



Evaluación de alternativas de fertilización a largo plazo

Vicente Gudelj, Carlos Galarza, Gabriel Espoturno (*), Olga Gudelj, Pedro Vallone, Alejandro Saavedra (*), Hugo Ghío (), M. Boll (***)**, L. Martín (***)**, Fernando García(****) - Area Suelos y Producción Vegetal. (*) Area Desarrollo Rural. (**) AAPRESID. (***) Agro Servicios Pampeanos. (****) INPOFOS. - Mar. 2004**

Tabla de contenido:

[Objetivo - finalidad] [Materiales y métodos] [Resultados] [Conclusiones][Bibliografía]

En el año 1986 en un suelo argiudol típico, serie Hansen de la localidad de Camilo Aldao, se comenzó una experiencia comparativa entre dos alternativas de implantación de cultivos para la secuencia maíz - trigo/soja - soja. Una de las alternativas, Labranzas combinadas (LC) que se recomendaba en ese entonces, utilizaba labranza mínima para trigo, labranza vertical para soja y maíz y siembra directa para soja de segunda. En la otra todos los cultivos se implantaban en siembra directa continua (SDC). El objetivo era ver como evolucionaban los rendimientos y algunas propiedades físicas y químicas del suelo.

La experiencia culminó en el año 2002 y los resultados, presentados en el X Congreso de AAPRESID (1), indicaron un 3,4 % más de rendimiento en (SDC) en promedio de todos los cultivos, y esa diferencia aumenta hasta el 43,4 % a favor de (SDC) cuando se la compara con los rendimientos promedio obtenidos, para los mismos años y cultivos, en el área núcleo agrícola, esto es norte de Buenos Aires, sur de Santa fe y este de Córdoba.

La evolución de las propiedades químicas del suelo y del balance de nutrientes estimado indicaron que el aporte vía fertilizantes utilizado resultó insuficiente para las producciones obtenidas y que éstas se lograron debido a un buen manejo del agua pero en parte en parte a expensas del aporte de nutrientes del suelo. En superficie, 0-5 cm los valores de materia orgánica aumentaron en SDC, pero comparando la situación inicial con la final, de 0 a 30 cm de profundidad, se observó una disminución en los valores de materia orgánica.

La evolución de las propiedades físicas mostraron a la siembra directa continua como un sistema que mantiene al suelo con una mejor condición estructural respecto de la labranza combinada. Si bien se observó un aumento de la densidad aparente, ésta siempre se mantuvo debajo de los valores considerados críticos para el tipo de suelos donde se realizó la experiencia. Además, luego de varios años se observó que los valores en superficie tendieron a disminuir. Debido a estos resultados surgió la necesidad de comenzar otras experiencias para responder a la siguiente hipótesis: Con siembra directa continua, adecuada secuencia de cultivos y restituyendo los nutrientes que se llevan los granos los valores de materia orgánica tendrán una tendencia positiva con lo cual mejorara la calidad del suelo y en consecuencia el rendimiento de los cultivos.

Objetivo

Evaluar las características físicas y químicas del suelo y el rendimiento de los cultivos ante distintas alternativas de fertilización cuando se utiliza la secuencia M-T/S implantada en siembra directa.

Finalidad

Mejorar la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos.

Materiales y métodos

Las experiencias se realizan en dos lotes de la serie de suelo Hansen con diferentes historias agrícolas, propiedad del Sr. Hugo Ghío.

A. Lote "Don Osvaldo" Camilo Aldao: de 31 años de agricultura continua (en los últimos 100 años sólo contó

con dos pasturas base alfalfa, la última de las cuales se roturó en 1968)

- Última labranza: cincel para el trigo 1996/97
- Último cultivo: Trigo/Soja: 3363 Kg/ha / 3304 Kg/ha.

B. Lote "Los Chañaritos" Corral de Bustos: de más de 10 años de agricultura continua.

- Último cultivo: Maíz: 10119 Kg/ha.

