

# EVALUACION DE LA CAPACIDAD TAMPON DE FOSFORO DE UN SUELO VOLCANICO SERIE OSORNO, DEL SUR DE CHILE

René Bernier, Pablo Undurraga y Gustavo Meneses<sup>1</sup>

## Introducción

El modelo de recomendación de fertilización en el sur de Chile incluye la corrección del nivel de fósforo (P) del suelo buscando alcanzar contenidos de 15 - 20 ppm, de acuerdo al método de Olsen. Las dosis requeridas para lograr este objetivo se determinan utilizando el factor denominado Capacidad Tampón de P (CP). La CP se define como la cantidad de P que se requiere para aumentar el P Olsen en 1 ppm y se expresa como kg de P/ppm de P en el suelo. En Chile existe un programa que incentiva la recuperación de suelos degradados, buscando mejorar las propiedades físicas y químicas. Uno de los subprogramas más populares entre los agricultores que cultivan en suelos volcánicos es el de Corrección de P. En este subprograma se buscaba alcanzar un contenido de 15 ppm de P Olsen y, a partir del 2006, de 20 ppm. Los suelos volcánicos de Chile se caracterizan por fijar fuertemente P, por esta razón, la mayoría de los suelos en el sur del país presentan bajos a muy bajos niveles de disponibilidad, lo que se hace necesario aplicar altas dosis de fosfato para alcanzar rendimientos adecuados. En Chile, normalmente se utilizan valores genéricos de CP por serie de suelos, pero aparentemente esta generalización no sería correcta si se piensa que los diferentes suelos agrícolas deben tener valores distintos de CP por su morfología y génesis y particularmente como producto de su manejo. Por estas razones, en cada punto de muestreo de suelos se debiera determinar el valor de CP propio del sitio.

Los objetivos planteados para el primer año de este estudio fueron los siguientes:

- Estudiar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de P en la disponibilidad de este nutriente en un suelo volcánico de la serie Osorno.
- Medir la CP del suelo con aplicación en cobertura.
- Evaluar el efecto de la dosis de P aplicada sobre la absorción de este elemento por una pradera mixta.

El ensayo continuó en las mismas parcelas en el segundo año de experimentación con los siguientes objetivos:

- Estudiar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de P en la disponibilidad de este nutriente en un suelo volcánico de la serie Osorno.

- Evaluar las variaciones de la CP del suelo provocadas por aplicaciones de diferentes dosis de P sobre un suelo previamente fertilizado con P.

## Materiales y métodos

Se estableció un ensayo de campo en el Centro Regional de Investigación INIA Remehue de Osorno

**Tabla 1. Caracterización química inicial del sitio experimental, a dos profundidades de muestreo.**

Parámetro	---Profundidad de muestreo---	
	0 - 10 cm	0 - 20 cm
P (ppm)	3.6	4.9
N (ppm)	21.7	18.9
pH agua	5.8	5.8
pH CaCl <sub>2</sub>	4.9	5.0
M. orgánica (%)	19.4	22.9
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	4.5	7.0
Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	1.3	2.1
K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.5	0.6
Na (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.2	0.3
Al int. (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.2	0.1
S (ppm)	1.0	1.1
Sat. bases (cmol kg <sup>-1</sup> )	6.6	10.0
Sat. Al (%)	3.4	1.4

**Tabla 2. Dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> determinadas para cada tratamiento.**

Tratamiento	Tipo de tratamiento	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>
1	0 P corrección*	0
2	1/2 P corrección	174
3	1 P corrección	348
4	1 1/2 P corrección	522
5	2 P corrección	696

\* Corrección se refiere a elevar el nivel de P extractable en los suelos a 15 ppm.

**Tabla 3. Dosis de nutrientes aplicados y época de aplicación.**

Nutriente	----- Dosis de nutrientes -----			Total
	-- Primavera --	Otoño		
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
Nitrógeno	40	30	30	100
Potasio	40	-	20	60
Magnesio	30	-	0	30
Azufre	40	-	0	40

<sup>1</sup> Centro Regional de Investigación INIA Remehue. Correo electrónico: rbernier@inia.cl; pundurra@inia.cl

sobre una pradera permanente común de la zona. Se utilizó un diseño de bloques al azar. En el primer año de experimentación el tamaño de las parcelas de evaluación fue de 4 x 10 m (40 m<sup>2</sup>), dispuestas en 3 bloques. En el segundo año, las parcelas del experimento del año anterior se dividieron en dos parcelas de 4 x 5 m (20 m<sup>2</sup>), generando dos ensayos paralelos y contiguos, sobre los que se aplicaron los tratamientos que se describen más adelante.

