



LA FERTILIZACIÓN Y EL BALANCE DE NUTRIENTES EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS

Catarroja (Valencia), 30 de diciembre 2008

Victor González (Msc. Agroecología, DR y Agroturismo)
Fernando Pomares (Dr. Ingeniero Agrónomo)

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Oficina permanente SEAE
Cami del Port, s/n. Km 1 Edif. ECA, Patio Int 1º Apdo 397
E-46470 Catarroja (Valencia)
E-mail:seae@agroecologia.net <http://www.agroecologia.net>

Índice

1. Introducción.....	3
2. Las reglas de la fertilización ecológica.....	4
3. El balance de nutrientes.....	4
4. Importancia de estimar el balance de nutrientes.....	5
5. ¿Cómo podemos conocer el balance de nutrientes en la finca?	6
6. Las necesidades de nutrientes en los cultivos.....	7
7. Los fertilizantes ecológicos disponibles	8
7.1. Materiales orgánicos.....	9
7.2. Restos de cosechas.....	10
7.3. Los abonos verdes	10
7.4. Los biofertilizantes, o fertilizantes biológicos.....	11
7.5. Los fertilizantes minerales naturales	11
7.6. Otras sustancias útiles como fertilizantes.....	12
8. Aplicación de materiales orgánicos.....	12
9. Ejemplo de un programa de fertilización ecológica para hortalizas	13
9.1. Cálculo de las necesidades en nitrógeno de los cultivos de la rotación	15
9.2. Cálculo de las necesidades en fósforo de la rotación	15
9.3. Cálculo de las necesidades en potasio de la rotación	16
10. Algunos errores frecuentes que se deben evitar	18
11. Consideraciones finales	19
Bibliografía.....	19
Anejo 2. Reglamento (CE) no 889/2008 Anexo I.....	20
Anejo fotográfico.....	23

1. Introducción

La mejora del suelo es uno de los pilares de la producción ecológica. Asimismo, el suelo debe entenderse como un sistema complejo con propiedades físicas, químicas y biológicas que son de capital importancia para el logro de un desarrollo óptimo de los cultivos.

El aumento o conservación de la materia orgánica es fundamental para que se mantenga la fertilidad del suelo y en definitiva el sistema de producción ecológico. Cuando se planifica el abonado en un cultivo ecológico, es conveniente tener en cuenta, además de cubrir las necesidades del cultivo con el abonado, plantearse como objetivo el mantenimiento de unos niveles de materia orgánica mínimos en el suelo (entre 1,5 y 2,5%). La materia orgánica es fundamental para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y, por esto, su mantenimiento tiene tanto interés en el cultivo ecológico. La presencia de materia orgánica en el suelo, entre otras funciones, ayuda al desarrollo o mantenimiento del complejo arcillo-húmico, fundamental para garantizar una buena movilidad de los nutrientes, contribuye a mantener un pH del suelo óptimo, fundamental para la asimilación de ciertos nutrientes en el suelo, facilita el mantenimiento de una actividad biológica adecuada, circunstancia que entre otras ventajas dificulta la proliferación de organismos patógenos, evita la pérdida de algunos nutrientes en el suelo y favorece la absorción de otros.

En un agrosistema agrícola podemos realizar un balance anual de pérdidas y ganancias en elementos minerales. Los tres elementos principales (carbono, hidrógeno, oxígeno), forman alrededor del 95 % de la materia seca de los vegetales, pero las plantas obtienen estos directamente del agua o del aire. Lo que nos interesa es el balance del 5 % restante. En términos de balance de nutrientes hablaremos de extracciones (salidas) e importaciones (entradas)

Mediante la fertilización ecológica pretendemos cubrir el esperado déficit entre entradas y salidas de nutrientes en el suelo, con el objetivo de mantener o incrementar la fertilidad presente y futura del mismo, no malgastar recursos no renovables ni energía y no introducir tóxicos o contaminantes en el agrosistema. Por ello, el manejo ecológico del suelo debe tener como finalidad, además de aportar los nutrientes que necesite el cultivo, aumentar o mantener la fertilidad, del suelo. Para lo cual el productor tendrá que poner en marcha las siguientes medidas:

- Aporte de materia orgánica, mediante estiércol de ganado, compost, incorporación de los restos vegetales, cubiertas naturales, etc.
- Rotaciones y/o asociaciones de cultivo adecuadas, incluyendo leguminosas
- Las cubiertas vegetales y el uso de abonos verdes
- El manejo del suelo y la aplicación de fertilizantes ecológicos

2. Las reglas de la fertilización ecológica

En la fertilización en agricultura ecológica debemos tener presentes las siguientes reglas:

