

# Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo

*Irantzu Ginés e Ignacio Mariscal-Sancho*

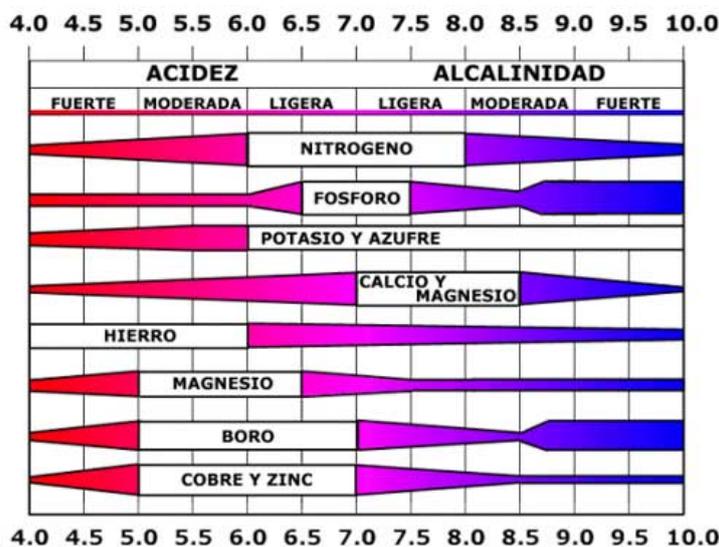
*Fertiberia S.A, 2002*

## RESUMEN

El pH del suelo (o del sustrato de cultivo) determina la asimilabilidad de los nutrientes; y los fertilizantes tienen una importante influencia sobre dicho pH. La incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo depende principalmente de: a) el perfil acidificante de la composición química del fertilizante b) de su carácter descalcificante o calcificante y c) de la capacidad tamponadora del suelo. En esta monografía se recogen la incidencia de los principales fertilizantes comerciales sobre el pH del suelo.

## EL pH Y LA ASIMILABILIDAD DE LOS NUTRIENTES

El pH del suelo influye de forma decisiva en la asimilabilidad de los diferentes nutrientes vegetales. Los pHs que proporciona mejores condiciones de asimilabilidad son ligeramente ácidos (pH entre 6 y 7) (Fig. 1).



**Fig. 1 Influencia del pH sobre la disponibilidad de nutrientes; “diagrama de Trough”.**

A mayor anchura de la fila, mayor disponibilidad del nutriente.

Fuente: [www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm](http://www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm)

## ACIDIFICACIÓN Y DESCALCIFICACIÓN

La acidificación es la tendencia del complejo de cambio del suelo a cargarse con iones  $H^+$ , con el consiguiente detrimento del resto de los cationes minerales. La acidificación del suelo es favorecida por la aplicación de ciertos fertilizantes. Los suelos sin una importante reserva de Ca, pueden presentar un proceso de acidificación, tanto más rápido cuanto más intensivo es el cultivo y cuanto mayores son los aportes de fertilizantes acidificantes.

La descalcificación se produce con el abandono de cationes  $Ca^{2+}$  del complejo de cambio del suelo. Si en el suelo no existe una reserva de calcio, la descalcificación aparece como una fase preliminar de la acidificación. Generalmente el calcio es el catión más abundante y su salida facilita la fijación de iones  $H^+$  para contrarrestar la carga del complejo. En dichos suelos la descalcificación se produce principalmente por la extracción de  $Ca^{2+}$  por medio de los cultivos.

En segundo lugar, la descalcificación también se produce por el agua de lluvia que contiene una pequeña cantidad de gas carbónico y es capaz de disolver la caliza existente en el suelo, de tal forma que el calcio es arrastrado a capas más profundas en forma de bicarbonato de calcio.

Los suelos ácidos suelen presentar concentraciones de Ca muy bajas y limitantes de la producción vegetal. Para aportar importantes cantidades de Ca al suelo y aumentar su pH, se suele aconsejar la aplicación de carbonato cálcico ( $CaCO_3$ ), debido a que este producto es barato, su solubilidad es relativamente baja (sus efectos duran varios años) e incrementa el pH como se indica en la "Ec.1". Dicho incremento a su vez reduce o elimina la toxicidad por aluminio, que es otro inconveniente típico de los suelos ácidos.