**Primer año del experimento**

El sitio experimental se ubicó en una pradera

permanente de la estación experimental de INIA en Osorno sobre un suelo del mismo nombre cuya caracterización química se presenta en la **Tabla 1**. Para determinar las dosis de P a aplicar se utilizaron las tablas de recomendación de fertilización del Servicio de Análisis de Suelos de INIA. De este modo, se determinó que el tratamiento 1 P sería una vez la dosis recomendada de acuerdo al nivel inicial de disponibilidad de P del suelo, y 2 P como dos veces dicha dosis. Las dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se calcularon teniendo en cuenta la CP establecida para este suelo (14 kg P ppm<sup>-1</sup>) y la necesidad de corrección con P (**Tabla 2**). Con el objeto

de producir efectos rápidos se utilizó superfosfato triple como fuente de P (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) que se aplicó en cobertura sobre la pradera.

La fertilización restante consistió en aplicaciones de primavera y otoño de acuerdo a un manejo normal de fertilización de praderas (**Tabla 3**).

**Segundo año del experimento**

Los tratamientos del segundo año del experimento se diseñaron basándose en el contenido de P a dos profundidades de muestreo, 0 - 10 y 0 - 20 cm, para estimar la CP correspondiente. Se utilizó como base el mismo valor de la CP (14 kg P ppm<sup>-1</sup>) para el suelo Osorno utilizado en el primer año de ensayo. Los tratamientos se detallan en la **Tabla 4**. Con el objeto de promover el crecimiento de la pradera se agregaron otros nutrientes esenciales (**Tabla 5**).

**Determinaciones durante los dos años del experimento**

Se determinaron los siguientes parámetros durante el tiempo de evaluación del experimento:

**En la planta:**

- Se midió la producción de la pradera en cortes periódicos de la biomasa delimitada por marcos cuadrados de 0.5 m<sup>2</sup>. Se determinó la producción de materia verde y de materia seca. Después de cada muestreo se homogeneizó la pradera con una cortadora mecánica.

**Tabla 4. Tratamientos de P aplicados según nivel de disponibilidad alcanzado en el experimento previo.**

Profundidad	P Olsen al final del primer año	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Segundo año	Dosis de P Segundo año	Tipo de corrección
cm	ppm	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
0 - 10	6.5	0	0	
	12.1	160	55	1 corrección
	18.2	95	42	1 corrección
	26.0	33	14	CP * 2.29
	30.2	33	14	CP * 2.29
0 - 20	4.7	0	0	
	8.8	103	45	1/2 corrección
	7.5	206	90	1 corrección
	10.5	292	128	1 1/2 corrección
	18.4	190	83	2 corrección

**Tabla 5. Dosis de nutrientes aplicados y fertilizantes utilizados.**

Nutriente	----- Dosis de nutrientes -----	
	0 - 10 cm	0 - 20 cm
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----	
Nitrógeno (Supernitro 30)	100 (60 kg + 40 kg)	100 (60 kg + 40 kg)
Potasio (Muriato de potasio)	40	60
Azufre (Fertiyeso)	36	36

**Tabla 6. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de P en el nivel final de disponibilidad a dos profundidades de muestreo, después de 90 días del momento de la aplicación.**

Profundidad	Nivel inicial de P	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Segundo año	Dosis de P Segundo año	P Olsen alcanzado
cm	ppm	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		ppm
0 - 10	3.6	0	0	6.5
	3.6	174	76	12.1
	3.6	348	152	18.2
	3.6	522	228	26.0
	3.6	696	304	30.2
0 - 20	4.9	0	0	4.7
	4.9	174	76	8.8
	4.9	348	152	7.5
	4.9	522	228	10.5
	4.9	696	304	18.4

- Se determinó la absorción de P a través de análisis foliar en cada corte para establecer la extracción neta.

**En el suelo:**

- Contenido inicial de nutrientes. Análisis de disponibilidad de P, bases, azufre (S), saturación de Aluminio (Al) en cada parcela a 2 profundidades de muestreo (0 - 10 y 0 - 20 cm) al inicio del experimento.
- Contenido final de nutrientes. Análisis de disponibilidad de P, bases, S, saturación de Al y Al extractable al final del experimento.
- Evolución del P en el suelo. Se determinó el contenido de P a los 30 días de aplicación y después cada 120 días.
- Determinación de la CP. Se determinó el valor de la CP en cada tratamiento al final del experimento.

