

# Cálculo de fertilización con fósforo a partir del análisis de fertilidad de suelos

Autores: Jorge Carrasco J., Cristian Aguirre A., INIA Rayentué

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO INIA RAYENTUÉ N° 79 - AÑO 2023

El desarrollo y producción económica de un cultivo cualquiera, requiere de cantidades importantes de nutrientes -tanto macro como micronutrientes-, por lo cual grandes cantidades, como el caso de los macronutrientes, tienen que ser aplicados si el suelo es deficiente en uno o más de ellos.

Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción hecha por los cultivos a lo largo de los años. Por lo tanto, la producción de cultivos agrícolas, entre otros factores, requiere de una adecuada disponibilidad de nutrientes para que las plantas produzcan según su potencial genético. De acuerdo a esto, para alcanzar una producción rentable se necesita un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, de manera de asegurar la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Entre los macronutrientes de mayor importancia para la producción agrícola en la provincia de El Loa, está el fósforo (P), elemento que compone entre un 0,1 a un 0,4 por ciento del extracto seco de una planta. Cumple un papel importante en la transferencia de energía, por lo cual es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos de las plantas, siendo -junto a todos los nutrientes que requiere- indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, tallos, raíces, hojas, frutos y semillas de ellas.

El fósforo es un elemento deficiente en la mayoría de los terrenos agrícolas o donde la fijación -dependiendo de las características físicas, químicas y biológicas del suelo limita su disponibilidad. Esta se reduce con suelos de pH ácido, como los existentes en terrenos del sur de Chile, o en suelos de un pH alcalino alto, sobre 8, como el que se presenta en la mayoría de los suelos agrícola de la provincia de El Loa (**Figura 1**).



**Figura 1.** Alfalfa, especie leguminosa con altos requerimientos de fósforo. Provincia de El Loa.

El fósforo (P) es un nutriente considerado inmóvil en la solución del suelo pero móvil dentro de una planta, por lo cual las raíces de ella para extraerlo desde el mismo, deben llegar a los puntos donde se ubica este elemento. El fósforo, a diferencia de nutrientes, como el nitrógeno, no se mueve en el suelo por acción del agua de riego que infiltra en el terreno, por lo que al momento de la plantación o siembra de un cultivo, es necesario colocarlo cerca del área de desarrollo y crecimiento del mayor volumen de raíces de las plantas.

## Determinación de la fertilización del suelo

### 1ª Parte:

Determinación de la masa o peso de 1 ha de suelo, porque la fertilización para un cultivo cualquiera, en forma preliminar se define para una hectárea de suelo.

- Para un predio ubicado en el sector oriente de la comuna de Calama, por análisis de laboratorio se ha determinado un pH de suelo igual a 8,01, y una densidad aparente (Dap) de un suelo de un terreno en el cual se va a sembrar alfalfa de 1,2 g/cm<sup>3</sup>, es decir:

$$1,2 \text{ g/cm}^3 \times 1 \text{ kg}/1.000 \times 1.000.000 \text{ cm}^3/1 \text{ m}^3 = 1.200 \text{ kg/m}^3$$

- Se determina el volumen de suelo de una hectárea de terreno:

Primero la superficie en m<sup>2</sup> (Figura 2):

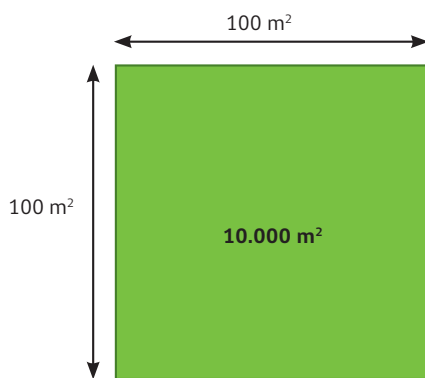


Figura 2.

- Luego el volumen de esa hectárea de terreno y profundidad de 20 cm (0,2 m)

$$\text{Volumen de 1 hectárea de suelo} = \text{Área de 1 hectárea de suelos} \times \text{Profundidad de suelos}$$

Se considera una profundidad de 20 cm (0,2 m), porque a esta profundidad se concentra el mayor volumen de raíces de los cultivos agrícolas

$$\text{Volumen (ha)} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Volumen (ha)} = 2.000 \text{ m}^3$$

- Utilizando la siguiente fórmula se determina el Peso de 1 hectárea de suelo

Dap del suelo (kg/m<sup>3</sup>) =

$$\frac{\text{Peso de 1 hectárea de suelo (kg)}}{\text{Volumen de 1 hectárea de suelo (m}^3\text{)}}$$

Tenemos que la Dap = 1.200 kg/m<sup>3</sup>

Para los efectos de cálculo, definiremos la fórmula como:

Dap (kg/m<sup>3</sup>) del suelo =

$$\frac{\text{Peso de suelo (kg)}}{\text{(Volumen de suelo (m}^3\text{))}}$$

Despejando Peso de suelo, tenemos:

$$\text{Peso de suelo (kg)} = \text{Dap del suelo (kg/m}^3\text{)} \times \text{Volumen de suelo (m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso de suelo (kg/m}^3\text{)} = 1.200 \text{ kg} \times 2.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (kg)} = 2.400.000 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la masa o peso de una hectárea de suelo es: 2.400.000 kg.

