

# Propiedades que inciden en la elección de los fertilizantes inorgánicos

Autores:

Erika Vistoso Gacitúa (evistoso@inia.cl), Josué Martínez-Lagos / INIA Remehue

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO INIA REMEHUE N° 292 – AÑO 2022

## Introducción

El término fertilizante se aplica a cualquier material natural o manufacturado (con al menos el 5% de uno o más macronutrientes, como: nitrógeno, fósforo o potasio) que se aplica al suelo o planta para mejorar el suministro de nutrientes esenciales y promover el crecimiento vegetal.

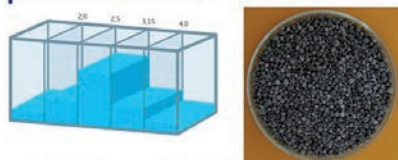
Los fertilizantes manufacturados contienen proporciones variables tanto de macronutrientes como de micronutrientes (ver Informativo Técnico INIA N° 225), impurezas y otros elementos no esenciales (Ej.: metales pesados). Esta categoría, incluye a los fertilizantes inorgánicos, fertilizantes orgánicos y acondicionadores de suelo (enmiendas calcáreas), los cuales pueden promover el crecimiento de cultivos o praderas al aumentar la disponibilidad de los nutrientes esenciales en el suelo o mejorando la estructura física del suelo.

Las fuentes de nutrientes esenciales, para los cultivos o praderas, pueden provenir de los fertilizantes inorgánicos o fertilizantes orgánicos. Los fertilizantes inorgánicos (también denominados fertilizantes comerciales, sintéticos o artificiales) contienen productos químicos con nutrientes esenciales en las formas disponibles para las plantas, cuya producción ha implicado algún proceso industrial. En cambio, los fertilizantes orgánicos contienen material orgánico a base de carbono proveniente de productos animales y vegetales.

## Propiedades de los fertilizantes inorgánicos

Los fertilizantes inorgánicos (FI) presentan propiedades físicas, químicas y físico-químicas (Figura 1) que influyen en

### Propiedades físicas:



- Estado físico (líquido, sólido).
- Tamaño de partículas (granulometría).
- Consistencia/dureza.
- Densidad.

### Propiedades químicas:

AGROGESTION VITRA S.A SUPER FOSFATO TRIPLE	
Composición centesimal	
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	44%
<b>METALES PESADOS</b>	
Plomo (Pb)	82,1 mg/kg
Cadmio (Cd)	0,82 mg/kg
Arsénico (As)	35,3 mg/kg
Mercurio (Hg)	0,5 mg/kg
<b>OTROS PARÁMETROS</b>	
ptH (al 100%)	3,8
Solubilidad a 20°C	12,3 g/l
Humedad crítica Relativa (RCR)	80%
Humedad (Base Anhidra)	5% Máximo
Granulometría	90% > 2 mm.
CDR 24428	
TURNO I	ALMACEN DIA MES AÑO
LOCALIDAD I SAAM	SAI 10 06 20

Etiqueta N° 243

- Composición.
- Grado y grado equivalente.
- Otros nutrientes y/o compuestos presentes (deseados o no).
- Reacción en el suelo.

### Propiedades físico-químicas:

Composición (porcentaje peso en peso):	
FÓSFORO ASIMILABLE de ác. fosforoso, expresado como P...	13,1 %
POTASIO SOLUBLE, expresado como K	16,5 %
GRADO: 0 - 13 - 16,5	GRADO EQUIVALENTE: 0 - 30 - 20
Solubilidad:	Soluble
Densidad a 25°C:	1,40 g/mL
Tensión superficial:	72,1 dyn/cm
pH:	4,2 (tal cual). A dilución de uso tiende a neutro

- Solubilidad.
- Higroscopicidad.
- Índice salino.

Figura 1. Propiedades de los fertilizantes inorgánicos que influyen en su calidad.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2.** Diferentes tipos de fertilizantes inorgánicos sólidos.

Fuente: Vistoso *et al.* 2017. Fertilización fosfatada de praderas en suelos Trumaos de la Región de Los Lagos. Colección de Libros INIA N° 37. 124p.

su calidad y que los productores y asesores deben conocer, previo a seleccionar el tipo de fertilizante a comprar.