**Resultados y discusión**

De acuerdo a los datos de la **Tabla 1**, se puede señalar que el suelo utilizado en esta investigación presenta niveles muy bajos de P, S y saturación de Al en las dos profundidades de muestreo.

**Primer año del experimento**

**Efectos sobre el suelo**

Los cambios en los niveles de disponibilidad de P producidos por la aplicación de diferentes dosis se presentan en la **Tabla 6**. A medida que las dosis de P se hacen mayores, mayor es el incremento del nivel de disponibilidad de P en el suelo. Sin embargo, debido a

**Tabla 7. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de P en la producción de materia seca de la pradera después de 180 días según tratamiento.**

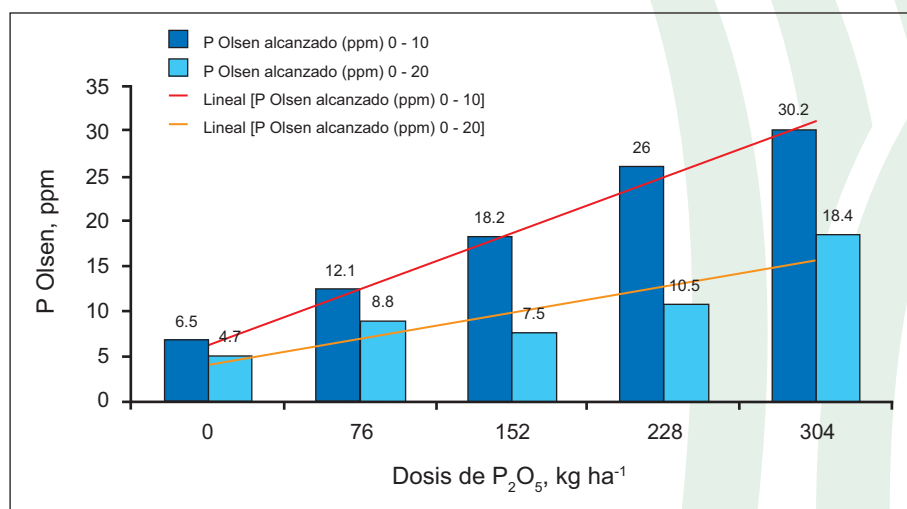
Dosis de P kg ha <sup>-1</sup>	Nivel inicial de P ppm	P Olsen alcanzado ppm	Producción* de MS kg ha <sup>-1</sup>
0 - 10 cm			
0	3.6	6.5	3 053
76	3.6	12.1	4 631
152	3.6	18.2	4 537
228	3.6	26.0	4 780
304	3.6	30.2	5 058
0 - 20 cm			
0	4.9	4.7	3 053
76	4.9	8.8	4 631
152	4.9	7.5	4 537
228	4.9	10.5	4 780
304	4.9	18.4	5 058

la poca movilidad del elemento en el suelo, los niveles de P extractable alcanzado en el estrato superficial de 0 - 20 cm de suelo son inferiores que a 0 - 10 cm de profundidad. La Dosis de Corrección de P, mencionada anteriormente, se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis de P}_2\text{O}_5 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = (\text{P extractable deseado} - \text{P extractable inicial}) \times \text{CP} \times 2.29$$

Para el caso del sitio experimental, el P extractable inicial (0 - 10 cm) fue de 3.6 ppm. Según el programa de corrección, usado hasta el 2006, se deben alcanzar 15 ppm, por lo tanto es necesario incrementar la disponibilidad en 11.4 ppm en un año. Considerando una CP de 16 kg de P ppm<sup>-1</sup> que es el valor utilizado por el programa de recuperación de suelos degradados (14 y 16 kg P ppm<sup>-1</sup>) para suelos Osorno, se estima que la

dosis de corrección es de 418 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. De acuerdo a la **Tabla 6**, aplicando 348 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> se alcanzaron 18.2 ppm de P Olsen, a los 90 días después de la aplicación. Este resultado indicaría, por un lado, que el valor de la CP de este suelo está sobredimensionado, siendo probablemente un valor cercano a 13. Por otro lado, cada suelo responde en forma diferente a la fertilización, producto de diversos factores de manejo y de historia de lote. Esta consideración fue tomada en cuenta al momento de planificar la presente investigación. Los resultados se pueden observar en forma gráfica en la **Figura 1**. En



**Figura 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de P en el nivel de disponibilidad final, a dos profundidades de muestreo de suelos, y después de 90 días desde el momento de la aplicación del fertilizante.**

esta Figura se observa que la profundidad de muestreo incide en los resultados analíticos de una misma pradera y estos cambios son importantes al momento de decidir el diagnóstico y la consecuente aplicación de los fertilizantes fosfatados.

