

## 1.4. RELEVAMIENTO NUTRICIONAL DE LOTUS

José P. Zamalvide, Marcelo Ferrando,  
Mónica Barbazán.<sup>(1)</sup>

El presente trabajo presenta datos de análisis de plantas y de suelos, de pasturas de lotus (*Lotus corniculatus*), provenientes de un total de 184 puntos de muestreo en establecimientos comerciales distribuidos en todo el país.

El objetivo del trabajo fue identificar, en producciones comerciales, áreas o tipos de suelos con posibles deficiencias o contenidos atípicos de nutrientes en planta, mediante la comparación entre sitios o de la concentración de nutrientes con algún valor standard. Se intentó también relacionar los resultados en planta con resultados de análisis químicos y tipos de suelos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en el período noviembre - diciembre de los años 1995, 1996 y 1997, en todo el país. Revisando información para especies similares, se consideró que el momento que coincidía con inicio de floración sería el estado fenológico más adecuado para el muestreo.

En el primer año el muestreo incluyó 40 sitios. Ese año se trató fundamentalmente de poner a punto la metodología de trabajo. En el segundo y tercer año se tomaron 72 muestras en cada uno, totalizándose 184 muestras, tanto de plantas como de suelo.

Cada punto muestreado en una producción comercial fue identificado con las unidades del mapa de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. La zona de muestreo correspondía a un suelo uniforme con un área del orden de 0.5 ha. En ella se tomaron muestras compuestas de suelos y plantas. Las muestras de suelos se formaron con 20

tomas a una profundidad de 0 a 15 cm. Éstas fueron secadas en estufa por 48 horas a 40° C, y posteriormente molidas. En ellas se analizó el pH, contenido de materia orgánica, P asimilable por el método Bray N°1 y bases intercambiables (K, Ca, Na y Mg) por extracción con Acetato de Amonio 1 N.

En plantas se trabajó con toda la parte aérea por encima de 4 cm, componiendo la muestra con cortes de plantas de lotus de 10 puntos diferentes dentro del área. El material fue secado a 65° y molidas a malla 20, realizándose luego dos mineralizaciones, una con ácido sulfúrico y perhidrol para la determinación de N, P y K, y otra con ácidos nítrico y perclórico para determinar Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn y S.

### RESULTADOS OBTENIDOS

El análisis de los datos fue realizado para los tres años en forma conjunta, esto atenúa el efecto año y posibles variaciones por apartamiento del estado óptimo de muestreo. Es necesario tener en cuenta que puede haber también una incidencia importante de factores que inducen variaciones en contenido de nutrientes, como las condiciones climáticas imperantes en cada año/sitio, manejo del cultivo, objetivos de producción (pastoreo, corte o semilla), genotipo y edad de las pasturas.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de las características químicas de los suelos muestreados. Debe tenerse en cuenta que los sitios muestreados cubrían la casi totalidad de los suelos más importantes del país, desde Acrisoles Ar. Fr. con 4 meq/100g de CIC y 1% de M.O. a Vertisoles Ac. con 50 meq/100g de CIC y 9 % de M.O.

<sup>(1)</sup>Ings.Agrs. Facultad de Agronomía.

**Cuadro 1.** Características químicas de los suelos muestreados.

	pH	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Na
	agua	KCl	%	ppm	----- meq/100g -----			
Rango	4,7-7,8	3,7-6,7	0,8-9,3	3-78	0,08-1,64	0,73-37,00	0,21-10,60	0,25-2,56
Promedio	6,0	4,8	4,5	12	0,51	13,70	3,27	0,47
Desvío standard	0,5	0,5	1,6	11	0,66	8,01	2,09	0,25

Se puede observar que existe una gran variabilidad entre suelos. En algunas propiedades, como pH, Bases de intercambio, MO, o la relación K/Mg, esas variaciones son debidas fundamentalmente al tipo de suelo. La relación K/Mg puede ser predictor tanto de deficiencias de K (relación baja) o Mg (relación alta). Los valores bajos de esta relación se encuentran en suelos del NO, planicies del Este y algunos suelos arenosos. En el otro extremo, es muy alta en suelos sobre materiales de F. Bentos.

La variabilidad en el contenido de fósforo (de 3 a 78 ppm), se genera por efectos residuales de fertilizaciones anteriores. Al estudiar los contenidos de este nutriente, se observa que es difícil subir mediante fertilización los niveles en suelos de Basalto y de Sierra Cristalina, siendo relativamente fácil en suelos arenosos y en suelos de planicies.

En el cuadro 2 se pueden observar los rangos, promedios y desvíos estándar de concentraciones de nutrientes en plantas.

