ha.)	
7	41 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.	7654	a
6	41 kg. N + 46 kg. P		7466	a
3	46 kg. N		7347	a
4	18 kg. N + 46 kg. P		7076	ab
9	22 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca		7075	ab
5	18 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.	7063	ab
2	23 kg. N		6955	ab
8	11 kg. N + 22 kg. P + 7 kg. S + Ca		6877	ab
10	22 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca	3 lts./ha. PZn.	6726	ab
1	Testigo		6222	b

C.V.= 6,5 % LSD (a = 0,05) mínima diferencia significativa = 444,69 Kg./ha.

Los tratamientos con la misma letra en el sentido vertical no difieren estadísticamente según test LSD (a = 0,05)

Gráfico N°3: Rendimientos de maíz obtenidos según tratamientos

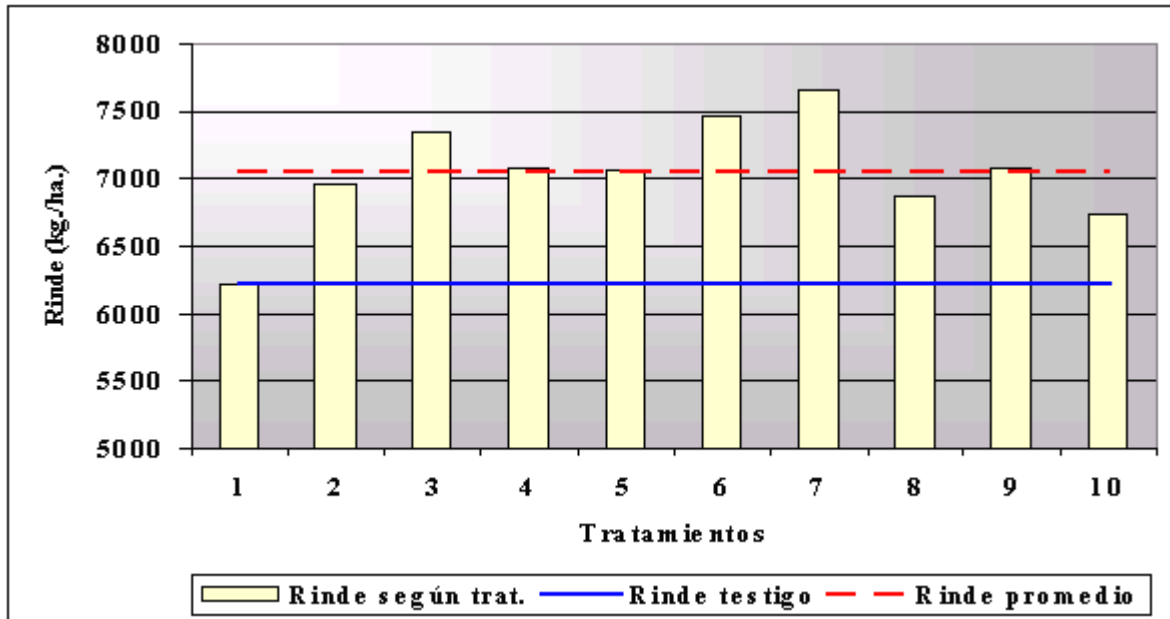


Gráfico N° 4: Eficiencia de uso del Nitrógeno en maíz

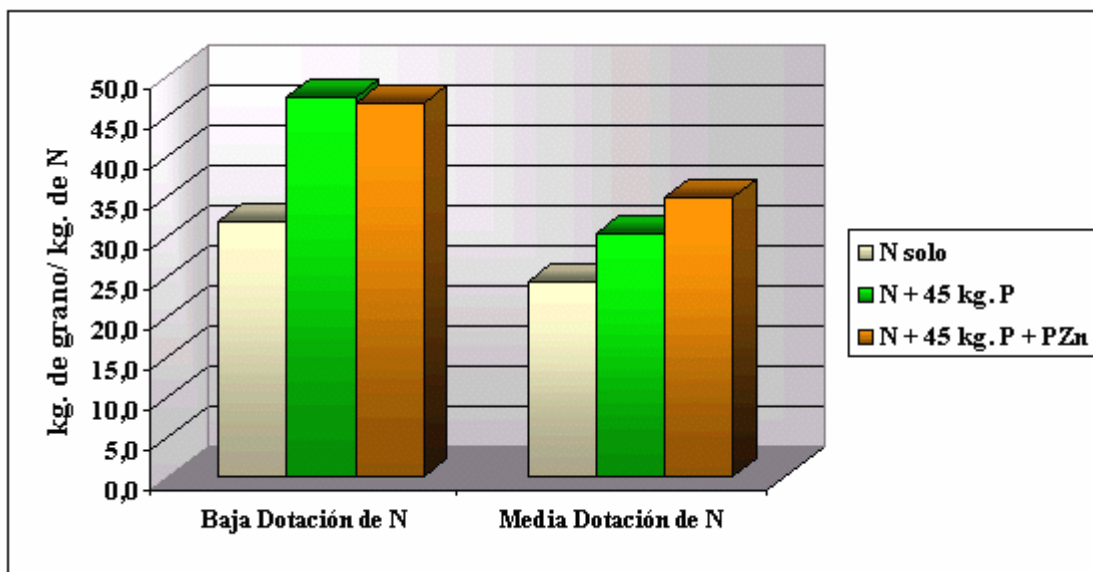


Gráfico N° 5: Efecto de la fertilización foliar en maíz.

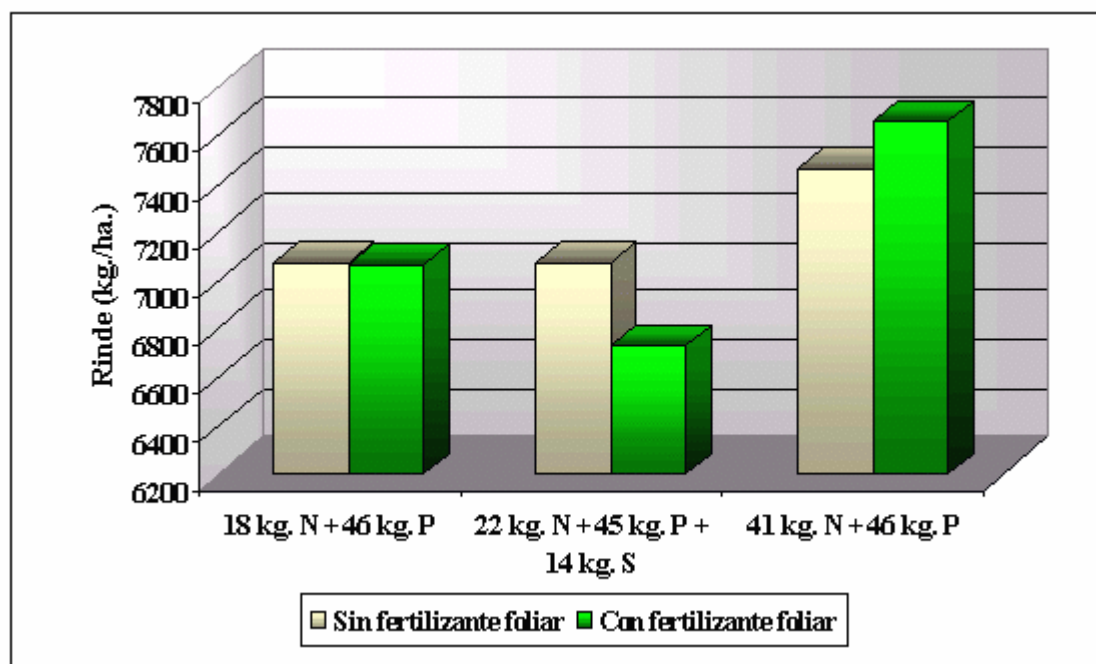


Tabla 7- Análisis económico según tratamientos en maíz.

Fertilización a la siembra	Fertilización foliar	Ingreso adicional (\$/ha.)	Costo de la técnica (\$/ha.)	Beneficio (\$/ha.)	\$gan./\$inv.
estigo					
3 kg. N		41,76	10,00	31,76	3,18
6 kg. N		64,13	20,00	44,13	2,21
8 kg. N + 46 kg. P		48,64	34,50	14,14	0,41
8 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.	47,91	63,75	-15,84	-0,25
11 kg. N + 46 kg. P		70,89	44,50	26,39	0,59
11 kg. N + 46 kg. P	3 lts./ha. PZn.	81,58	73,75	7,83	0,11
11 kg. N + 22 kg. P + 7 kg. S + Ca		37,34	28,43	8,91	0,31
12 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca		48,60	56,85	-8,25	-0,15
12 kg. N + 45 kg. P + 14 kg. S + Ca	3 lts./ha. PZn.	28,74	86,10	-57,36	-0,67

Se consideró un precio de bolsillo para el maíz de 5,7 \$/qq y los siguientes precios de los fertilizantes: urea \$/tn. 200, fosfato diamónico \$/tn 345, granulado 15-30-0+9S+7Ca \$/tn. 379 y fertilizante foliar Maíz Leader PZn \$/lt. 9,75.

Gráfico 6 - Costo y beneficio de la fertilización en maíz.