## PODER AMORTIGUADOR DEL SUELO

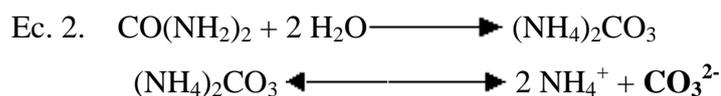
El suelo tiene un poder amortiguador por el cual, la aplicación de ácidos o bases no varía en gran medida su pH. Este poder amortiguador está relacionado, por un lado, con la existencia de coloides en su composición. Y por otro, está relacionado con su capacidad de intercambio iónico; cuanto mayor sean estos dos factores, mayor poder

amortiguador tendrá el suelo. La capacidad de amortiguación es distinta según el tipo de suelo:

Suelos húmicos > suelos arcillosos > suelos francos > suelos arenosos.

### INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS FERTILIZANTES SOBRE EL pH

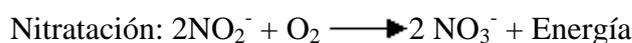
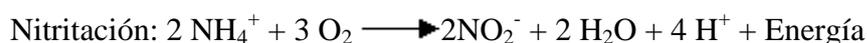
La *urea* ( $CO(NH_2)_2$ ) (Fig. 2) no es exigente en cuanto a la naturaleza del suelo, con excepción de los suelos muy ácidos, que suelen ser poco activos biológicamente. El  $CO(NH_2)_2$  es soluble en agua y no es retenida por el suelo. La urea se hidroliza en contacto con el agua y bajo la acción de la ureasa (Ec. 2). En buenas condiciones de temperatura y humedad dicha hidrólisis puede realizarse en dos o tres días. En esta primera reacción se observa un comportamiento básico (al pasar de amida a carbonato amónico).



**Fig. 2 Urea granulada en almacén.**

Posteriormente la forma amoniacal pasa a forma nítrica (liberando  $H^+$  al medio), que es la forma en que la mayoría de las plantas asimilan el nitrógeno. Por lo que el comportamiento final de la urea es de carácter ácido.

Las reacciones de oxidación enzimática de nitrificación son bastante complejas, pero se pueden resumir, de la siguiente forma (Ec. 3):

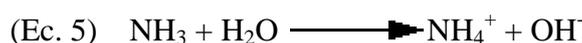


Por lo que la reacción que se da en caso del carbonato amónico procedente de la urea, es finalmente de carácter ácido (Ec. 4):



Hay que destacar la sensibilidad de las bacterias responsables de la nitrificación a las condiciones ambientales, principalmente debido a su carácter aeróbico estricto. De esta forma la nitrificación se ve dificultada en terrenos inundados, ácidos o fríos.

El amoniaco anhidro ( $\text{NH}_3$ ) aplicado al terreno se combina con el agua, formando  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{OH}^-$ .



Por lo que en un principio tiene carácter básico. El  $\text{NH}_4^+$  queda adsorbido por los coloides del suelo o continúa su proceso de nitrificación mostrando un comportamiento final ácido como se observa en el proceso de nitrificación anteriormente mostrado (Ec.3).

El nitrato amónico ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) es un fertilizante que contiene el nitrógeno en forma amoniacal y en forma de nitrato, dando una reacción global ácida, debida al amonio (Ec. 3).

El nitrosulfato amónico (NSA 26%) es un producto que aporta nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, pero además es un producto que suministra azufre a los cultivos. Es un fertilizante que tiene un pH ácido, adecuado para suelos básicos, que necesiten rebajar el pH y para aquellos cultivos que puedan presentar deficiencias en azufre.

El nitrato amónico cálcico (NAC), es un producto que se presenta con distintas fórmulas químicas: NAC 20,5% N con magnesio (14% CaO); NAC 22% N con magnesio (12% CaO); NAC 27% N (13% CaO); NAC 27% N (7,5% CaO) con magnesio. El pH de estos productos variará según su contenido en calcio y magnesio, pero hay que señalar que en aquellos suelos con pH ácido, será recomendable utilizar fertilizantes de mayor porcentaje en CaO.