### Propiedades físicas:

1. **Estado físico:** la presentación de los FI puede ser líquida o sólida, lo cual determina su utilización y eficacia. Los FI sólidos pueden presentarse en diferentes tipos (Figura 2), como polvos (con mayor superficie de reacción con el suelo, fácilmente asimilables por las plantas y con problemas de pérdidas durante el transporte, manejo y distribución por sistemas mecánicos de aplicación en campo), cristales, gránulos o perlados (de fácil manipulación y distribución uniforme en campo por sistemas mecánicos, en el caso de los granulados y perlados se acepta hasta 2% de polvo).
2. **Granulometría:** corresponde al tamaño y proporción de partículas en el volumen total del fertilizante. El tamaño de partícula afecta la respuesta agronómica, mezclado, almacenaje, manejo del fertilizante y propiedades de aplicación. En Chile, no existe una normativa vigente para este parámetro. La distribución del tamaño de partículas se determina por tamizado. El análisis granulométrico (Vistoso *et al.*, 2017) de Fosfato diamónico y Superfosfato triple indicó que las partículas > 2 mm correspondieron al 91-96% y 70-97%, respectivamente, de las muestras analizadas. Los fertilizantes con partículas de tamaño variable tiende a segregarse, siendo relevante en la preparación de mezclas físicas y en el manejo del fertilizante a granel.

### Propiedades químicas

1. **Grado:** indica el porcentaje de nutrientes primarios (N%:P%:K%:S%) por unidad de peso seco del fertilizante, expresado como N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O:S. El término porcentaje (%) significa «de cada cien», por lo tanto, en el análisis o etiqueta el 8,5 % significa 8,5 de cada cien y 45% significa 45 de cada cien. Por ej.: 100 kg de Superfosfato triple con un análisis de nutrientes o valores en etiquetado de 0:45:0:10 contendrán 0 kg de N, 45 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 kg de K<sub>2</sub>O y 10 kg de S. Por lo tanto, la cantidad de nutrientes en 1 Mg (1.000 kg) de un fertilizante será diez veces la cantidad de nutrientes en 100 kg. Entonces, 1 Mg de Superfosfato triple con un análisis de nutrientes o etiquetado de 0:45:0:10 contendrá 0 kg de N, 450 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 kg de K<sub>2</sub>O y 100 kg de S.

En un estudio realizado por INIA, las concentraciones

de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de Fosfato monoamónico, Fosfato diamónico, Superfosfato triple y Roca fosfórica fluctuaron entre 28-62%, 28-49%, 40-56% y 14-30%, respectivamente, en relación, a su concentración estándar (Vistoso *et al.*, 2017). Los fertilizantes que se apliquen al suelo, deben respetar la normativa nacional, en relación a sus propiedades. Por ello, es relevante que los productores y asesores técnicos verifiquen la composición del fertilizante a usar a través de su análisis químico.

2. **Reacción del fertilizante en el suelo:** indica la magnitud del efecto acidificante y/o alcalinizante del fertilizante inorgánico sobre el pH del suelo, el cual se expresa como índices de acidez (kg CaCO<sub>3</sub> que neutralizan la acidificación de 1 kg N o 100 kg fertilizante) y alcalinidad (kg CaCO<sub>3</sub> similar a la alcalinización de 1 kg N o 100 kg fertilizante). Ambos nos permiten seleccionar el fertilizante, época y forma de aplicación *en post* de maximizar la eficiencia de uso de los nutrientes.

### Propiedades físico-químicas

1. **Solubilidad:** indica la cantidad de fertilizante que se disuelve en 100 g de agua a 25 °C y, por ende, la proporción del nutriente disponible para la planta. En INIA, se implementaron y validaron metodologías para determinar la solubilidad en fertilizantes que presentaron alta exactitud y precisión. Los índices de solubilidad en agua (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponible para las plantas) de Fosfato monoamónico, Fosfato diamónico y Superfosfato triple fluctuaron entre 100%, 95-100% y 66-100%, respectivamente (Vistoso *et al.*, 2017). Lo cual indica que los fertilizantes fosforados solubles no son 100% solubles y se debe ajustar la dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sobre todo en la fertilización de cultivos anuales, aumentando el costo ha<sup>-1</sup>.
2. **Higroscopicidad:** esto indica el comportamiento del fertilizante al absorber agua del aire a cierta humedad relativa (Cuadro 1), la cual varía con la temperatura. Este proceso daña la estructura física, por disolución de partículas (blandas y pegajosas) y, posteriormente, al volver a secarse, se generan terrones (apelmazamiento) que dificultan el desplazamiento de los gránulos del fertilizante en los sistemas de distribución mecánica y, por ende, afecta la uniformidad de aplicación en campo (Figura 3). Por ello, es relevante considerar condiciones adecuadas durante el almacenaje (temperatura, humedad relativa) y aplicación de los FI (precipitaciones).

