

ESTADO NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merr.) EN SUELOS CON DISTINTOS NIVELES DE FOSFORO EN EL SUR DE SANTA FE

M. LAMAS⁽¹⁾, G. PRIETO⁽²⁾ Y C. RAS⁽¹⁾

Recibido: 14/09/97

Aceptado: 17/02/98

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio exploratorio para conocer el estado nutricional del cultivo de soja en suelos con distintos niveles de fósforo (P) nativo en el sur de Santa Fé. Para ello se realizó un muestreo de suelos a la siembra y de folíolos en floración en lotes de productores y se determinó el nivel de nutrientes y su relación con el rendimiento. Los niveles foliares se compararon con la bibliografía internacional.

Se encontró una correlación lineal positiva muy altamente significativa ($P < 0.001$) entre el P en suelo y el P en planta. El P foliar resultó mejor indicador de la disponibilidad de P en suelo y los rendimientos finales que el P extraíble. Los rendimientos estuvieron asociados en forma positiva con la concentración foliar hasta un valor de 0,35 % de P, correspondiente a $11 \mu\text{g g}^{-1}$ de P en suelo. En la muestra en estudio los niveles de nitrógeno (N) foliar fueron menores que los de la bibliografía internacional, y se obtuvo una relación negativa entre pH y rendimiento ($P < 0.10$).

Palabras clave: *Glycine max* (L.) Merr., P en suelo, P foliar, nivel nutricional

NUTRITIONAL CONDITION OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) MERR.) IN SOILS WITH DIFFERENT PHOSPHORUS LEVELS IN THE SOUTH OF SANTA FE

SUMMARY

Results of an exploratory study to know the nutritional condition of soybean, in soils with different levels of phosphorus (P) in the South of Santa Fe Province, are shown. Samples of soil before sowing and leaves at flowering in farmer fields were taken. Nutrient levels and its relation with yields were determined and foliar levels were compared with international bibliography.

A very highly significant positive linear correlation ($P < 0.001$) between soil and plant P was found. Foliar P was a better test of P available and final yields than extractable P. Yields were positively associated with foliar concentration up to 0,35 % P values, corresponding to $11 \mu\text{g g}^{-1}$ of soil P. Foliar N levels were lower than those of reference and a negative relation between pH and yields in the studied sample ($P < 0.10$) was found.

Key words: *Glycine max* (L.) Merr., soil P, foliar P, nutritional level

INTRODUCCION

La disminución de los parámetros de la fertilidad en la Región Pampeana Norte ha sido bien documentada por autores y organismos nacionales (Michelena *et al*, 1989; Urricariet *et al*, 1996; SAG, 1995). El cultivo de soja, muy difundido en la región acelera estos procesos debido a que es un gran exportador de fósforo (P) y potasio (K) en granos y aporta muy poca materia orgánica al suelo (Nelson, 1989).

El sur de la Provincia de Santa Fé forma parte del área agroecológicamente más apta para el cultivo de soja (Pascale *et al*, 1995), sin embargo se desconoce su estado nutricional y se carece de información para hacer recomendaciones adecuadas de fertilización (Melgar *et al*, 1995).

En la campaña 91/92 comenzamos los estudios para conocer el estado nutricional de este cultivo e indirectamente la productividad de los suelos. Para

⁽¹⁾Edafología, FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417, Capital. ⁽²⁾Agencia de Extensión Rural de Arroyo Seco, San Martín 528, 2218, Arroyo Seco, Santa Fé

llevar a cabo nuestro objetivo contamos con dos herramientas principales: el análisis del suelo y el de la planta. Habitualmente se determinan los niveles críticos de los nutrientes en los suelos para separar aquellos con probabilidad de respuesta a la fertilización. Debido a los múltiples factores que afectan el crecimiento de las plantas y el rendimiento final, el análisis de planta particularmente la concentración foliar, puede ser un mejor indicador del nutriente que estuvo disponible durante el ciclo (Kamprath y Watson, 1980).