Los tratamientos que se evalúan son los siguientes:

- Testigo
- Azufre (S)
- Nitrogeno (N) + fósforo (P)
- N
- N + P + S diagnóstico (dg)
- N + P + S de reposición (rp) + micronutrientes
- N + P + S de reposición

Reposición: cantidad de nutrientes que se llevan los granos.

Diagnóstico: cantidad de nutriente estimado como necesario para maximizar retorno económico teniendo en cuenta análisis de suelo, mineralización durante el ciclo del cultivo, historia del lote y condiciones hídricas presentes y futuras.

Las evaluaciones que se realizan periódicamente son las siguientes:

- Propiedades químicas del suelo: Materia Orgánica; Nitrógeno total; NO₃; Potasio; Fósforo asimilable; Azufre extractable; calcio; Magnesio; Micronutrientes.; pH; C.I.C.
- Propiedades físicas del suelo: Densidad aparente y Estabilidad de agregados.
- Rendimientos.

Situación inicial: el 22/09/1998 se tomaron muestras de suelo en el lote "Los Chañaritos" y se sembró maíz como cultivo inicial; y el 25/08/99 en el lote "Don Osvaldo" implantándose como primer cultivo maíz en Septiembre de 1999.

Resultados

Se presentan los resultados de rendimientos, respuesta a la fertilización, balance de nutrientes y análisis económico de los distintos tratamientos en cada sitio. El análisis de la evolución de propiedades físicas y químicas de suelo no se presentan por entender que se necesita acumular una mayor cantidad de años de la experiencia para poder hacerlo.

En el cuadro 1 se presentan las precipitaciones ocurridas en los diferentes ciclos en cada sitio.

Cuadro 1: Precipitaciones en cada ciclo y sitio

	99/00		00/01		01/02		02/03	
	Cultivo	Precip. (mm)	Cultivo	Precip. (mm)	Cultivo	Precip. (mm)	Cultivo	Precip. (mm)
Los Chañaritos	T/S	164/381	M	469	T/S	233/498	M	838
Don Osvaldo	M	355	T/S	278/529	M	598	T/S	227/637

En el cuadro 2 se presentan los resultados de rendimientos obtenidos con cada tratamiento en cada ciclo y sitio evaluado.

Cuadro 2: Rendimientos obtenidos en cada ciclo y localidad

Tratam	98/99			99/00			00/01		
	Chañarito	Don Osvaldo		Chañarito		Don Osvaldo	Chañarito	Don Osvaldo	
	Maíz	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Maíz	Maíz	Trigo	Soja
Testigo	8454			2863	3245	4389	6839	1773	2558
S Diagnóstico	8277			3805	3186	6790	7405	2410	3508
NP Diagnóstico	9831			4424	2961	6024	9857	2625	2095
N Diagnóstico	9766			4852	2986	7142	9708	2333	1949
NPS Diagnóstico	10083			4776	3071	6956	10863	3294	3289
NPS Rep +micro	8834			4435	3033	8405	12554	3592	2997
NPS Rep	11013			4960	2889	8509	12464	3469	3167

Tratam	01/02			02/03			03/04		
	Chañarito		Don Osvaldo	Chañarito	Don Osvaldo		Chañarito		Don Osvaldo
	Trigo	Soja	Maíz	Maíz	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Maíz
Testigo	2065	2917	5401	9881	1830	3085	3454	*	4445
S Diagnóstico	2148	2949	7822	8810	2555	4000	4082	*	6855
NP Diagnóstico	2880	2930	8429	11667	3435	2713	6074	*	7333
N Diagnóstico	3306	2838	7809	11429	2923	2615	6123	*	7458
NPS Diagnóstico	3167	2958	10422	11905	4066	4215	6346	*	8417
NPS Rep +micro	3269	2944	12420	12083	4329	4068	7175	*	8674
NPS Rep	3333	2861	12490	12500	4200	4103	7145	*	8048

* a la fecha no se ha cosechado la soja del ensayo

En la campaña 98/99 los datos de rendimiento Trigo/Soja del establecimiento Don Osvaldo no se consideraron al haberse modificado el diseño original. En el cuadro 3 y figuras 1 y 2 se presentan los resultados de rendimiento y respuesta promedio de cuatro ciclos trigo-soja.