**Cuadro 1.** Humedad crítica relativa a 30 °C de algunos fertilizantes.

Fertilizante	U	NA	CAN	SA	SFT	FDA	FMA	CP	SP	NS
Urea (U)	70									
Nitrato de amonio (NA)	18	55								
Nitrato de amonio calcáreo (CAN)	45	55	55							
Sulfato de amonio (SA)	55	55	55	75						
Superfosfato triple (SFT)	60	50	55	70	80					
Fosfato diamónico (FD)	50	55	55	70	75	70				
Fosfato monoamónico (FMA)	55	55	60	70	89	70	70			
Cloruro de potasio (CP)	50	55	55	70	65	65	65	70		
Sulfato de potasio (SP)	50	55	60	70	75	65	65	75	75	
Nitrato de sodio (NS)	46	-	-	-	68	-	64	67	73	72

Fuente: Adaptado de UNIDO-IFDC. 1998. Fertilizer manual. Kluwer Academic Pub. 615p.



**Figura 2.** Efectos de la higroscopicidad en la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

Fuente: Elaboración propia.

- Índice salino:** es una medida de la concentración de sales que el fertilizante genera en la solución del suelo, expresada como la relación del incremento de la presión osmótica de la solución salina generada por un fertilizante respecto a la presión osmótica de una misma cantidad de nitrato de sodio (valor relativo= 100). Su importancia radica en que fertilizantes con menor índice (Cuadro 2) son menos fitotóxicos en aplicaciones junto o cerca de la semilla, siendo relevante en la siembra de cultivos o establecimiento de praderas.

Cuadro 2. Índice salino de algunos fertilizantes inorgánicos.

Fertilizante	Índice salino ( $\text{NaNO}_3 = 100$ )	
	Por kg de fertilizante	Por kg de nutriente
Cloruro de potasio	116,2	2,32
Fosfato monoamónico	26,7	1,18
Fosfato diamónico	29,2	1,46
Nitrato de amonio	104	3,06
Nitrato de sodio	100	6,25
Nitrato de potasio	69,5	1,40
Sulfato de amonio	68,3	1,52
Sulfato de potasio	42,6	0,71
Sulfato de potasio y magnesio	43,4	0,85
Superfosfato triple	10,1	0,51
Urea	75,4	1,64
Yeso agrícola	8,1	0,20

Fuente: Adaptado de UNIDO-IFDC (1998).

## Métodos de aplicación de fertilizantes

Los métodos de aplicación para fuentes sólidas o líquidas son los siguientes:

**Aplicaciones superficiales:** asociadas a aplicaciones de pre-siembra, en post-emergencia con el cultivo en desarrollo y con el agua de riego.

1. Pre-siembra o post-emergencia al voleo.
2. Pre-siembra, siembra o post-emergencia en franjas sobre el suelo.
3. Post-emergencia con el agua de riego.

**Aplicaciones sub-superficiales:** las aplicaciones de fertilizantes junto o cerca de las semillas y raíces pueden generar efectos fitotóxicos, debido al efecto salino discutido en el punto anterior.

1. Al voleo e incorporado con rastra o disco.
2. En bandas con la semilla o al costado y, por debajo, de la semilla.
3. En bandas profundas.
4. En bandas al costado de las plantas en post-emergencia.
5. Sobre las plantas: aspersión sobre el follaje del cultivo (foliar).

Las aplicaciones al voleo son frecuentes para los nutrientes

esenciales móviles como N. En cambio, los nutrientes de baja movilidad (como P) son aplicados en bandas incorporadas junto o cerca de la semilla para maximizar el posterior contacto raíz-nutriente esencial.

## Consideraciones finales

- ✓ Los fertilizantes contienen nutrientes esenciales y cumplen un importante rol en la producción agrícola e influyen en la calidad nutricional de los alimentos.
- ✓ Las fuentes de nutrientes esenciales pueden ser inorgánicas u orgánicas.
- ✓ Los fertilizantes deben comprarse sobre la base de sus análisis de nutrientes o valores del etiquetado y su capacidad para superar una deficiencia de nutrientes esenciales específica del potrero, la cual se ha determinado a través del análisis de suelo.
- ✓ Al hacer recomendaciones de fertilizantes, es importante usar la cantidad de fertilizante por hectárea. (Ej.: 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea). Además, mantener las cantidades redondeadas al "0" o "5" más cercano. (Ej.: 10 kg ha<sup>-1</sup> o 25 kg ha<sup>-1</sup>, no 14,3 kg ha<sup>-1</sup>).
- ✓ El aporte de nutrientes esenciales, a los cultivos y praderas debe ser en forma equilibrada y amigable con el medio ambiente, *en post* de lograr un uso eficiente y responsable de los fertilizantes.