- Evitar al máximo la pérdida de los nutrientes por lavado del suelo, lo cual puede lograrse mediante varias prácticas: a) la incorporación de materiales orgánicos formadores del humus, b) la aplicación de minerales de solubilización o liberación lenta, c) el cultivo de abonos verdes, y d) la siembra de leguminosas
- Incorporación al suelo de todos los residuos orgánicos vegetales o animales
- Utilización de leguminosas como cultivo principal, como abono verde o asociadas con otras plantas, para favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico
- Mantenimiento del suelo cubierto de vegetación el mayor tiempo posible mediante cultivos intercalados o cubiertas vegetales, para favorecer la fijación del máximo de energía solar en forma de biomasa vegetal

3. El balance de nutrientes

El balance de nutrientes resulta de la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un agrosistema o unidad productiva determinado. En general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Esta definición permite estimar balances nutricionales de una parcela en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que se extraen del suelo en los productos cosechados (granos, forrajes, frutos, etc.) o en los productos animales, así como en los restos de cultivos que son transferidos a otras parcelas.

El concepto de balances de nutrientes se amplía en el tiempo cuando se considera una rotación determinada que incluye más de un cultivo o un ciclo agrícola. Dados los beneficios que resultan de la rotación de cultivos, es de gran importancia considerar un ciclo de rotación, y no simplemente un cultivo, al definir los balances de nutrientes. Por otra parte, la dinámica de los nutrientes en el sistema suelo-planta implica transformaciones que en muchas ocasiones exceden el período de crecimiento de un cultivo, por ejemplo el efecto residual del fósforo (P).

Básicamente, el esquema del balance de nutrientes en la finca se refiere a las entradas de éstos, ya sea de forma natural (precipitaciones en forma de lluvia, el agua de riego, etc.) o por restitución (restos de cosechas, abonados orgánicos, incorporación de biomasa, etc.) y salidas por la exportación derivada de las cosechas que se venden o consumen en la propia finca, y las pérdidas originadas por lavado, escorrentía, etc. También hay otros procesos, que introducen nutrientes en la finca (mediante deposiciones y sedimentaciones) o que suponen pérdidas de nutrientes (la erosión hídrica y eólica), pero éstas, en general, son menos importantes y más difíciles de estimar.

Las entradas de nutrientes se estiman a partir de las cantidades de fertilizantes o abonos orgánicos aplicados y su concentración en nutrientes. Las entradas principales de nutrientes al suelo están constituidos por los aportados con los fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en la misma parcela) y, en el caso del nitrógeno (N), por la fijación de N₂ vía simbiótica y asimbiótica del aire, cuyas cantidades varían según especie, condiciones ambientales y de manejo.

Las salidas de nutrientes pueden ser estimadas a partir de las concentraciones promedio en los productos cosechados. Las concentraciones indicadas en tablas son referencias promedio, ya que existen variaciones importantes en la concentración de nutrientes en las cosechas según las condiciones ambientales y de manejo.

En resumen, esquemáticamente el balance de nutrientes se refiere a:

Las salidas o extracciones del sistema, constituidas por:

- Las pérdidas por lavado del suelo por las lluvias y los riegos, de los elementos nutritivos que son arrastrados por el agua infiltrada en el suelo hasta profundidades que no pueden alcanzar las raíces o que van a la capa freática, y posteriormente son transportados a los ríos y mares. Estas pérdidas podrán reducirse mediante el aprovechamiento de los procesos biológicos naturales de fijación del nitrógeno, y con la aplicación eficiente del agua de riego
- Las pérdidas por la gestión humana podrán reducirse mediante la reincorporación al suelo de los restos de la producción vegetal y animal (rastros, pajas, purín, estiércol, etc.), y con la fertilización orgánica

Las entradas o importaciones comprenden:

- La adición de nitrógeno (N), azufre (S) y otros elementos nutritivos disueltos en el agua de las precipitaciones
- El nitrógeno atmosférico fijado de forma biológica por medio de bacterias (simbióticas o aisladas) y algas cianofíceas del suelo
- La aportación de elementos nutritivos originados por la meteorización y disolución de las partículas minerales del suelo
- La aplicación de fertilizantes (orgánicos y minerales) en el abonado

El balance de nutrientes, a nivel de finca o de parcela, es un aspecto importante a tener en cuenta en la fase de conversión de las unidades de producción.

