

## CAPACIDAD TAMPÓN DE FÓSFORO. MÉTODO DE DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO

*Angélica Sadzawka R. y Rosa Molina M.*

*Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI La Platina, Santiago, Chile,*

[asadzawk@platina.inia.cl](mailto:asadzawk@platina.inia.cl)

Presentado al XVI Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Cartagena, Colombia del 27 septiembre a 1 octubre 2004.

### **Introducción**

Las recomendaciones de fertilización fosforada en la agricultura requieren la estimación del suministro del P del suelo y, si este es bajo, de las dosis de corrección más eficientes y económicas.

En Chile, la estimación del suministro del P del suelo se realiza por el método denominado P-Olsen (extracción con  $\text{NaHCO}_3$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  a pH 8,5) y el Ministerio de Agricultura considera que, en general, un suelo debe tener un nivel mínimo de 15 mg  $\text{kg}^{-1}$  de P-Olsen en los primeros 0,20 m para ser productivo en cultivos extensivos.

Las dosis de corrección históricamente se han basado en tablas de referencias según tipo de suelo y región del país. Sin embargo, este procedimiento tiene serias limitaciones dado que no da cuenta de las diferencias individuales de la capacidad del suelo para reaccionar con el P agregado.

Para resolver este problema, Sadzawka *et al.* (1999) diseñaron un método para estimar en el laboratorio la *capacidad tampón de fósforo* o CP (kg de P que es necesario agregar a 1 ha de suelo para aumentar en 1 mg  $\text{kg}^{-1}$  el P Olsen hasta una profundidad de 0,20 m), consistente en la incubación del suelo con concentraciones crecientes de P a 60°C durante 24 horas, aprovechando la conclusión de Barrow y Cox (1990) y Mora y Barrow (1996), de que esta incubación equivale a 1 a 3 meses a 25°C. Posteriormente, Sadzawka *et al.* (2003) simplificaron el método incubando el suelo con solamente dos dosis de P: 0 y 200 mg  $\text{kg}^{-1}$ , para aplicarlo en análisis rutinarios. Pero, persiste el problema de que, para transformar los resultados a un volumen de suelo equivalente a 1 ha hasta los 0,20 m de profundidad, se requiere conocer la densidad aparente del suelo, lo cual no siempre es factible de medir. Para obviar este inconveniente, se estudió la conveniencia de reemplazar el uso de una masa por el de un volumen de suelo.

El objetivo de este estudio fue entregar una metodología de laboratorio para la determinación del CP, de directa aplicación en el cálculo de las dosis de fertilizantes fosforados.

### **Materiales y métodos**

Se seleccionaron 20 suelos con un amplio rango de valores de CP, pero con P-Olsen menores de  $15 \text{ mg kg}^{-1}$ , y se analizaron para carbono orgánico, pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, y P-Olsen (extracción con NaHCO<sub>3</sub>  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 8,5); según Sadzawka *et al.* (2000); densidad aparente y capacidad tampón de fósforo (CP) por incubación de dos porciones de  $3 \text{ cm}^3$  de suelo, a 60°C por 24 horas, con 5 mL de agua y de una solución de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de P. Las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se analizaron estadísticamente para evaluar la variabilidad.

### **Resultados y discusión**

Los suelos seleccionados tienen un amplio rango en sus propiedades (Tabla 1). La densidad aparente (DA) varió entre  $0,61$  y  $1,45 \text{ g cm}^{-3}$  y el contenido de carbono orgánico (CO) entre  $9$  y  $151 \text{ g kg}^{-1}$ , estando ambas propiedades significativamente relacionadas ( $DA = 0,00005(\text{CO})^2 - 0,0129(\text{CO}) + 1,481$ ,  $R^2 = 0,868$ ).

Los valores de pH-H<sub>2</sub>O corresponden a suelos desde muy fuertemente ácidos (4,78) hasta débilmente ácidos (6,50). El pH-CaCl<sub>2</sub> es menor que el pH-H<sub>2</sub>O entre 0,3 y 0,9 unidades.

La capacidad tampón de fósforo (CP) varió entre 10 y 41 (con un coeficiente de variación promedio de 10%), lo que indica que, dependiendo del suelo, deben agregarse entre 10 y 41  $\text{kg ha}^{-1}$  de P para subir en  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  el P-Olsen del suelo hasta una profundidad de 0,20 m. Esto significa que al suelo N° 1, por ejemplo, que tiene un CP de 10 y una concentración de P disponible de  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ , debería agregarse, además del P requerido por el cultivo, una cantidad de fertilizante fosforado equivalente a  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de P para que el P-Olsen aumente a  $15 \text{ mg kg}^{-1}$  en los primeros 0,20 m. Si se usa superfosfato triple, esta cantidad de P corresponde a  $448 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante. Por otra parte, en el suelo N° 20, que tiene un CP de 41 y una concentración de P-Olsen de  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ , la cantidad de P que debería agregarse para subir el P disponible a  $15 \text{ mg kg}^{-1}$  es de  $492 \text{ kg ha}^{-1}$ , que corresponde a  $2,45 \text{ ton ha}^{-1}$  de superfosfato triple. Esta fertilización es impracticable, por lo tanto, en este suelo solamente puede pensarse en un aumento gradual del P disponible de no más de alrededor de  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  anuales.