Se sabe que en una proporción importante de estos suelos los niveles de P han disminuido como para afectar el rendimiento de otros cultivos. Para conocer en qué medida éste y otros nutrientes en el suelo afectan el rendimiento de la soja en esta zona, se realizó un estudio exploratorio. Para ello se eligieron 14 lotes de producción homogénea sobre la base de valores de P extraíble conocidos, de modo de abarcar un rango significativo de disponibilidad de este nutriente.

En los lotes elegidos se realizó un muestreo de suelos a la siembra y se determinaron los macro y micronutrientes. En floración se recolectaron folíolos de soja y se determinaron macronutrientes. Los datos obtenidos fueron comparados con niveles de referencia de la bibliografía internacional. Se realizaron correlaciones entre las variables en estudio y se establecieron las relaciones existentes entre el P en suelo, en la planta y el rendimiento de grano.

MATERIALES Y METODOS

Elección de los lotes

Se seleccionaron 14 lotes de productores de soja de primera que presentaban distintos niveles de P en suelo. Los lotes pertenecían a distintas localidades del Sur de Santa Fé (Coronel Bogado, Cepeda, Perez Millán y Villa Amelia) dentro del área de influencia del INTA Oliveros. Todos los suelos pertenecían a la Serie Peyrano (Argiudol vértico) y los lotes presentaban más de 5 años de agricultura. Los cultivares empleados (A6381, Avutarda, Forrest, Hood 75, Torcasa), el manejo del cultivo y los rendimientos obtenidos fueron los comunes en la zona (Baigorri *et al.* 1995).

Muestreo y análisis químico de suelos

El muestreo se realizó a la siembra, obteniendo una muestra compuesta de cada lote a una profundidad de 0-15 cm. Las muestras se secaron, tamizaron y se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: materia orgánica (MO) por Walkley y Black, pH en una relación suelo:agua, 1:2,5; nitrógeno total (Nt) por Kjeldahl, P por Bray-Kurtz N°1 (K y B₁), capacidad de intercambio catiónico (CIC) por extracción con acetato de amonio 1N pH 7, en el percolado se determinaron calcio (Ca) y magnesio (Mg) por espectrometría de absorción atómica y potasio (K) por fotometría de emisión. Los micronutrientes: zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cobre (Cu) se extrajeron con el ácido dietiltriáminapentacético (DTPA) y determinaron por espectrometría de absorción atómica.

Muestreo y análisis químico de plantas

El muestreo foliar se realizó en floración (R2; Fehr *et al.* 1971) se tomaron hojas trifoliadas totalmente desarrolladas y sanas de 20 plantas en cada lote. Las muestras se secaron a 70°C hasta constancia de peso, se molieron y realizaron las siguientes determinaciones: nitrógeno (N) por microKjeldahl, y en una digestión nítrico perclórica, se determinaron P por coloración sulfomolibdica, Ca y Mg por espectrometría de absorción atómica y K por fotometría de emisión.

Determinación del rendimiento

Se consideró el rendimiento del lote en kg de grano por hectárea a la cosecha.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de correlación y regresión.

RESULTADOS Y DISCUSION

ANALISIS DE SUELOS

En el Cuadro N°1 se presentan los resultados de las variables de suelo estudiadas. Como puede verse los niveles de P, K, Zn y Fe presentaron el rango de variación más amplio en la muestra.

Según la caracterización general de Darwich (1980) para los niveles de P extraíble en suelos de la Región Pampeana, 4 muestras se consideran

Cuadro N°1: Características de los suelos estudiados

Muestra N°	Rend. kg ha ⁻¹	P µg g ⁻¹	MO — % —	Nt	pH	CIC	Ca cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg	K	Zn µg g ⁻¹	Cu	Fe	Mn
1	3.514	8,2	3,28	0,15	5,49	12,80	7,56	2,35	1,28	1,10	1,00	62	35
2	3.125	14,7	3,92	0,18	5,46	12,23	7,18	2,15	1,22	1,10	0,96	54	34
3	3.000	10,5	3,94	0,21	5,50	12,50	7,40	2,35	1,16	1,14	1,14	62	32
4	3.353	11,9	4,22	0,21	5,48	11,90	6,80	2,17	1,22	1,16	1,20	72	34
5	3.165	14,7	3,38	0,18	5,60	11,55	6,24	2,13	1,60	0,98	1,00	58	31
6	3.200	11,9	3,46	0,16	5,45	11,33	6,43	2,13	1,15	0,72	1,00	56	34
7	2.800	19,2	3,54	0,16	5,83	12,30	6,80	2,36	1,72	0,86	0,96	34	24
8	2.676	6,6	2,96	0,15	5,67	11,22	6,51	2,07	1,22	0,64	1,14	52	37
9	2.820	13,6	3,70	0,17	5,61	1,93	7,28	2,29	0,96	0,80	1,06	52	34
10	3.150	13,6	3,56	0,19	5,71	12,75	7,88	2,45	1,09	0,80	1,06	62	32
11	2.375	8,0	2,86	0,14	5,94	14,65	9,51	2,76	1,09	0,80	1,00	32	34
12	2.700	5,6	4,42	0,21	5,55	13,74	8,88	2,24	1,27	0,90	1,14	70	38
13	-	14,7	4,68	0,23	5,79	12,32	6,50	2,41	1,72	1,62	1,40	90	49
14	3.336	426	5,96	0,30	6,60	16,94	9,50	3,77	2,64	11,50	1,91	30	9
\bar{X}	2.990	11,54	3,60	0,18	5,61	12,41	7,37	2,29	1,25	0,22	1,06	56	33
CV(%)	11	34	13	14	3	8	13	8	17	20	8	22	11

Las muestras 13 y 14 no se incluyeron en el cálculo de las media (\bar{X}) y los coef. de variación (CV).

deficientes en este elemento (<10 µg g⁻¹), 9 moderadamente bien provisto (11-20 µg g⁻¹) y 1 bien provisto (> 20 µg g⁻¹). El valor extremadamente alto de la muestra N°14 la hace no representativa para este estudio.

Para caracterizar las otras variables recurrimos al Standard para Suelos de la Región Pampeana utilizado por la Cátedra de Edafología de la FAUBA. Los niveles de MO de las muestras abarcan un rango que va de bajo a alto, similar relación se mantiene para el Nt. Los valores de pH según la misma referencia se consideran moderadamente ácidos, salvo la muestra 14 que se considera levemente ácido. La CIC presenta valores moderados. Entre los cationes de cambio el nivel de Ca se caracterizó como bajo, el de Mg alto y el de K moderadamente alto a alto. Para el caso de los micronutrientes el valor de Zn se encuentra dentro de los niveles considerados moderados, en tanto que los niveles de Cu, Fe y Mn se consideran altos.

En resumen el Ca y el Zn aparecen como los cationes menos disponibles en estos suelos. El nivel de saturación calcica (50 a 65%) es bajo en

correspondencia con el pH. En cuanto al Zn, Payne y Watson (1986) demostraron que su nivel crítico en suelo depende del pH, por lo tanto se necesita más información para la caracterización de la disponibilidad de este nutriente.

ANÁLISIS FOLIAR

Los niveles críticos (NC) y los rangos de suficiencia (RS) separan las concentraciones foliares donde se produce la carencia y adecuada provisión de un nutriente para obtener altos rendimientos en la cosecha. En general se considera que los valores de NC y RS obtenidos regionalmente sirven mejor a los fines del diagnóstico, sin embargo aquellos obtenidos en regiones similares a las de estudio o en sistemas de muy altos rendimientos pueden ser de uso general (Munson *et al.*, 1990). En el Cuadro N° 2 se presentan los RS utilizados en Ohio (Scott *et al.*, 1975) y los NC de Melsted *et al.* (1968) para el cultivo de soja. Se incluyen también los NC obtenidos por Flannery para rendimientos de 7300 kg ha⁻¹, mencionados por Munson *et al.* (1990), sólo a

título informativo ya que debido a los niveles de rendimiento de nuestra muestra no son estrictamente comparables.

Como era de esperar el P presenta el más alto CV entre los nutrientes foliares (datos no presentados aquí), sin embargo fue menor que en suelo, esto concuerda con lo encontrado por Giuffrè *et al.* (1991) para el mismo cultivo y nutriente. Al comparar los resultados con los niveles de referencia (Cuadro N°2), puede verse que los tres sistemas indican deficiencia de N. Según los RS de Ohio algunas muestras presentaron deficiencia de Mg. Para los niveles críticos de Melsted, la mitad está bien provista de P, algunas son deficientes en K y Mg y todas las muestras están bien provistas de Ca. Cuando se consideran los NC de Flannery, éstas presentan además del N, un marcado déficit de P y Ca.