Cuadro 3: Promedios de rendimiento, cuatro ciclos de trigo- soja

Tratam	kg/ha nutrientes			Trigo		Soja	
	N	P	S	Promedio 4 campañas			
				Rend	Dif.	Rend	Dif.
T	0	0	0	2133	0	2951	0
S	17	0	20	2730	597	3411	460

NP	74	40	8	3341	1208	2675	-277
N	96	0	8	3354	1221	2597	-354
NPS Diag.	76	40	20	3826	1693	3383	432
ASP	172	68	21	3906	1774	3261	309
NPS Rep	192	68	25	3991	1858	3255	304

En la figura 1, se puede apreciar que hubo respuesta del cultivo de trigo a la aplicación de N y S pero no a P. En soja se observa una clara respuesta a la aplicación de S e incluso la aplicación de N o N + P tuvieron una respuesta negativa, figura 2.

Figura 1

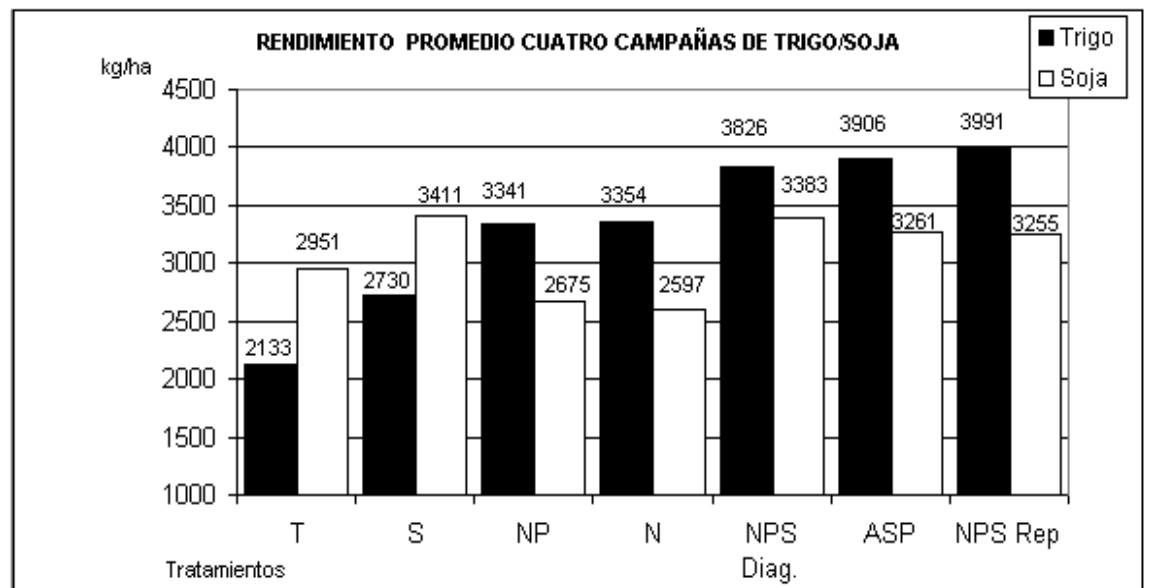
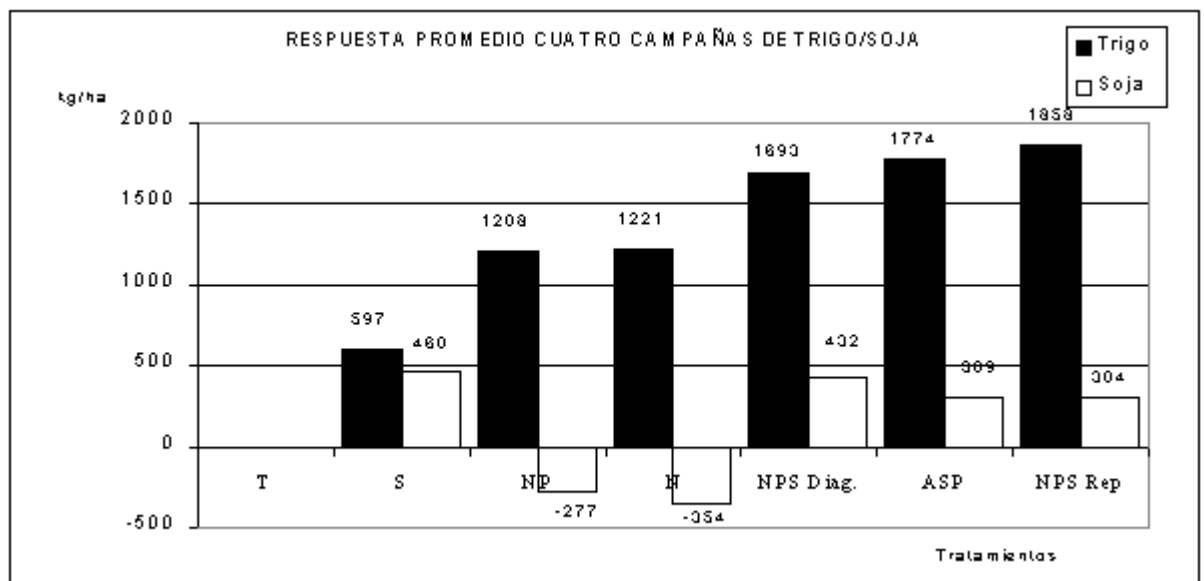


Figura 2

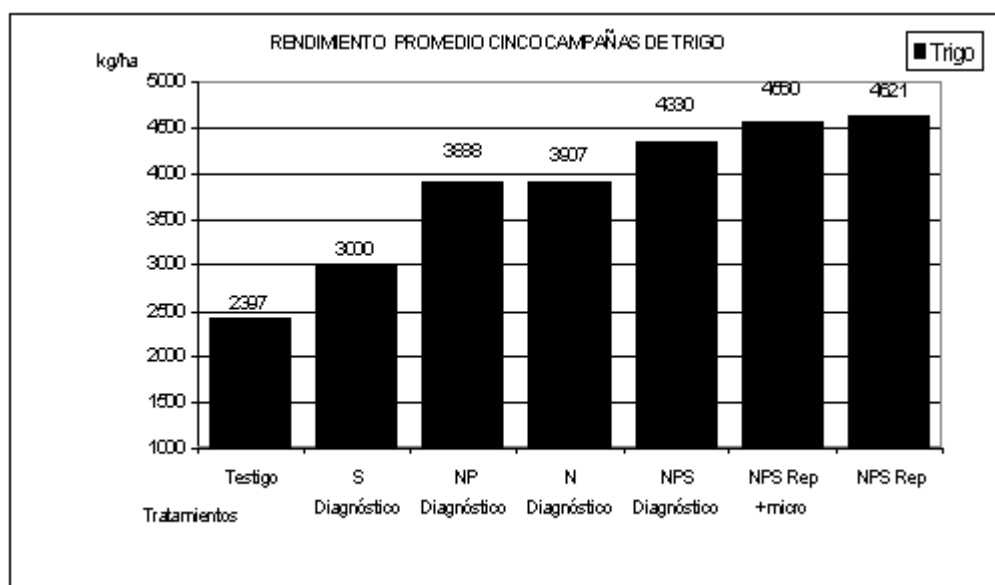


En el cuadro 4 y en la figura 3 se muestra el promedio para 5 años del cultivo de trigo, incluyendo los resultado de los rendimientos del ciclo 2003-2004, y se puede observar nuevamente la respuesta a N y S pero no a P.