**Efectos sobre la pradera**

Se evaluó la producción de materia seca (MS) de la

pradera experimental después de 180 días de la aplicación de los tratamientos. Los resultados se presentan en la **Tabla 7**. Si bien el método de evaluación de producción de una pradera permanente por medio de cortes sucesivos no es el más adecuado por el deterioro que produce en la vegetación, éste permite realizar comparaciones entre los diferentes tratamientos.

**Tabla 8. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de P en la composición botánica al primer corte, según tratamiento.**

Tratamiento	Trébol blanco	Ballica perenne	Otras gramíneas	Otras especies
----- (%) -----				
P 0	0	1	81	18
P 174	0	2	91	6
P 348	0	8	85	6
P 522	0	8	85	7
P 696	0	5	86	9

**Tabla 9. Caracterización química inicial de cada tratamiento de 0 - 10 cm de profundidad del suelo.**

Determinación	----- Tratamientos de P aplicados -----				
	0	160	95	33	33
----- kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> -----					
P Olsen (ppm)	7.4	9.8	12.2	18.9	28.6
pH agua	5.9	5.9	5.9	5.8	5.9
M. orgánica (%)	24.7	23.5	22.6	23.5	22.6
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	6.8	7.0	6.8	7.05	7.20
Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	2.2	2.1	2.0	2.04	2.09
K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.7	0.62	0.58	0.6	0.42
Na (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Al (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
Sat. bases (cmol kg <sup>-1</sup> )	9.10	9.92	8.78	9.85	9.91
Sat. Al (%)	1.24	1.27	1.21	1.17	1.17
Al extractable (ppm)	1 238	1 190	1 258	1 207	1 090
S (ppm)	18.7	17.24	22.28	23.61	27.40

**Tabla 10. Caracterización química inicial de cada tratamiento de 0 - 20 cm de profundidad del suelo.**

Determinación	----- Tratamientos de P aplicados -----				
	0	103	306	292	190
----- kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> -----					
P Olsen (ppm)	5.0	5.5	6.4	9.2	12.0
pH agua	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8
M. orgánica (%)	20.5	20.0	20.0	19.0	19.0
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	5.4	5.3	4.8	4.6	5.1
Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	1.6	1.6	1.4	1.3	1.5
K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
Na (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Al (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sat. bases (cmol kg <sup>-1</sup> )	7.9	7.8	7.1	6.8	7.3
Sat. Al (%)	2.0	2.1	2.7	2.8	2.4
Al extractable (ppm)	1 398	1 401	1 456	1 417	1 342
S (ppm)	13.0	15.6	15.4	19.8	20.7

Al comparar, por ejemplo, los resultados de producción con aplicación de 152 kg de P ha<sup>-1</sup>, en los muestreos de 0 - 10 y de 0 - 20 cm se obtiene el equivalente a 4 537 kg de materia seca ha<sup>-1</sup> con diferentes niveles de disponibilidad de P. En el primer caso se alcanzó a 18.2 ppm y en el segundo sólo llegó a 7.5 ppm. Este ejemplo permite ilustrar la controversia existente respecto de la profundidad de muestreo de las praderas permanentes. Estudios previos han demostrado que existe buena relación entre el contenido de P en el estrato de suelo de 0 - 10 cm y la productividad de la pradera, en comparación con el estrato de 0 - 20 cm.

Desde el punto de vista de alimentación animal, además de la cantidad de forraje producido por una pradera, es importante su calidad, expresada a través de las especies presentes y su proporción. En la **Tabla 8** se presenta la composición botánica de cada tratamiento al primer corte. Las praderas permanentes más comunes en la zona sur de Chile se caracterizan por estar compuestas principalmente por gramíneas, con escasa presencia de leguminosas. Se observa que no se registró la presencia de trébol blanco, muy baja presencia de ballica perenne, pero abundante proporción de otras gramíneas de escaso valor forrajero. Esta composición botánica es producto de factores de manejo y de condiciones de fertilidad de suelos.