### 2ª parte:

#### Cálculo de requerimientos de un nutriente

##### Tomaremos como ejemplo el caso del fósforo

Análisis de suelos realizado en un laboratorio, indica nivel adecuado de fósforo: 6,28 mg/kg.

Es decir, 6,28 mg de fósforo están en 1 kg de suelo.

Pero tenemos el peso de una hectárea de suelos, por lo cual el cálculo se debe realizar para esa superficie de 2.400.000 kg de suelo.

Entonces por regla de tres simple:

$$\begin{array}{l} 6,28 \text{ mg de P} \text{ ----- } 1 \text{ kg de suelo} \\ X \text{ mg de P} \text{ ----- } 2.400.000 \text{ kg de suelo} \end{array}$$

$$X = \frac{6,28 \text{ mg de P} \times 2.400.000 \text{ kg de suelo}}{1 \text{ kg suelo}}$$

X = 15.072.000 mg de P, significa 15,07 kg de P que están presentes en los primeros 20 cm de profundidad de suelo, y en 10.000 m<sup>2</sup> (1 há)

El valor calculado, es la cantidad de fósforo que posee 1 ha de suelo según el análisis de Fertilidad, determinado en un laboratorio.

Considerando que todo fertilizante contiene el fósforo a la forma de  $P_2O_5$ , es decir 2 átomos de fósforo y 5 átomos de oxígeno, debemos calcular el peso molecular del  $P_2O_5$ :

Peso atómico (P.A.) del fósforo es 31 y Peso atómico del oxígeno es 16

$$P_2O_5: 31 \times 2 = 62 \text{ (P)} \text{ y } 16 \times 5 = 80 \text{ (O)}$$

$$\text{Peso Molecular } P_2O_5: 62 + 80 = 142$$

Entonces:

142 kg de  $P_2O_5$  contienen 62 kg de P (según su peso atómico).

$$\begin{array}{r} 142 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ -----} 62 \text{ kg de P} \\ X \text{ -----} 15,07 \text{ kg de P} \end{array}$$

$$X = \frac{142 \text{ kg de } P_2O_5 \times 15,07 \text{ kg de P}}{62 \text{ kg de P}}$$

$X = 34,52 \text{ kg de } P_2O_5/\text{ha}$  que aporta el suelo

### 3ª Parte: Cultivo y fertilizante a aplicar

Cultivo: alfalfa a establecer.

Fertilizante a aplicar: Superfosfato triple.

Superfosfato triple (S.F.T.): 100 kg contienen 45 a 46 unidades o kilos de  $P_2O_5$ .

Según los especialistas en cultivos, la alfalfa requiere: 138 a 140 kg de  $P_2O_5/\text{ha}$ .

Consideremos para el cálculo 140 kg de  $P_2O_5/\text{ha}$ .

El fertilizante a aplicar es lo que requiere el cultivo menos lo que posee y aporta al suelo, es decir:

$$140 - 34,52 = 105,48 \text{ kg de } P_2O_5$$

Esto significa que debemos aplicar 105,48 kg de  $P_2O_5$ , por lo cual ahora hay que calcular cuantos kg de S.F.T se deben aplicar.

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg de S.F.T. -----} 45 \text{ kg de } P_2O_5 \\ X \text{ -----} 105,48 \text{ kg de } P_2O_5 \end{array}$$

$$X = \frac{100 \text{ kg de S.F.T.} \times 105,48 \text{ kg de } P_2O_5}{45 \text{ kg de } P_2O_5}$$

$X = 234,4 \text{ kg de S.F.T.}$ , se considera que la mayor disponibilidad del fósforo en el suelo para las plantas, se produce, en el mismo, con niveles de pH entre 6 y 7, por lo cual para el caso de este ejemplo, si el pH del suelo es de 8,1 (alcalinos), la disponibilidad de fósforo en el suelo será menor. De acuerdo a esto, el valor calculado se debe dividir por un factor, que en este caso se propone sea 0,85, que corresponde a un 85% de eficiencia en la absorción de fósforo, por parte de las plantas, bajo un pH alcalino.

Entonces  $234,4/0,85 = 275,76 \text{ kg}$

**Lo calculado corresponde a 275,76 kg de superfosfato triple, que se deben aplicar por hectárea de siembra de alfalfa. Este fertilizante debe ser localizado en la siembra por surco.**

## Bibliografía

Alfonzo, H., Gómez, A. y Pérez, Y. 2019. Manual. Cálculos para aplicación de fertilizantes simples y compuestos. San Fernando de Apure, Venezuela. 29 pp.

Dudaland, R. y Roy, R.N. (eds), 1995. Integrated plan nutrition system, Boletín N° 12. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Roma, F.A.O, 426 p.

Echeverría, H. y García, F. 2014. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. 2ª Edición. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. INTA Ediciones. 904.

Hirzel, J. 2008. Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Colección Libros INIA N° 24. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. 296 p.

World Fertilizer use Manual. 1992, IFA-FAO, París, 632p. Página Web <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD.