

# INFORMACIONES Agronomicas



INVESTIGACION  
**INPOFOS**  
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA

## NUTRIENTES INORGANICOS Y ORGANICOS: CUAL ES LA DIFERENCIA?

D.W. Dibb\*

La palabra nutriente es una derivación de la palabra nutrición, lo que implica alimento. El término nutrientes esenciales es entonces redundante en el sentido de que la esencialidad se define como necesario para sostener la vida, y los alimentos sostienen la vida. En el mundo vegetal, un elemento es considerado esencial si es necesario para que la planta complete su ciclo de vida, incluyendo las fases vegetativa y reproductiva, y ningún otro elemento puede sustituirlo completamente.

La Tabla Periódica de los elementos fue construida para organizar todas las estructuras atómicas conocidas que forman parte de la tierra, los océanos, la atmósfera y los organismos vivos, incluyendo los humanos (Figura 1).

La Tabla Periódica de los elementos presentada en la Figura 1 se ha modificado para identificar aquellos elementos que son esenciales para plantas y animales. Los elementos esenciales para las plantas se destacan con el color verde en los triángulos de abajo y los esenciales para los animales en color amarillo en los triángulos superiores. Se nota que varios elementos son esenciales tanto para plantas como para animales. Los elementos esenciales son solo una pequeña parte del total de elementos conocidos. Entre estos se incluyen gases, metales y no metales. Los elementos esenciales existen naturalmente, tanto en forma orgánica como inorgánica.

Los científicos han estimado las cantidades (pesos) de cada uno de los elementos presentes en la corteza terrestre. En la Tabla 1 se presenta una lista de los 10 más abundantes por peso. En la Tabla 2 presenta las cantidades relativas de materia orgánica y nutrientes esenciales presentes en los suelos de las zonas templadas del mundo. Nótese que tres nutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) están presentes tanto en forma orgánica como inorgánica. Si se toma en cuenta que las plantas crecen en una fina capa de la corteza terrestre, es importante que se mantengan los niveles de nutrientes con la adición de portadores de nutrientes, tanto orgánicos (residuos de plantas y desperdicios de corral) como inorgánicos (fertilizantes minerales manufacturados).

Las plantas absorben carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire y del agua (H<sub>2</sub>O) del suelo. Los otros nutrientes deben solubilizarse y formar parte de la mezcla de compuestos presentes en el agua del

**OCTUBRE 2002**

**No. 48**

## Contenido

Pág.

Nutrientes inorgánicos y orgánicos: Cuál es la diferencia?	1
Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano	4
Aplicación Foliar de nutrientes: Retos y límites en la producción agrícola	10
Reporte de investigación reciente	14
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16

Editor: Dr. José Espinosa

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

\* El Dr. Dibb es el Presidente del Instituto de la Potasa y el Fósforo [ddibb@ppi-far.org](mailto:ddibb@ppi-far.org)

**Tabla 1. Elementos más abundantes en la corteza terrestre (Weast y Astle, 1982).**

Elemento	Símbolo químico	Abundancia por peso % ppm <sup>1</sup>	
Oxígeno	O	46.10	461 000
Sílice	Si	28.20	282 000
Aluminio	Al	8.23	82 300
Hierro	Fe	5.63	56 300
Calcio	Ca	4.15	41 500
Sodio	Na	2.36	23 600
Magnesio	Mg	2.33	23 300
Potasio	K	2.09	20 900
Titanio	Ti	0.56	5 600
Hidrógeno	H	0.14	1 400

<sup>1</sup> ppm = partes por millón**Tabla 2. Cantidad total de materia orgánica y nutrientes presentes en suelos de las regiones templadas (Brady, 1978).**

Componente	Rango esperado, %
Materia orgánica	0.40 – 10.00
Nitrógeno <sup>1</sup>	0.02 – 0.50
Fósforo <sup>1</sup>	0.01 – 0.20
Potasio	0.17 – 3.30
Calcio	0.07 – 3.60
Magnesio	0.12 – 1.50
Azufre <sup>1</sup>	0.01 – 0.20
Hierro	0.50 – 5.00
Manganeso	0.02 – 1.00
Cobre	0.005 – 0.015
Zinc	0.001 – 0.025
Molibdeno	0.00002 – 0.0005
Boro	0.0005 – 0.015
Cloro	0.001 – 0.1

<sup>1</sup> Presentes tanto en forma orgánica como inorgánica.**Tabla 3. Forma como los 13 elementos esenciales son tomados por las plantas de la solución del suelo (Havlin et al., 1999).**

Elemento	Forma química tomada por la planta de la solución del suelo
N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
P	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
K	K <sup>+</sup>
Ca	Ca <sup>2+</sup>
Mg	Mg <sup>2+</sup>
S	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> , HBO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>
Cl	Cl <sup>-</sup>
Cu	Cu <sup>2+</sup>
Fe	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>
Mn	Mn <sup>2+</sup>
Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Zn	Zn <sup>2+</sup>

suelo (solución del suelo). Las formas químicas como los nutrientes son utilizados por las plantas se presentan en la Tabla 3. Casi todos los compuestos que están en la solución del suelo están presentes como especies iónicas. La trayectoria que toman los nutrientes para llegar a formas disponibles para la planta pueden ser complejas y variadas. Los procesos por los cuales estos nutrientes se transforman dentro del ambiente se denominan ciclos. Sin importar la forma en la cual estos elementos entran primero en sus respectivos ciclos, éstos tienen que convertirse en las formas inorgánicas que se presentan en la Tabla 3 para que puedan ser utilizados por las plantas. De esta forma, todos los alimentos consumidos por los humanos, ya sean plantas o animales que se alimentan de ellas, fueron producidos por nutrientes inorgánicos, aun cuando un nutriente cualquiera haya sido entregado al suelo en forma orgánica.

El término orgánico se ha hecho popular en los últimos años, especialmente en relación con los alimentos. Algunas veces se usa para implicar que los alimentos producidos con fuentes orgánicas de nutrientes tienen ciertas características especiales, beneficios especiales para la salud y quizá mayor valor nutricional. Esta designación de orgánico, en relación al uso de nutrientes, se refiere a la práctica de suplementar a la planta nutrientes solamente con adiciones de residuos de cultivos o desechos animales en lugar de las fuentes químicas de nutrientes, implicando que unos son naturales y que los otros son sintéticos. En realidad, cualquier esfuerzo para identificar los alimentos desde el punto de vista del tipo de nutriente utilizado es prácticamente imposible, debido a que, sin importar si la fuente es orgánica o inorgánica, todos los nutrientes son químicos..... sin embargo, todos son naturales y existen en la naturaleza. Todos los nutrientes suplementados en forma orgánica solamente son absorbidos por la planta después de que han sido convertidos a formas inorgánicas. Es importante destacar que las diferentes fuentes de nutrientes requieren diferente manejo para su uso eficiente.

Todos los alimentos, sin importar como han sido producidos, contienen compuestos de C y por lo tanto son orgánicos. El C proviene del CO<sub>2</sub> de la atmósfera que rodea a la planta, no de ningún C orgánico que haya sido colocado o que exista en el suelo, excepto cuando es liberado por descomposición de la materia orgánica en forma de CO<sub>2</sub> que regresa a la atmósfera.

Los procesos de la naturaleza están reciclando continuamente los nutrientes, de una forma u otra. Por ejemplo, la principal fuente de N es el N atmosférico. Esto es cierto ya sea que el N sea transferido por procesos de fijación biológica, por fijación industrial, o depositado por los animales que se alimentaron de los pastos y granos cultivados en el suelo.

hidrógeno 1 <b>H</b>	Animal																helio 2 <b>He</b>																												
litio 3 <b>Li</b>	berilio 4 <b>Be</b>	Planta																boro 5 <b>B</b>	carbono 6 <b>C</b>	nitrogeno 7 <b>N</b>	oxígeno 8 <b>O</b>	flúor 9 <b>F</b>	neón 10 <b>Ne</b>																						
sodio 11 <b>Na</b>	magnesio 12 <b>Mg</b>																	aluminio 13 <b>Al</b>	silicio 14 <b>Si</b>	fósforo 15 <b>P</b>	azufre 16 <b>S</b>	cloro 17 <b>Cl</b>	argón 18 <b>Ar</b>																						
potasio 19 <b>K</b>	calcio 20 <b>Ca</b>	scandio 21 <b>Sc</b>	titanio 22 <b>Ti</b>	vanadio 23 <b>V</b>	cromo 24 <b>Cr</b>	manganeso 25 <b>Mn</b>	hierro 26 <b>Fe</b>	cobalto 27 <b>Co</b>	níquel 28 <b>Ni</b>	cobre 29 <b>Cu</b>	zinc 30 <b>Zn</b>	galio 31 <b>Ga</b>	germanio 32 <b>Ge</b>	arsénico 33 <b>As</b>	selenio 34 <b>Se</b>	bromo 35 <b>Br</b>	kriptón 36 <b>Kr</b>																												
rubidio 37 <b>Rb</b>	estroncio 38 <b>Sr</b>	ytirio 39 <b>Y</b>	zirconio 40 <b>Zr</b>	niobio 41 <b>Nb</b>	molibdeno 42 <b>Mo</b>	tecnecio 43 <b>Tc</b>	rutenio 44 <b>Ru</b>	rodio 45 <b>Rh</b>	paladio 46 <b>Pd</b>	plata 47 <b>Ag</b>	cadmio 48 <b>Cd</b>	indio 49 <b>In</b>	estaño 50 <b>Sn</b>	antimonio 51 <b>Sb</b>	telurio 52 <b>Te</b>	iodo 53 <b>I</b>	xenón 54 <b>Xe</b>																												
cesio 55 <b>Cs</b>	bario 56 <b>Ba</b>	lutecio 71 <b>Lu</b>	hafnio 72 <b>Hf</b>	tantalio 73 <b>Ta</b>	tungsteno 74 <b>W</b>	renio 75 <b>Re</b>	osmio 76 <b>Os</b>	iridio 77 <b>Ir</b>	platino 78 <b>Pt</b>	oro 79 <b>Au</b>	mercurio 80 <b>Hg</b>	talio 81 <b>Tl</b>	plomo 82 <b>Pb</b>	bismuto 83 <b>Bi</b>	polonio 84 <b>Po</b>	astato 85 <b>At</b>	radón 86 <b>Rn</b>																												
francio 87 <b>Fr</b>	radio 88 <b>Ra</b>	lawrencio 103 <b>Lr</b>	rutherfordio 104 <b>Rf</b>	dubnio 105 <b>Db</b>	seaborgio 106 <b>Sg</b>	borio 107 <b>Bh</b>	hasio 108 <b>Hs</b>	meitnerio 109 <b>Mt</b>																																					
<table border="1"> <tr> <td>lantano 57 <b>La</b></td> <td>cerio 58 <b>Ce</b></td> <td>praseodimio 59 <b>Pr</b></td> <td>neodimio 60 <b>Nd</b></td> <td>promecio 61 <b>Pm</b></td> <td>samario 62 <b>Sm</b></td> <td>europio 63 <b>Eu</b></td> <td>gadolinio 64 <b>Gd</b></td> <td>terbio 65 <b>Tb</b></td> <td>disprosio 66 <b>Dy</b></td> <td>holmio 67 <b>Ho</b></td> <td>erbio 68 <b>Er</b></td> <td>tulio 69 <b>Tm</b></td> <td>ytterbio 70 <b>Yb</b></td> </tr> <tr> <td>actinio 89 <b>Ac</b></td> <td>torio 90 <b>Th</b></td> <td>protactinio 91 <b>Pa</b></td> <td>uranio 92 <b>U</b></td> <td>neptunio 93 <b>Np</b></td> <td>plutonio 94 <b>Pu</b></td> <td>americio 95 <b>Am</b></td> <td>curio 96 <b>Cm</b></td> <td>berkelio 97 <b>Bk</b></td> <td>californio 98 <b>Cf</b></td> <td>einsteinio 99 <b>Es</b></td> <td>fermio 100 <b>Fm</b></td> <td>mendelevio 101 <b>Md</b></td> <td>nobelio 102 <b>No</b></td> </tr> </table>																		lantano 57 <b>La</b>	cerio 58 <b>Ce</b>	praseodimio 59 <b>Pr</b>	neodimio 60 <b>Nd</b>	promecio 61 <b>Pm</b>	samario 62 <b>Sm</b>	europio 63 <b>Eu</b>	gadolinio 64 <b>Gd</b>	terbio 65 <b>Tb</b>	disprosio 66 <b>Dy</b>	holmio 67 <b>Ho</b>	erbio 68 <b>Er</b>	tulio 69 <b>Tm</b>	ytterbio 70 <b>Yb</b>	actinio 89 <b>Ac</b>	torio 90 <b>Th</b>	protactinio 91 <b>Pa</b>	uranio 92 <b>U</b>	neptunio 93 <b>Np</b>	plutonio 94 <b>Pu</b>	americio 95 <b>Am</b>	curio 96 <b>Cm</b>	berkelio 97 <b>Bk</b>	californio 98 <b>Cf</b>	einsteinio 99 <b>Es</b>	fermio 100 <b>Fm</b>	mendelevio 101 <b>Md</b>	nobelio 102 <b>No</b>
lantano 57 <b>La</b>	cerio 58 <b>Ce</b>	praseodimio 59 <b>Pr</b>	neodimio 60 <b>Nd</b>	promecio 61 <b>Pm</b>	samario 62 <b>Sm</b>	europio 63 <b>Eu</b>	gadolinio 64 <b>Gd</b>	terbio 65 <b>Tb</b>	disprosio 66 <b>Dy</b>	holmio 67 <b>Ho</b>	erbio 68 <b>Er</b>	tulio 69 <b>Tm</b>	ytterbio 70 <b>Yb</b>																																
actinio 89 <b>Ac</b>	torio 90 <b>Th</b>	protactinio 91 <b>Pa</b>	uranio 92 <b>U</b>	neptunio 93 <b>Np</b>	plutonio 94 <b>Pu</b>	americio 95 <b>Am</b>	curio 96 <b>Cm</b>	berkelio 97 <b>Bk</b>	californio 98 <b>Cf</b>	einsteinio 99 <b>Es</b>	fermio 100 <b>Fm</b>	mendelevio 101 <b>Md</b>	nobelio 102 <b>No</b>																																