Cuadro 4: Promedios de cinco ciclos del cultivo de trigo

Tratam	kg/ha nutrientes			TRIGO	
	N	P	S	5 CAMPAÑAS	
				Rend	Dif.
Testigo	0	0	0	2397	0
S Diagnóstico	16	0	19	3000	603
NP Diagnóstico	75	41	0	3888	1491
N Diagnóstico	93	0	0	3907	1510
NPS Diagnóstico	77	41	19	4330	1933
NPS Rep +micro	173	69	22	4560	2163
NPS Rep	186	69	25	4621	2224

Figura 3.



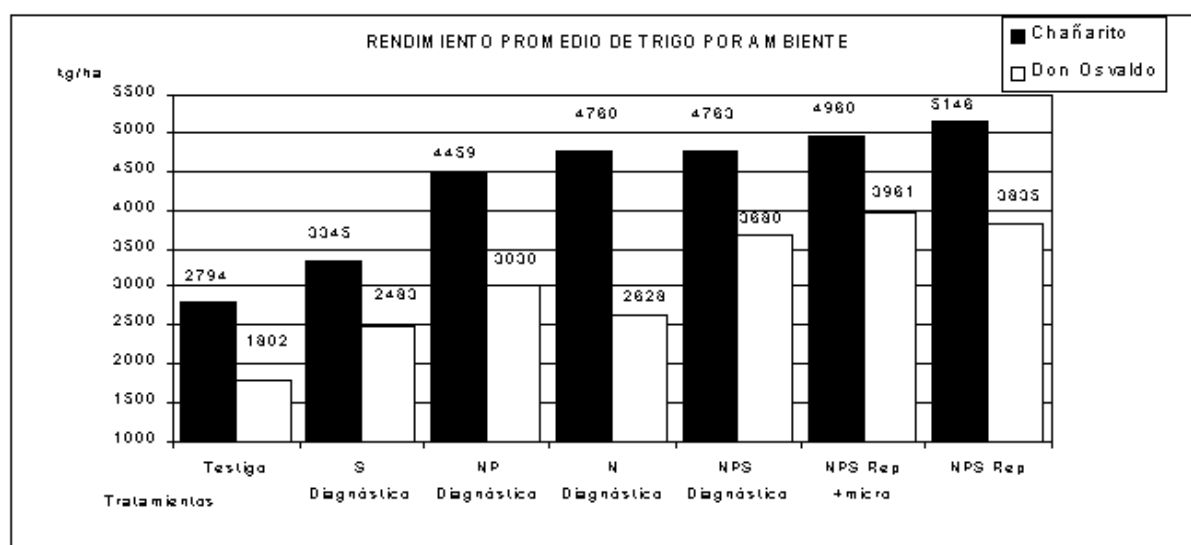
En el cuadro 5 se muestra el rendimiento y respuesta promedio por ambiente.

Cuadro 5.

	Tratam.				Chañarito				Don Osvaldo			
	Maiz		Trigo		Soja		Maiz		Trigo		Soja	
	Rend	Dif	Rend	Dif	Rend	Dif	Rend	Dif	Rend	Dif	Rend	Dif
T	8391	0	2794	0	3081	0	4745	0	1802	0	2822	0
S	8164	-227	3345	551	3068	-14	7156	2411	2483	681	3754	933
NP	10452	2060	4459	1665	2946	-136	7262	2517	3030	1229	2404	-418
N	10301	1910	4760	1966	2912	-169	7470	2725	2628	827	2282	-540
NPS												
Diagnós.	10950	2559	4763	1969	3015	-67	8598	3853	3680	1879	3752	931
NPS												
Rep												
+micro	11157	2766	4960	2166	2989	-93	9833	3088	3961	2159	3533	711
NPS												
Rep	11992	3601	5146	2352	2875	-206	9682	4937	3835	2033	3635	814