**Segundo año del experimento**

**Efectos sobre el suelo**

Al inicio del segundo año del

proyecto, se realizó, por separado, la caracterización química de los experimentos generados para 0 - 10 y 0 - 20 cm de profundidad. Los resultados analíticos se presentan en las **Tablas 9 y 10**, respectivamente.

De acuerdo al nivel de P extractable alcanzado en el año 1 se determinó la dosis de mantenimiento para el siguiente periodo. Así, cuando el suelo presentaba 18.8 ppm de P (0 - 10 cm) se aplicaron 42 kg de P.

Cuando el suelo presentaba 26 ppm de P extractable se aplicaron 14 kg de P de mantenimiento. En el caso del estrato de 0 - 20 cm se procedió de manera similar. En

el ensayo de 0 - 10 cm, se observa que todos los tratamientos disminuyeron el nivel de P extractable al segundo año, a excepción del control sin fertilización (**Tabla 11**). Esto significaría que las dosis calculadas de mantenimiento para los suelos de esta región no fueron suficientes para contrarrestar el proceso de fijación en el suelo y extracción de P por el cultivo. Sin embargo, cabe destacar que cuando el nivel de disponibilidad fue de 26 y 30.2 ppm en el año 1, la aplicación del equivalente a la CP (14 kg P ha<sup>-1</sup>) permitió mantener un nivel adecuado de disponibilidad del nutriente. En el ensayo de 0 - 20 cm se aprecia que, al igual que la situación anterior, los niveles de P del segundo año fueron inferiores a los del primero, a pesar de la aplicación de P (**Tabla 10**). Se debe observar que en ninguno de los tratamientos se logró mantener el nivel de 15 ppm propuesto originalmente.

**Efectos sobre la pradera**

Los rendimientos de forraje obtenidos en ambos experimentos fueron bajos, en relación a registros normales de praderas en pastoreo. La producción de MS de la pradera obtenida en el ensayo de 0 - 10 cm se presenta en la **Tabla 12** y la de 0 - 20 cm se presenta en la **Tabla 13**. Como se señalaba para el ensayo del primer año, los rendimientos obtenidos en el caso de 0 - 10 cm son similares a los de 0 - 20 cm entre tratamientos.

**Determinación de la CP**

Para el cálculo de la dosis de P para corregir una posible deficiencia, es muy útil contar con una herramienta que permita conocer la probable respuesta de un suelo a la

**Tabla 11. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de P en el nivel de disponibilidad final, a dos profundidades.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Dosis de P	P Olsen alcanzado año 1	P Olsen alcanzado año 2
kg ha <sup>-1</sup>	----- ppm -----		kg ha <sup>-1</sup>
0 - 10 cm			
0	0	6.5	7.4
160	70	12.1	9.6
95	42	18.2	12.2
33	14	26.0	18.9
33	14	30.2	24.6
0 - 20 cm			
0	0	4.7	5.0
103	45	8.8	5.5
306	134	7.5	6.4
292	128	10.5	9.2
190	83	18.4	12.0

**Tabla 12. Efecto del nivel de P en el suelo sobre la producción de materia seca después de 360 días (5 cortes), teniendo en cuenta la profundidad de muestreo de 0 - 10 cm.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	MS acumulada	P Olsen promedio
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----						ppm
0	2 172	1 223	1 539	861	2 033	5 796	7.4
160	2 272	1 445	1 616	742	2 488	6 075	9.6
95	2 126	1 127	2 268	921	1 943	6 442	12.2
33	2 325	1 259	1 588	868	1 809	6 039	18.9
33	2 714	1 205	2 042	852	2 002	6 812	24.6

**Tabla 13. Efecto del nivel de P en el suelo sobre la producción de materia seca después de 360 días (5 cortes), teniendo en cuenta la profundidad de muestreo de 0 - 20 cm.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	MS acumulada	P Olsen promedio
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----						ppm
0	1 874	986	1 745	758	1 722	5 363	5.0
103	2 276	1 234	1 833	948	3 144	6 191	5.5
306	2 561	1 371	1 821	804	2 307	6 557	6.4
292	2 273	1 129	2 125	832	1 978	6 359	9.2
190	2399	1 070	2 065	1 014	2 361	6 548	12.0