El sulfato amónico ( $(NH_4)_2SO_4$ ) es un fertilizante acidificante. Esta acción acidificante se debe, además de por tener nitrógeno en forma amoniacal, por el sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) que produce una acción descalcificante al formar  $CaSO_4$ , de naturaleza hiposoluble, el cual es arrastrado en profundidad por las aguas de lluvia o riego (Ec. 6). Dicho efecto difícilmente se observará en suelos con importante contenido en calcio. (Ec. 6)



El nitrate de cal ( $Ca(NO_3)_2$ ); se considera un fertilizante de efectos basificantes, debido a su contenido en calcio (28% CaO).

Fosfato monoamónico (MAP) ( $NH_4H_2PO_4$ ). Por la alta solubilidad del fosfato puede utilizarse en toda clase de suelos, aunque su uso está especialmente indicado en los de pH elevado, (por su carácter acidificante), ya sean fuertemente calizos o salinos. En suelos calizos debe preverse una importante pérdida de eficacia por precipitación del fosfato en forma bicálcica o tricálcica.

Fosfato diamónico (DAP) ( $(NH_4)_2HPO_4$ ). El DAP tiene un efecto residual ácido sobre los suelos, aunque inicialmente tiene una reacción alcalina (debido al  $HPO_4^{2-}$ ), por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos.

El superfosfato es un fertilizante de utilización universal aplicable a todo tipo de suelos. Equivocadamente se le atribuía acción acidificante; sin embargo, ensayos de larga duración con aplicación continuada de superfosfato, aun en grandes dosis, mostraron que no ejerce ninguna acción significativa sobre el pH del suelo.

Los fosfatos naturales (de los cuales hay un importante yacimiento en el antiguo Sahara español) tienen riquezas variables y con la excepción de los fosfatos aluminio-cálcicos de Thiés (Senegal) son fosfatos tricálcicos y por lo tanto con un comportamiento basificante al igual que las escorias de Thomas, que provienen de "desechos" de la industria siderúrgica combinados a alta temperatura con cal.

Cloruro potásico (KCl); Aunque es una sal neutra, puede presentarse como potencialmente ácida, ya que el  $K^+$ , se absorbe por la planta con una intensidad muy superior al  $Cl^-$ . Este anión puede reaccionar con el calcio del suelo formando  $CaCl_2$ , muy soluble, que es fuertemente lixiviado. El  $Ca^{2+}$  desplazado del complejo adsorbente y perdido por lixiviación puede ser sustituido por otros cationes o bien por  $H^+$ , en cuyo caso la descalcificación es prelude de la acidificación del suelo. Por lo que en principio no es recomendable para suelos ácidos y pobres en calcio. En caso opuesto: es decir, en suelos calizos o con alto contenido en cal activa y fuerte efecto closante, el KCl es un fertilizante potásico recomendable.

El KCl aumenta el contenido de sales solubles en suelo, por lo que puede presentar problemas en el caso de suelos salinos, en el caso de utilizan aguas salinas en el riego o en cultivos poco tolerantes al cloro.

Sulfato potásico ( $K_2SO_4$ ). Al igual que el cloruro potásico, es un fertilizante potencialmente acidificante, ya que el  $SO_4^{2-}$  es menos absorbido por la planta que el  $K^+$ . Sin embargo el efecto descalcificante es mucho menor, ya que el  $CaSO_4$  es menos soluble que el  $CaCl_2$  y en consecuencia, su lixiviación es mucho más lenta. Por esta misma razón, en suelos estrictamente salinos, como en los alcalinos, es preferible la utilización de las formas del sulfato potásico al cloruro potásico.

El nitrato potásico ( $KNO_3$ ) es un fertilizante que se considera de reacción prácticamente neutra.

Los Fertilizantes Complejos (NPK), pueden ser de distintos tipos de pH, pero generalmente son ácidos o neutros, en función de las materias activas que componen su fórmula química.

En resumen, la incidencia de los principales fertilizantes comerciales sobre el pH del suelo es:

\*Fertilizantes de acción acidificante:

- Urea
- Amoniacó anhidro
- Nitrato Amónico
- Sulfato amónico

- Fosfato monoamónico y Fosfato diamónico
- Cloruro potásico y sulfato potásico.
- Nitrosulfato Amónico.