En resumen se puede decir que todos los componentes de la muestra son deficientes en N para

las tres referencias, en tanto que una alta proporción lo es en P, Ca y Mg para sistemas de alta producción. Los altos niveles de N en planta en EEUU generalmente se atribuyen a la fertilización nitrogenada, sin embargo concentraciones foliares de 4 % de N son obtenidos en cultivos inoculados sin fertilizar (Pal *et al.*, 1976). Los bajos niveles de Mg en planta se contradicen con los niveles considerados altos en suelo, mencionados anteriormente. Esto podría deberse a interacciones con otros nutrientes.

CORRELACIONES LINEALES ENTRE VARIABLES DE SUELO, PLANTA Y RENDIMIENTO

Se realizaron correlaciones lineales entre todas las variables en estudio. En el Cuadro N°3 se presentan aquellas con $P < 0,05$.

En la muestra el rendimiento se correlaciona

Cuadro N°2: Caracterización de los resultados del análisis foliar por comparación con el rango de suficiencia de Ohio (Scott and Aldrich, 1975) y los niveles críticos de Melsted (Melsted *et al.*, 1968) y Flannery (Munson and Nelson, 1990) para el cultivo de la soja.

Nutriente	RANGO DE SUFICIENCIA	NIVELES CRITICOS					
		Ohio	(1)	Melsted	(1)	Flannery	(1)
N (%)	defic.	<4,00	14	-	-	<	14
	bajo	4,00-4,50	-	-	-	5,80	-
	sufic.	4,51-5,50	-	-	-	>	-
P ($\mu\text{g g}^{-1}$)	bajo	0,16-0,25	-	<	6	<	11
	sufic.	0,26-0,50	13	0,35	-	0,43	1
	alto	0,51-0,80	1	>	8	>	2
K ($\text{cmol}_{(+)}\text{ kg}^{-1}$)	bajo	1,26-1,70	-	<	3	<	3
	sufic.	1,71-2,50	9	2,20	1	2,23	1
	alto	2,51-2,75	5	>	10	>	10
Ca ($\text{cmol}_{(+)}\text{ kg}^{-1}$)	bajo	0,21-0,35	-	<	-	<	12
	sufic.	0,36-2,00	14	0,40	-	0,9	02
	alto	2,01-3,00	-	>	14	>	-
Mg ($\text{cmol}_{(+)}\text{ kg}^{-1}$)	bajo	0,11-0,25	3	<	7	<	7
	sufic.	0,26-1,00	11	0,30	3	0,30	3
	alto	1,01-1,50	-	>	4	>	4

Sólo se incluyen aquellos valores del rango de suficiencia para los cuales se presentaron datos.

(1) Número de resultados en cada categoría.

Cuadro N°3: Coeficientes de las correlaciones lineales significativas entre las variables estudiadas.

CORRELACIONES DE LAS VARIABLES DE SUELO Y PLANTA. CON EL RENDIMIENTO				
(1)		(2)	(3)	(4)
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	vs	pH	r: - 0,78	**
		N _{pl} (%)	r: 0,67	*
		Fe _s (µg g ⁻¹)	r: 0,61	*
		Zn _s (µg g ⁻¹)	r: 0,57	*
CORRELACIONES ENTRE VARIABLES DEL SUELO				
pH	vs	Fe _s (µg g ⁻¹)	r: - 0,78	**
		Mg _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	r: 0,70	*
MO (%)	vs	Nt _s (%)	r: 0,89	***
		Fe _s (µg g ⁻¹)	r: 0,66	*
Nt _s (%)	vs	Fe _s (µg g ⁻¹)	r: 0,74	**
		Cu _s (µg g ⁻¹)	r: 0,61	*
Fe _s (µg g ⁻¹)	vs	Cu _s (µg g ⁻¹)	r: 0,62	*
CIC (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	vs	Ca _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	r: 0,97	***
		Mg _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	r: 0,83	***
Ca _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	vs	Mg _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	r: 0,78	**
P _s (µg g ⁻¹)	vs	Mn _s (µg g ⁻¹)	r: - 0,85	***
K _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	vs	Mn _s (µg g ⁻¹)	r: - 0,63	*
CORRELACIONES ENTRE VARIABLES DE SUELO Y PLANTA				
P _s (µg g ⁻¹)	vs	P _{pl} (%)	r: 0,87	***
Mn _s (µg g ⁻¹)	vs	P _{pl} (%)	r: - 0,78	**
K _s (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	vs	Ca _{pl} (%)	r: - 0,52	*