**Tabla 14. Determinación de la Capacidad Tampón de P (CP) de los diferentes tratamientos con muestras obtenidas en el estrato de 0 - 10 cm de profundidad.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P inicial	P final	Prof. muestreo	P aplicado	Producción MS	Extr. P	Incr. P	CP
kg ha <sup>-1</sup>	----- ppm -----		dm	-----	kg ha <sup>-1</sup> -----		ppm	kg P ppm <sup>-1</sup>
0	4.9	7.4	1	0	5 796	14.5	2.5	0
160	4.6	9.6	1	76	5 839	14.6	5.0	12.6
95	5.0	12.2	1	152	6 442	16.1	7.2	18.9
33	4.5	18.9	1	228	6 039	15.1	14.4	14.8
33	5.3	24.6	1	304	6 813	17.0	19.3	14.9

**Tabla 15. Determinación de la Capacidad Tampón de P (CP) de los diferentes tratamientos con muestras obtenidas en el estrato de 0 - 20 cm de profundidad.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P inicial	P final	Prof. muestreo	P aplicado	Producción MS	Extr. P	Incr. P	CP
kg ha <sup>-1</sup>	----- ppm -----		dm	-----	kg ha <sup>-1</sup> -----		ppm	kg P ppm <sup>-1</sup>
0	3.4	5.0	2	0	5 363	13.4	1.6	0
103	3.1	5.5	2	76	6 291	15.7	2.4	12.6
306	3.3	6.4	2	152	6 557	16.4	3.1	21.9
292	3.3	9.2	2	228	6 359	15.9	5.9	18.0
190	4.6	12.0	2	304	6 548	16.4	7.4	19.4

aplicación del fertilizante fosfatado. Se han utilizado varios métodos para obtener parámetros que permitan una adecuada recomendación para fertilización fosfatada como la calibración en sitio, método racional, balance de nutrientes, etc. En este caso, se prefiere buscar el valor de la CP de un suelo que permita estimar la respuesta a la fertilización.

*Fórmula de cálculo de la CP (kg P ppm<sup>-1</sup>)*

$$CP = \frac{P \text{ aplicado (kg ha}^{-1}) - P \text{ extraído (kg ha}^{-1})}{\text{Incremento de P (ppm) x profundidad (*)}}$$

(\*) El factor profundidad se aplica como expresión numérica, sin unidades.

El término P extraído se refiere a la absorción de P por el forraje, considerando una concentración media de 0.25% de P en MS. El término incremento de P se refiere a la diferencia entre el nivel de P extractable alcanzado y el nivel inicial. La profundidad expresada en decímetros (dm) corresponde a la profundidad de muestreo, pero para efectos del cálculo se usa sólo la expresión numérica. Los resultados del cálculo de los valores de CP para los diferentes tratamientos, en el ensayo de 0 - 10 cm, se presentan en la **Tabla 14**. Se aprecia que los valores de la CP son similares entre sí, con un promedio de 15.3 kg P ppm<sup>-1</sup>. Aparentemente, este valor es un indicador de la CP del suelo, al margen de otras consideraciones como manejo y fertilización anterior. Además, cabe considerar que el valor obtenido es

también similar al utilizado por el programa de recuperación de suelos degradados (14 y 16 kg P ppm<sup>-1</sup>) para el suelo Osorno. Los resultados del cálculo de los valores de la CP para los diferentes tratamientos, en el ensayo de 0 - 20 cm, se presentan en la **Tabla 15**. Los valores de la CP obtenidos en el estrato de 0 - 20 cm son mayores que los alcanzados en el estrato de 0 - 10 cm, probablemente debido a la escasa movilidad que caracteriza al ión fosfato en el suelo. En esta ocasión, el promedio entre tratamientos fue de 18 kg P ppm<sup>-1</sup>, existiendo dispersión entre ellos.

### Comentarios finales

Los resultados obtenidos con el cálculo de la CP permiten inferir que es una herramienta útil para determinar las dosis de corrección de P de los suelos. Sin embargo, todavía es necesario encontrar un método de laboratorio o invernadero más rápido, eficiente y sobre todo menos costoso que el presente método de evaluación. Otros experimentos relacionados con la CP desarrollados por INIA - Chile, con suelos de la zona centro - sur del país (INIA Quilamapu), en los que se determinó este valor en laboratorio, se observó que dentro de una misma serie de suelos, la CP varía considerablemente. Estos resultados indican que no es adecuado utilizar un valor genérico de la CP por serie, sino que es necesario efectuar una determinación de cada sitio en particular.

Más información sobre este proyecto se puede encontrar en la base de datos de proyectos de investigación de IPNI Cono Sur. [www.ipni.net](http://www.ipni.net) 