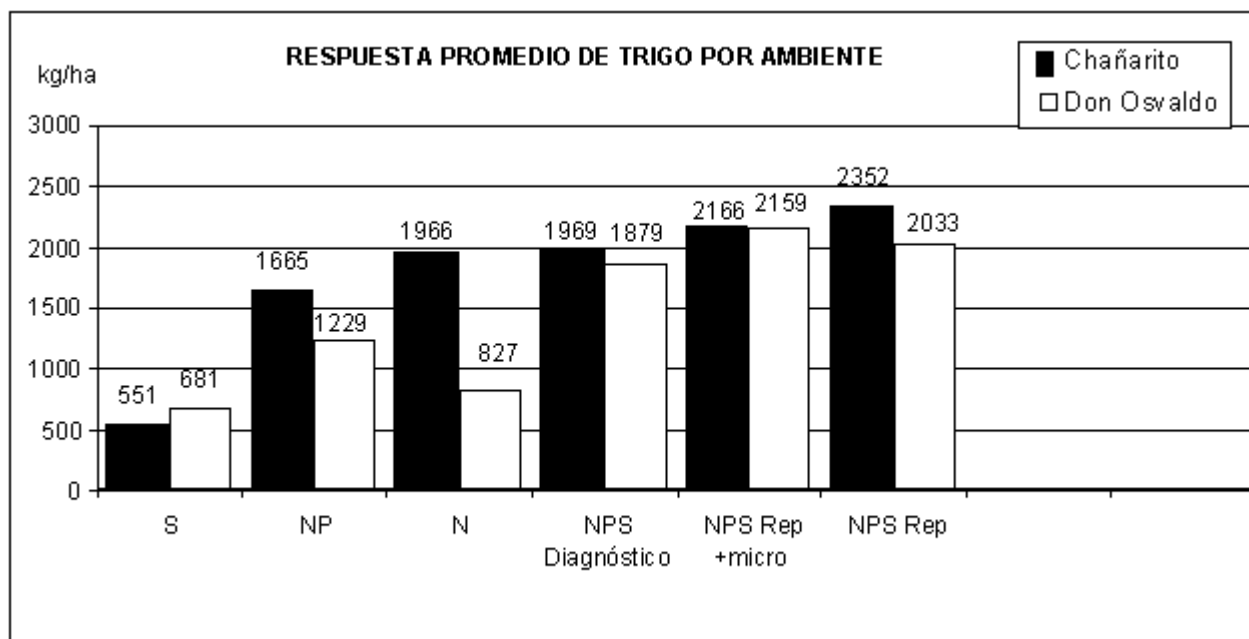
En las figuras 4 y 5 se muestra el rendimiento promedio y la respuesta promedio por ambiente para el cultivo de trigo. Se puede observar que en el ambiente con mayor agriculturización, "Don Osvaldo", hay respuesta a N, P y S, mientras que el ambiente con menos años de agricultura, "Los Chañaritos" la respuesta es a N, pero en los tratamientos de reposición donde se fertiliza con altas dosis de los tres nutrientes la respuesta es mayor.

Figura 4



En las figuras 6 y 7 se muestra el rendimiento y la respuesta promedio de soja de segunda por ambiente. En los Chañaritos, no se observa respuesta a la fertilización e incluso el tratamiento testigo es el que "mejor" rindió. Esto podría estar asociado a que el menor rendimiento del trigo antecesor en el tratamiento testigo halla posibilitado un mayor remanente de agua en el perfil para la soja de segunda. En el ambiente de "Don Osvaldo" se observa una clara respuesta a la fertilización con azufre.

Figura 5.



Para cada uno de los ambientes se realizó un balance de NPS teniendo en cuenta lo exportado por los granos y lo aportado por la fertilización, e involucrando los ciclos 1999-2000 hasta 2002-2003, es decir, dos cultivos de maíz y dos cultivos de trigo/soja. Cuadros 8 y 9.