## Nitrógeno

El dato de N total en plantas no evalúa el aporte del suelo, sino que indica el funcionamiento de la fijación biológica. Prácticamente no hay sitios con contenidos en planta menores a 2%. Probablemente la

variabilidad en contenidos de nitrógeno sea originada fundamentalmente por pequeñas variaciones en el estado fisiológico al muestreo. Debe recordarse que el contenido de N en la planta tiende a bajar con la edad de la misma. Esta información sirve adicionalmente en relación al valor nutritivo de la pastura para los animales.

## Fósforo

Existen antecedentes de trabajos nacionales que permiten el diagnóstico nutricional de fósforo mediante el uso de análisis de suelos y plantas en el cultivo de lotus.

Experimentos llevados a cabo por la Cátedra de Fertilidad de Suelos de la Facultad de Agronomía, en suelos de textura media, han estimado un nivel crítico de P Bray en el entorno de 10-12 ppm. Debido al distinto comportamiento de dicho método en suelos arenosos, este límite se ubicaría más probablemente en el entorno de 15 ppm. En suelos de basalto, en cambio, este nivel crítico sería significativamente más bajo, en el entorno de 7 ppm.

Otros experimentos realizados por el mismo grupo de trabajo, han estimado un nivel crítico de P en plantas de lotus de 0.215%, en muestreos de primavera; el cual es válido para las condiciones de producción del país. Esta información se obtuvo

**Cuadro 2.** Análisis de plantas (rangos, promedios y desvíos estándar de concentraciones) en lotus.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
rango	1,51-4,15	0,11-0,38	0,81-3,30	0,34-1,84	0,18-0,59	0,12-0,36	8-350	4-71	13-498	12-115
prom	2,68	0,22	1,93	1,06	0,31	0,23	97	9	82	25
dst	0,46	0,09	0,49	0,25	0,07	0,04	52	6	59	10

agrupando datos de varios ensayos, en los que se relacionaba la respuesta, medida como rendimiento relativo, contra el contenido de P en planta, y usando luego un modelo lineal-plateau para la separación de los grupos con y sin respuesta.

Con información generada en este relevamiento (178 sitios), se pudo ajustar un modelo lineal-plateau para la relación entre P en el suelo y en planta. Los resultados confirman la coherencia de estos dos niveles críticos de suelo y planta, ya que si se interpola el valor de nivel crítico de suelo de 10 ppm en la función estimada el valor encontrado de planta es cercano a 0.21.

Estos resultados también confirman los requerimientos relativamente bajos de P de esta especie. De los datos del relevamiento un 57% de las muestras de planta presentaban contenidos menores a 0.215%. De ellas, el 76% estaban asociadas a niveles de P en el suelo menores a 10 ppm. De las muestras con contenido mayor al crítico, el 60% presentó valores de P en el suelo mayor a 10 ppm.

En la mayoría de las muestras provenientes de suelos desarrollados sobre Basalto y Basamento Cristalino los datos de P en el suelo estuvieron por debajo de las 10 ppm. Sin embargo, el contenido de P en planta en

general estuvo dentro de los límites considerados suficientes. En el caso de suelos sobre Basalto esto estaría relacionado con el diferente significado predictivo del método al medir la disponibilidad de P en el suelo. Todos los puntos muestreados en suelos con influencia de basalto arrojaron valores cercanos a 7 ppm, pero en plantas el contenido de P total resultó en promedio de 0.21%, por lo cual es de suponer que no existirían problemas significativos de deficiencia de P.

En suelos arenosos aparece una tendencia contraria, con algunos valores de análisis extremadamente altos que no se reflejan en el contenido en planta.

Como conclusión general sobre este punto, puede decirse que a pesar de los bajos requerimientos de P de la especie, a nivel productivo existe en muchos casos un potencial de mayor producción que no se está utilizando, a causa del escaso aporte de P.

**Potasio**

Según pautas de la bibliografía para la mayoría de los cultivos, los suelos analizados presentaron casi siempre un nivel de K intercambiable considerado medio-alto a muy alto. No existe información nacional que ratifique los niveles críticos.