(1) y (2) Variables que presentaron coeficientes de correlación lineal significativa a muy altamente significativa. N_{pl} y N_s: nitrógeno en planta y suelo respectivamente. P_{pl} y P_s: fósforo en planta y suelo respectivamente; Fe_s, Zn_s, Cu_s y Mn_s: hierro, zinc, cobre y manganeso en suelo respectivamente; Mg_s: magnesio en suelo. Ca_{pl}: calcio en planta.

(3) r = coefic. de correlación lineal

(4) ***muy altamente significativa, P<0,001; **altamente signif., P<0,01; *significativo, P<0,05.

en forma negativa con el pH, en tanto que lo hizo en forma positiva con el N en planta y los niveles de Fe y Zn extraíble de los suelos.

En las variables de suelo el Fe extraíble se relaciona en forma negativa y el Mg intercambiable en forma positiva con el pH. La MO es la fuente de Nt y los micronutrientes son complejados por ésta y así se mantienen disponibles para la planta. ésto

explica las correlaciones positivas de la MO con el Nt y el Fe extraíble del suelo, y las relaciones cruzadas entre Nt, Fe y Cu extraíble.

Se observan correlaciones positivas muy significativas entre la CIC y los cationes bivalentes y éstos entre sí. El Mn extraíble en suelo se relaciona negativamente con el nivel de P extraíble y el K intercambiable en suelo. En el primer caso a nivel

muy altamente significativo. El P en planta también se relaciona negativamente con el Mn en suelo y planta. El nivel de P en suelo correlaciona positivamente con P en planta. Se encuentra una relación negativa entre la concentración foliar de Ca y K.

En un sistema homogéneo como éste es común encontrar una alta correlación positiva entre ciertas variables del suelo. Así las mencionadas: micronutrientes con pH y MO, CIC y cationes se pueden considerar relaciones generales. El Mn en el suelo es la única variable analizada que correlaciona negativamente con el P en suelo y planta, no se cuenta con una explicación para esto, una situación similar fue encontrada por Parker *et al* (1980). Normalmente la relación entre el pH y el rendimiento de las leguminosas, tiene características inversas a las encontradas, porque a mayor pH es mayor la disponibilidad de Ca y Mg y disminuyen los niveles tóxicos de Al, Mn, etc.; sin embargo al interpretar estos resultados debe tenerse en cuenta que el pH del suelo presentó un rango muy bajo de variación. La correlación negativa entre Ca y K en planta puede deberse a una competencia por la absorción de estos nutrientes, más información es necesaria para interpretar estas relaciones. La correlación positiva de N en planta con el rendimiento refuerza la idea de que se podría lograr un aumento de la producción al aumentar el contenido de éste nutriente.

A continuación se presentan las relaciones encontradas entre los niveles de P en suelo, en planta y el rendimiento en grano.

P en suelo-rendimiento

En la figura 1 puede verse que no existe una clara relación entre el P en suelo y el rendimiento. De la observación de los datos se ve que salvo para un caso (muestra N°1) no se obtuvieron rendimientos superiores a 3000 kg ha⁻¹ en suelos con < 10 µg g⁻¹ extraíble.