Dichos fertilizantes pueden presentar efecto acidificante en suelos con bajo poder “tamponador” (por ejemplo suelos arenosos y con muy bajos contenidos en Ca).

\*Fertilizantes que tienen una acción prácticamente nula sobre el pH.

- Superfosfato
- Nitrato Potásico

\*Fertilizantes alcalinizantes

Los fertilizantes alcalinizantes apenas se usan comercialmente. En este grupo podemos incluir:

- Fosfatos naturales
- Nitrato de cal

El  $\text{CaCO}_3$  no se considera un fertilizante, aunque actúe como tal en suelos carentes de Ca y sea considerado el principal enmendante de los suelos ácidos.

## EL PH Y LA FERTIRRIGACIÓN

El control del pH y la CE en de la disolución nutritiva utilizada en fertirrigación es imprescindible para obtener en el medio radicular, los valores óptimos para la absorción de nutrientes. Este pH de la “solución nutritiva ideal” se encuentra en el rango 5,5 - 6.

A continuación indicaremos los pH de ciertos fertilizantes utilizados en fertirrigación para un concentración del 1%.

<b>Fertilizantes sólidos</b>	<b>Riqueza</b>	<b>pH</b>	<b>CE (mmho/cm) 1%</b>	<b>Solubilidad (g/l)</b>
Nitrato amónico	34,5% N	5.17	11.58	1.970
Nitrato cálcico	15,5%N 27%CaO	5.87	1.18	1.260
Nitrato magnésico	11%N 15,7% MgO	5.43	0.88	420
Sulfato magnésico	15% MgO	5.43	0.75	360
Fosfato monoamónico	12% N 61%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.9	0.89	380
Nitrato potásico	13%N 46%K <sub>2</sub> O	7.02	1.36	320
Cloruro potásico	60% K <sub>2</sub> O	7.01	1.88	340
NPK cristalino	varios	-	-	-
<b>Fertilizantes líquidos</b>	<b>Riqueza</b>	<b>pH</b>	<b>CE (mmho/cm) 1 g/l</b>	<b>Solubilidad (g/l)</b>
Solución nitrogenada 32%	32%N	5.54	0.69	-
Solución nitrogenada 20%	20%N	6.37	0.87	-
Ácido nítrico	12,5%N	<1	<0.5	-
Solución N. cal	8%N 16%CaO	6.4	0.63	-
Solución N. magnésico	7%N 9,5% CaO	5.4	0.5	-
Ácido fosfórico	52%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<1	1.5	-
Solución potásica	varios	-	-	-
Solución NPK	varios	-	-	-

**Fuente:** <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=1072>

Se deben evitarse valores de pH inferiores a 5 (a pH = 4 se dañaría la raíz de la mayoría de los cultivos). También se deben evitar valores superiores a 6,5 donde bajarían drásticamente la disponibilidad de algunos micronutrientes.

Hay que tener en cuenta que en los suelos o en los sustratos orgánicos, debido a la capacidad tampón que éstos poseen, las variaciones de pH se produce a largo plazo, sin

embargo en la mayoría de los sustratos minerales tiene capacidad tamponadora muy baya y las variaciones de pH se producen rápidamente.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

1. Temas de química agrícola. S. Navarro Blaya, G. Navarro Garcia. Editorial Academia, S.L.
2. El suelo, los fertilizantes y la fertilización de los cultivos. A. Guerrero. Ediciones Mundi-Prensa.
3. Cultivos herbáceos extensivos. A. Guerrero. Ediciones Mundi-Prensa.
4. Fertilizantes. A. Gros, A. Dominguez Vivancos. Ediciones Mundi-Prensa.
5. Tratado de fitotecnia general. P. Urbano Terron. Ediciones Mundi-Prensa.
6. El suelo y los fertilizantes. J. Luis Fuentes Yagüe. Ediciones Mundi-Prensa.
7. Fertilizantes y fertilización. A. Finck. Editorial Reverté.
8. Manejo de la disolución nutritiva y diagnóstico en cultivos sin suelo. Antonio L. Alarcón Vera. Artículos publicados en "Vida Rural". Parte I. 01/05/02 Parte II. 15/05/02.