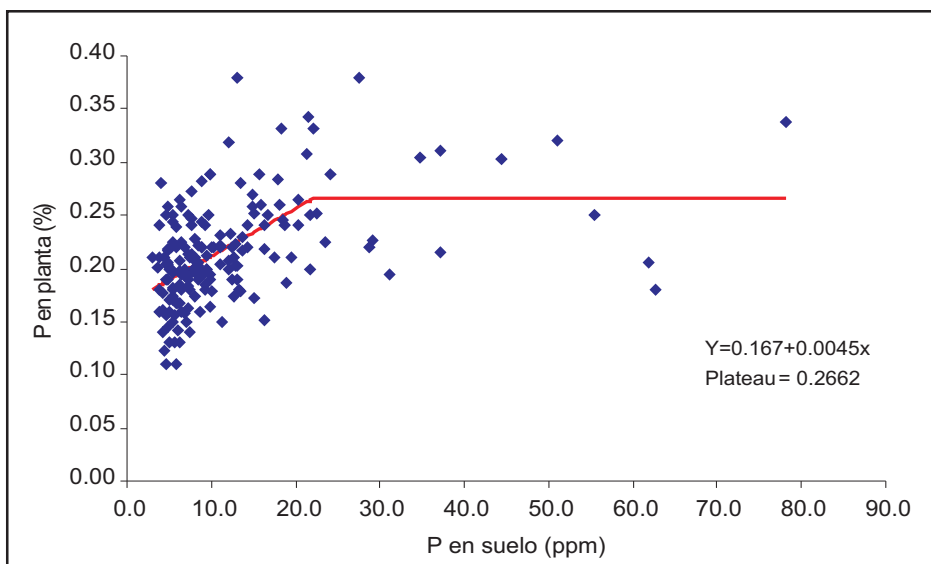


Figura 1. Relación entre contenidos de P en suelo y en planta.

Los niveles críticos tentativos propuestos en base a observaciones para otros cultivos podrían ser 0.15 meq/100g en suelos arenosos, 0.25 meq/100g en suelos medios y de 0.30 meq/100g en suelos pesados. También se han utilizado algunas relaciones de contenidos de cationes como criterio de suficiencia. En el país trabajando para otras especies la relación K/Mg ha delimitado áreas con diferente mineralogía y mayor frecuencia de deficiencias de K o Mg. Manejando esos criterios y de acuerdo a los resultados, podrían existir casos de deficiencias en algunas situaciones de suelos del Este sobre cuaternario (unidades como Vergara/La Charqueada) y suelos arenosos como los de las unidades Tacuarembó y Rivera, aunque el promedio en éstos últimos fue de 0.16 meq/100 g, con un desvío estándar de 0.05.

Los suelos desarrollados sobre basalto o cuaternarios asociados, tuvieron valores absolutos considerados suficientes, sin embargo podrían presentarse algunas deficiencias de K por su alta CIC y desfavorables relaciones de cationes. En este tipo de suelos es probable que ocurran, a largo plazo y en sistemas de producción extractivos de nutrientes, deficiencias de K, debido a poseer minerales arcillosos pobres en este nutriente.

También aparecen algunos niveles bajos de potasio en algunos suelos desarrollados sobre basamento cristalino o cuaternarios asociados, de la unidad de suelos San Gabriel Guaycurú. En el extremo de alta disponibilidad se encuentran los suelos desarrollados sobre materiales con predominio de arcillas micáceas, como son los suelos de materiales generadores Fray Bentos, Libertad, etc.

El nivel promedio de potasio encontrado en planta fue de 1.92 %. Los sitios con niveles más bajos y más altos coincidieron con los comentados en relación a los análisis de suelo.

## Magnesio

Se ha sugerido en la bibliografía que niveles de Mg en el suelo tan bajos como 0.7 meq/100g, podrían ser causa de defi-

ciencia en planta. Este es un criterio muy general que no toma en cuenta la competencia de otros cationes. Se encontraron sólo 13 casos con estos tenores, fundamentalmente asociados a suelos de las unidades Tacuarembó y Rivera de muy baja CIC, todos ellos con contenidos en planta mayores a 0.25%.

En otras especies, en el país, se ha observado que el uso de la relación K/Mg intercambiables identifica las zonas con mayor probabilidad de deficiencias de Mg. Relaciones mayores a 0.50 suelen estar asociadas a suelos con tendencia a mostrar deficiencias de Mg. En este relevamiento se encontraron 17 muestras con valores superando este límite, las cuales se asocian a suelos desarrollados sobre Fray Bentos, Libertad y Cretácico, en los cuales el tipo de material generador y los minerales arcillosos promueven un nivel bajo de Mg intercambiable en el suelo.

Según la bibliografía, la relación Ca/Mg en el suelo superior a 15 podría ocasionar deficiencias de Mg para los cultivos. De acuerdo a esto, se encontró que algunos suelos desarrollados sobre las unidades de suelo Bequeló, Young, Cuchilla de Corralito, San Manuel, Fray Bentos y Cañada Nieto, tenían relaciones mayores a 15. Esto concuerda con el tipo de material generador que caracteriza estos suelos, ricos en Ca y K y relativamente pobres en Mg.