Cuadro 8: Balance de Nitrógeno, Fósforo y Azufre en la secuencia M - T/S. "Don Osvaldo" 1999 - 2003.

Tratamientos	Nutriente	Exportación (Kg/ha)	Aporte por Fertilización (kg/ha)	Balace 2 años Maíz 2 años T/S
Testigo	N	382	0	-382
	P	81	0	-81
	S	48	0	-48
S Diagnóstico	N	536	58	-478
	P	113	0	-113
	S	67	66	-1
N - P Diagnóstico	N	474	322	-152
	P	98	71	-27
	S	56	0	-56
N Diagnóstico	N	458	161	-197
	P	96	0	-96
	S	54	0	-54
N - P - S Diagnóstico	N	623	327	-305
	P	130	68	-64
	S	74	52	-22
N - P - S Reposición+ Micro	N	671	653	-18
	P	140	130	-10
	S	79	79	0
N - P - S Reposición	N	675	651	-24
	P	141	128	-13
	S	81	93	12

Cuadro 9: Balance de Nitrógeno, Fósforo y Azufre en la secuencia M - T/S. "Los Chañaritos" 1999 - 2003.

Tratamientos	Nutriente	Exportación (Kg/ha)	Aporte por Fertilización (kg/ha)	Balace 2 años Maíz
--------------	-----------	---------------------	----------------------------------	--------------------

Margen							
Bruto	872	1382	910	944	1475	1119	1407
\$/ha/año							
Reposición (%)							
N	0	11	68	57	52	97	96
P	0	0	72	0	52	93	91
K	0	0	0	0	0	5	0
S	0	98	0	0	70	100	115
Mg	0	0	0	0	0	148	0
Zn	0	0	0	0	0	100	0
B	0	0	0	0	0	100	0
Cu	0	0	0	0	0	100	0

Cuadro 11: Resultados económicos de la secuencia M-T/S y porcentaje de reposición de nutrientes - "Los Chañaritos" 1999-2003

Trat.	Testigo	S	N - P	N	N-P-S Diagnóstico	N-P-S Reposición + micros	N-P-S Reposición
Margen Bruto \$/ha/año	1268	1334	1464	1536	1563	1202	1438
Reposición (%)							
N	0	13	46	55	47	89	93
P	0	0	57	0	68	90	88
K	0	0	0	0	0	7	0
S	36	129	32	32	36	102	117
Mg	0	0	0	0	0	110	0

Zn	0	0	0	0	0	100	0
B	0	0	0	0	0	100	0
Cu	0	0	0	0	0	100	0

Conclusiones

La hipótesis del criterio de reposición desde el punto de vista del rendimiento como estrategia de fertilización de los cultivos de la secuencia, parecería ser adecuada en la medida que al comparar el tratamiento testigo con los tratamientos que reponen NPS se observa una tendencia a un balance neutro en el caso de reposición.

Se observa que el efecto ambiente tiene una marcada incidencia en los rendimientos y en la respuesta a la fertilización, tanto desde el punto de vista en cuanto a la respuesta de rendimiento en forma individual como en la respuesta cuando los nutrientes se combinan entre sí.

Desde el punto de vista físico y económico, la propuesta de reponer NPS es factible por los resultados observados hasta el momento.

Bibliografía consultada

V. Gudelj; C. Galarza; G. Espoturno; P. Vallone; O. Gudelj; B. Masiero; H. Ghio. 2002. 16 Años de experiencia de fertilización en siembra directa. Ensayo de larga duración. X Congreso Nacional de AAPRESID (1).

Ghida Daza, 2004. Comunicación personal.

Revista Agromercado Abril 2004.

INPOFOS. Informaciones Agronómicas N° 4. Diciembre 1999.

[\(volver arriba\)](#)