**Figura 1. Tabla Periódica de los elementos químicos mostrando aquellos que son esenciales para los animales y las plantas.**

Existen aproximadamente 84 millones de kilogramos de N por cada hectárea de atmósfera sobre la tierra. Sin embargo, este N debe transformarse en  $\text{NH}_4^+$  y/o  $\text{NO}_3^-$  antes de que pueda ser absorbido por la planta para su beneficio. Todas estas formas de N son naturales ya sea que provengan de fuentes orgánicas o inorgánicas.

Los nutrientes esenciales (coloreados en la Tabla Periódica de la Figura 1) se encuentran abrumadoramente en forma inorgánica en su estado natural. Solamente una pequeña porción se encuentra en forma orgánica en un momento dado. Colocándose en la perspectiva de tiempo geológico, los elementos existen solo momentáneamente en estado orgánico y pronto regresan a su más abundante estado inorgánico, sin embargo, ambos estados son naturales.

Como el N, todos los otros nutrientes pasan a través de ciclos naturales, siguiendo varias trayectorias hacia su destino final de ser absorbidos y utilizados por las plantas que producen todos los alimentos para humanos y animales. En el proceso, ciertos nutrientes como N, P y S se mueven alternadamente entre las fases orgánica e inorgánica.

Años de estudios han demostrado que el crecimiento de plantas, animales y humanos puede a menudo afectarse debido a inadecuadas cantidades (deficiencias) de los elementos esenciales. En humanos y animales, las deficiencias se controlan cambiando la dieta a una que incluya alimentos ricos en los nutrientes requeridos (orgánico) o por medio de suplementos minerales (inorgánico). En las plantas, las deficiencias se controlan

entregando estos nutrientes con fertilizantes, los cuales pueden provenir de la abundante fuente inorgánica o de la pequeña fuente orgánica, dependiendo de la disponibilidad, costo y conveniencia. A menudo, el uso de las fuentes en forma conjunta es la solución más eficiente y económica.

Es importante recordar que cuando se suplementan los nutrientes en forma orgánica, estos nutrientes todavía deben pasar los ciclos de conversión para llegar a la fase inorgánica antes de que estén disponibles para las plantas. Por otro lado, los fertilizantes inorgánicos se suplementan en forma soluble o lentamente soluble, de modo que la planta puede tomar los nutrientes cuando los necesita.

Esta revisión de los conceptos científicos en relación a los nutrientes espera aclarar esta compleja situación y desea disipar muchos de los mitos y misterios que existen en relación a los nutrientes orgánicos e inorgánicos. Las dos fuentes de nutrientes tienen un papel común y complementario en la producción de alimentos, fibras y combustibles para una población en constante crecimiento.

## Bibliografía

- Brady, N.C. 19878. The Nature and Property of Soils. 8th edition. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers, An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Weast, R.C., y M.J. Astle (eds). 1982. CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press Inc., Boca Ratón, Florida. [h](#)