No existe información nacional o de la bibliografía sobre niveles críticos de Mg en plantas de lotus. De acuerdo a información general de otras especies de leguminosas forrajeras el nivel crítico podría estar en el entorno de 0.20%. Los sitios, que aplicando ese criterio poco seguro, podrían ser potencialmente deficientes se relacionan a suelos con un alto contenido de K y una alta relación K/Mg. Esta tendencia a que los sitios con bajo Mg en planta se relacionan con altos contenidos de K en suelo y planta se observa en el cuadro 3, confeccionado con los datos de este relevamiento.

En otras especies algunos autores también han utilizado la relación K/Mg en planta como criterio de suficiencia para ambos nutrientes.

**Cuadro 3.** Valores promedio de K en suelo y en planta para dos franjas de contenidos de Mg en planta.

Mg en planta	Promedio	
	K en suelo	K en planta
<0.22	0.76	2.3
>0.40	0.29	1.25

### Calcio

El Ca es un nutriente secundario inmóvil en la planta. Esto determina que en diferentes momentos de muestreo los resultados de contenidos en planta puedan ser variables. Por otro lado, los suelos del país tienen en general altos contenidos de Ca, por lo cual es de esperar que no existan deficiencias de este nutriente.

Se encontró cierta relación entre el contenido de Ca intercambiable del suelo y el contenido en planta. Las plantas muestreadas en suelos con contenidos menores a 5 meq/100g de Ca, tenían en promedio aproximadamente 0.8% en planta. Las provenientes de suelos con más de 20 meq/100g tenían 1.2% en planta.

### Azufre

El S es un elemento para el cual no se ha desarrollado una técnica confiable, que determine adecuadamente las cantidades "asimilables" en el suelo. Esto es especialmente difícil en suelos como los del Uruguay, donde la dinámica y disponibilidad está determinada por procesos biológicos con poca importancia de los equilibrios químicos fase sólida-solución. No se encontró relación entre tipos de suelo y contenidos en planta. Probablemente las fuentes de variación se originen en gran medida por los contenidos de S de la fuente de P utilizada en la fertilización y las diferencias en los equilibrios pérdida-ganancia de MO del suelo.

En la bibliografía no aparecen niveles críticos de contenidos ni de relaciones N/S para esta especie. A fin de analizar los resultados se tomó, como criterio aproxima-

do, niveles críticos de otras leguminosas forrajeras, encontrándose un 18 % de las muestras con contenidos bajos (menores a 0.20%). También se maneja en la bibliografía como criterio de suficiencia la relación N/S. Este criterio es posiblemente más generalizable pues se relaciona con el contenido de esos elementos en las proteínas. Tomando como relación crítica para S un valor de 14, un 16% de las muestras tendrían relaciones N/S altas (mayores a 14), lo que supondría insuficiencia de azufre. En el promedio de todas las muestras, esta relación fue de 11.7, con un rango de 6.4 a 29.2. Estos resultados coincidirían con lo observado en ensayos de campo, donde en muchos casos se ha encontrado respuesta a la aplicación de S.

### Micronutrientes

Dada la falta de selección de métodos y calibración de niveles de micronutrientes en el suelo para el país, sólo se analizaron los contenidos en planta. Utilizando pautas de otras especies se podría decir que no habría niveles bajos que puedan sugerir deficiencias.

## CONSIDERACIONES FINALES

El producto de este relevamiento no pretende ser la elaboración de recomendaciones de fertilización, sino identificar nutrientes y/o zonas con posibilidades de deficiencias.

Con ese enfoque se concluye que:

1. El suministro de fósforo es un factor limitante del rendimiento en un alto porcentaje de los cultivos comerciales de lotus.
2. El suministro de azufre estaría limitando el rendimiento en algunos cultivos comerciales.

Sobre estas dos consideraciones existen numerosos experimentos de respuesta que las confirman.

3. Existen algunos pocos casos en que los niveles de potasio en suelo y planta mostrarían cierta probabilidad de

respuesta. Debemos tener en cuenta que quizás existan en esos sitios otros elementos más limitantes del crecimiento. Esto debería ser estudiado en ensayos de respuesta de campo antes de elaborar recomendaciones.

4. En los suelos con contenidos muy altos de potasio el magnesio podría ser un factor limitante para el crecimiento vegetal o animal. Esto debería ser estudiado en ensayos específicos.
5. No se encontró evidencia de que fuera probable la deficiencia de otros nutrientes.