**Tabla 1.** Valores de CP y algunas propiedades de los suelos seleccionados

Suelo	Densidad aparente	Carbono orgánico	pH-H <sub>2</sub> O	pH-CaCl <sub>2</sub>	P-Olsen	CP
Nº	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>	P (kg (ha.0,2m) <sup>-1</sup> )
1	0,61	122	5,36	4,42	6	10
2	1,15	15	6,50	5,91	3	13
3	0,69	95	5,13	4,32	7	15
4	0,68	128	4,78	4,42	7	16
5	0,87	89	5,27	4,63	14	17
6	1,07	54	6,13	5,70	8	18
7	0,66	81	5,57	4,76	3	19
8	0,78	85	5,94	5,31	10	20
9	1,45	15	6,37	5,72	10	21
10	0,68	132	5,47	4,55	8	22
11	1,41	10	6,50	5,88	3	23
12	0,68	128	5,13	4,72	3	25
13	0,67	126	4,91	4,58	1	28
14	0,90	44	5,41	4,78	3	31
15	0,86	90	5,01	4,69	1	34
16	0,74	67	5,80	5,16	5	35
17	0,79	85	5,82	5,09	8	36
18	0,67	151	5,62	4,73	3	37
19	0,75	73	5,69	5,21	2	38
20	0,82	67	5,10	4,77	3	41

Los resultados obtenidos en este estudio permiten proponer el siguiente método de laboratorio para estimar la capacidad tampón de fósforo (CP) del suelo:

1. Medir y pesar 3 mL de suelo en dos frascos agitables
2. A un frasco agregar 5 mL de agua y al otro 5 mL de solución de P de 100 mg L<sup>-1</sup>
3. Agregar a cada frasco una gota de cloroformo o un cristal de timol.
4. Tapar e incubar a 60°C por 24 horas.
5. Agregar 0,3 g de carbón activado y 45 mL de solución de bicarbonato de sodio 0,56 mol L<sup>-1</sup>
6. Tapar y agitar por 30 minutos a 20-25°C en un agitador recíproco. Filtrar.
7. Determinar la concentración de P en los dos extractos

8. Calcular la capacidad tampón de fósforo (CP) según:  $CP = 333/(P_p - P_0)$   
donde:  $P_p = \text{mg kg}^{-1}$  de P-Olsen en el muestra incubada con adición de 0,5 mg de P  
 $P_0 = \text{mg kg}^{-1}$  de P-Olsen en la muestra incubada sin adición de P
9. Calcular la dosis de fertilizante fosforado, expresada en  $\text{kg ha}^{-1}$  de P, multiplicando el valor de CP obtenido por el número de  $\text{mg kg}^{-1}$  que se quiere aumentar el P-Olsen del suelo en los primeros 0,20 m.

### **Conclusiones**

Se propone una metodología de laboratorio para la determinación de la capacidad tampón de fósforo (CP) del suelo de directa aplicación en el cálculo de la dosis de fertilizante fosforado que se requiere para aumentar hasta un nivel dado el P disponible del suelo.

### **Agradecimientos**

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero del Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura, Chile.

### **Literatura citada**

- Barrow, N.J. and V.C. Cox. 1990. A quick and simple method for determining the titration curve and estimating the lime requirement of soil. *Aust. J. Soil Res.* 28, 685-694.
- Mora, M.L. and N.J. Barrow. 1996. The effects of time of incubation on the relation between charge and pH of soil. *European J. Soil Sci.* 47, 131-136.
- Sadzawka R., A., R. Campillo R., A. Montenegro B. y C. Rojas W. 1999. Determinación de la capacidad tampón de fósforo en suelos ácidos. 14 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Universidad de la Frontera, Pucón, Chile, 8-12 noviembre 1999, p. 49.
- Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos chilenos. Comisión de Normalización y Acreditación, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Disponible en:  
[http://www.inia.cl/platina/pubbycom/edinia/docs/metodos\\_an\\_suelos\\_v2004.pdf](http://www.inia.cl/platina/pubbycom/edinia/docs/metodos_an_suelos_v2004.pdf)
- Sadzawka R., A., M.L. Mora G., R. Grez Z. y H. Flores P. 2003. Capacidad tampón de fósforo, parámetro relevante para la rentabilidad agrícola-ambiental. *Boletín N° 19, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, Chile*, 211-216.