P en planta-rendimiento

En las curvas modelo de la concentración foliar de un nutriente y el rendimiento (Munson *et al*, 1990), éstos aumentan conjuntamente mientras el

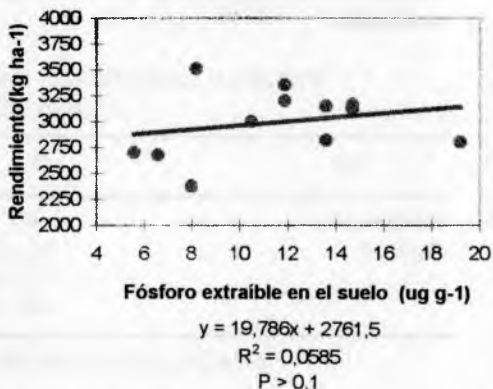


Figura N°1: Rendimiento del cultivo de soja en función del fósforo extraíble en el suelo.

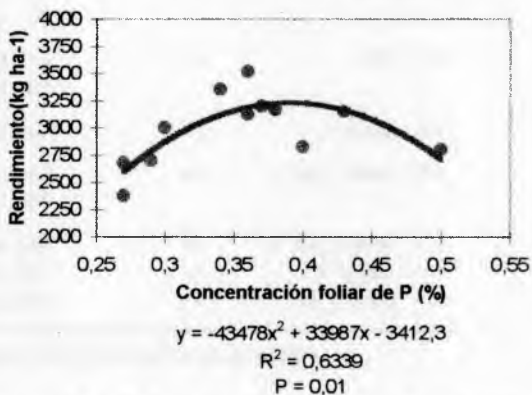


Figura N°2: Rendimiento del cultivo de soja en función de la concentración foliar de fósforo.

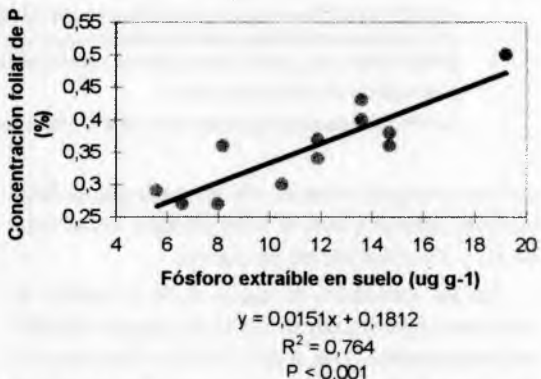


Figura N°3: Concentración foliar de fósforo en soja en función del fósforo extraíble en suelo.

nivel de nutriente pasa de deficiente a suficiente hasta alcanzar un plateau correspondiente al rendimiento máximo. Si la disponibilidad del nutriente sigue aumentando se produce un consumo de lujo debido a que otros son los factores limitantes.

En la Fig. 2 puede verse que no se alcanza el plateau, se trata de una curva incompleta debido al tamaño de la muestra u otros factores no tenidos en cuenta en la discusión. Los tres valores más altos de concentración de P están asociados con una disminución del rendimiento, sin embargo con los datos de la muestra se ajustó una ecuación cuadrática ($Y = 3.412 + 33.987x - 43.478X^2$, $R^2 = 0,63$, $P < 0,01$), para la cual el máximo rendimiento se alcanza con concentraciones de 0,35 % de P foliar. Esto indica que podría esperarse un aumento del rendimiento hasta estos niveles de P.

P en planta-P en suelo

En la Fig. 3 puede verse que se obtuvo una alta correlación lineal positiva entre el nivel de P en el suelo y la concentración foliar ($Y = 0,1812 + 0,0151x$; $R^2 = 0,76$; $P < 0,001$). Un resultado similar encontraron Fontanive *et al* (1995) y Giuffrè (1991), lo que indica que el P foliar sería un buen indicador de la disponibilidad de este elemento en suelo.

De estas relaciones el P foliar surge como un

mejor indicador del nivel nutricional del cultivo. Como ya se dijo, Giuffrè (1991) encontró menor variabilidad en los niveles de P foliar en soja que en P en suelo, por lo que requiere hacer un menor número de determinaciones. Ambas situaciones sugieren que el análisis foliar resultaría ventajoso en las primeras etapas del diagnóstico de la fertilidad en esta zona.

CONCLUSIONES

1) El P foliar resultó mejor indicador de la disponibilidad de P y los rendimientos finales que el P extraíble. Se encontró una correlación lineal entre P en suelo y P foliar. Los rendimientos estuvieron positivamente asociados a la concentración foliar hasta un valor de 0,35 % de P, que corresponde a $11 \mu\text{g g}^{-1}$ de P en suelo.

2) Los niveles de N foliar fueron menores a los de la bibliografía internacional para regiones similares. Se encontró una correlación positiva entre éstos y el rendimiento.

3) Se encontró una correlación negativa entre pH y rendimiento. Como la disponibilidad de varios nutrientes (Ca, Mg, Zn, Mn y Fe) está asociada al pH del suelo, se sugiere la necesidad de prestar atención a las interacciones entre éstos y como se verían modificadas por el encalado.

BIBLIOGRAFIA

- BAIGORRI H.E.J. y B.MASIERO. 1995. Encuesta sobre elección y manejo de cultivares de soja en Argentina: resultados de la campaña 1991/92. *Congreso de soja*. Pergamino. 206-213.
- DARWICH N. 1980. Niveles de Fósforo asimilable en los suelos pampeanos. 707-710.
- FEHR W.R., C.E.CAVINESS, D.T.BURMOOD and J.S.PENNINGTON. 1971. Stage of development descriptions for soybean. *Glycine max (L.) Merrill*. *Crop Science* 11: 929-931.
- FONTANIVE V., D.EFFRON, R.DEFRIER, A.M.DE LA HORRA, M.P.JIMENEZ. 1995. Relación suelo-planta para algunos nutrientes en soja. *Congreso de soja*. Pergamino. 136-142.
- GIUFFRÈ DE LOPEZ CAMELO C., C.FUMAGALLI, O.S.HEREDIA y Y.MIZUNO. 1991. Análisis foliar en soja. *Rev. Facultad de Agronomía* 12 (10), 91-98.
- KAMPRATH E.J. and M.E.WATSON. 1980. Conventional soil and tissue test for assessing the phosphorus status of soils. *Ch. 16. The role of P in Agriculture*. 433-465.
- MELGAR R.J., E.FRUTOS, M.L.GALETTO y H.VIVAS. 1995. El análisis de suelo como predictor de la respuesta de la soja a la fertilización fosfatada. *Congreso de soja*. Pergamino. 167-174.

- MELSTED S.W., H.L. MOTTO and T.R. PECK. 1968. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. *Agronomy Journal*, 61, 96: 17-20.
- MICHELENA *et al.* 1989. Degradación del suelo en el Norte de la Reg. Pampeana. *Publicación técnica Nro. 6* INTA. Proyecto Agricultura Conservacionista.
- MUNSON R. D. , and W.L.NELSON. 1990. Principles and Practices in Plant Analysis. Ch. 14. Soil Testing and plant analysis. 3rd. de. *SSSA USA*. 359-387.
- NELSON W.L. 1989. Determining soybean fertility needs. *IV Conferencia Mundial de investigación en Soja*. Argentina. 615-620.
- PAL U.R. and M.C.SAXENA. 1976. Relationship between Nitrogen analysis of Soybean tissues and Soybean yields. *Agronomy Journal*, Vol. 68. 927-932.
- PARKER M.B. , C.O.PLANK, J.E.ETHREDGE and R.B.MON. 1980. Long term effects of lime and micronutrients on soil and leaf analysis and yield of soybean grown on Greenville. *Soil Science and Plant Analysis*. 11 (3) 297-316.
- PASCALE A.J. , E.A.DAMARIO y C.R.O. MIACZYNSKI. 1995. Zonificación ecológica de la región oriental argentina para el cultivo de la soja. *Congreso de soja*. Pergamino. 24 33.
- PAYNE G.G., M.E.SUMMNER y C.R.O.PLANK. 1986. Yield and composition of soybean as influenced by soil pH, Phosphorus, Zinc and Copper. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 17 (3) 257-273.
- S.A.y G. El deterioro de las tierras en la República Argentina, 1995.
- SCOTT W.O. y S.ALDRICH. 1975. Los fertilizantes de la soja. *Producción Moderna de la soja*. Editorial *Hemisferio Sur*. 67-99.
- URRICARRIET S., R.S.LAVADO , G.MADDONI y J.CARCOVA. 1996. El deterioro de los suelos de la Pampa Ondulada y su influencia sobre la fertilidad . *XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. La Pampa. 163-164.