4. Importancia de estimar el balance de nutrientes

Es bien conocido que el suministro de los nutrientes extraídos por las cosechas de nuestros cultivos procede, en parte, de las reservas existentes en los minerales del suelo, que a su vez proceden de la roca madre del mismo, que se solubilizan a través del proceso natural de meteorización, en el cual la

presencia de sustancias orgánicas y una adecuada actividad biológica son de capital importancia. No obstante, para evitar el agotamiento de la reserva natural de nutrientes en el suelo, y lograr una buena sostenibilidad del sistema, debemos procurar, en lo posible, que los nutrientes que los cultivos extraen del suelo, regresen al mismo por cualquier vía.

El manejo adecuado de la nutrición y fertilización de cultivos permite mejorar el balance de nutrientes. Existe abundante información a nivel regional e internacional en cuanto a las ventajas agronómicas, económicas y ambientales de la nutrición y fertilización equilibrada. Estos programas de fertilización equilibrada producen mejores rendimientos de los cultivos, acercan los rendimientos actuales a los potenciales en las distintas áreas ecológicas, y mantienen y/o mejoran la sustentabilidad de los sistemas de producción

La importancia de estimar el balance de nutrientes, ya sea a nivel de país, región, finca o parcela, radica en que los balances negativos (aplicar menos nutrientes de los que se extraen con las cosechas), provocan una disminución de la fertilidad de los suelos, afectando la productividad y rentabilidad del sistema y degradando el recurso suelo. Por otra parte, balances exageradamente positivos (aplicar mas nutrientes de los que se extraen con los productos cosechados), dan lugar a bajas eficiencias de uso de los nutrientes y pobres resultados económicos, pudiendo generar desequilibrios nutricionales y/o problemas de contaminación ambiental.

5. ¿Cómo podemos conocer el balance de nutrientes en la finca?

Para calcular el balance de nutrientes en el suelo de una parcela o finca determinada, se debe verificar si las salidas están siendo compensadas por la aplicación de nutrientes que realizamos (entradas). Esto implica que debemos conocer las cantidades de nutrientes que han sido aplicadas al suelo y las cantidades que han sido extraídas del mismo, de cualquier forma, ya sea en forma de productos cosechados o restos de los cultivos.

La mayor parte de los nutrientes exportados de la parcela lo hacen en forma de producto agrícola vendido (cosecha). Por ello, resulta necesario, conocer cuántos nutrientes contienen las cosechas y sus rastrojos o residuos. En general, se suelen recordar fácilmente las cantidades de cosecha comercializada, pero a menudo resulta más difícil retener la cantidad de rastrojos o residuos de cosecha que se sacaron de la parcela o que se incorporaron al suelo.

Este problema, se puede resolver si conocemos para cada cultivo y variedad, el índice de cosecha, que expresa la relación existente entre la cosecha comercializable y la producción de biomasa total (cosecha + restos del cultivo). Así pues, conociendo estos datos se puede calcular la relación entre la cosecha y los restos del cultivo que quedan en la parcela tras la recolección.

El contenido de nutrientes de las diferentes partes de la planta está influenciado por las condiciones de crecimiento de las plantas (especie, variedad, marco de plantación, radiación solar, temperatura, humedad, características del suelo, sistema de riego, sistema de protección térmica, estado sanitario, etc.), dosis y tipo de fertilización, así como de la forma de aplicación de los fertilizantes.

En general, podemos afirmar que el índice de cosecha disminuye con el incremento de dosis de aplicación de nutrientes, particularmente de nitrógeno, tanto en el caso de variedades locales como en las variedades mejoradas de alto rendimiento, aunque esta disminución es mayor en las variedades locales.

Por otro lado, el contenido de nutrientes de un abono orgánico o mineral dependerá del tipo y la calidad del mismo y de los métodos de gestión y manejo. Así, por ejemplo, el contenido de nutrientes en un estiércol varía en función del tipo de pienso que consume el ganado, de la cantidad y tipo de material usado para cama, del grado de madurez, etc.

Cuando los árboles frutales son podados, la leña de poda resultante puede aprovecharse bien en la propia parcela o en otras parcelas diferentes, para lo cual es conveniente triturar los restos de poda y, posteriormente, el aprovechamiento puede hacerse bien dejando la leña triturada en la superficie del suelo en forma de acolchado o incorporándola en la capa superficial (10 -15 cm) del suelo. Mediante este reciclado de nutrientes se puede conseguir un ahorro considerable de fertilizantes, que en el caso de los cítricos representan alrededor del 20% de la fertilización normal de este cultivo (Ferrer et al., 2006).

En resumen:

- Si la cantidad de nutrientes extraídos por las cosechas es mayor que los nutrientes aplicados a los cultivos, el suelo se empobrecerá y, a largo plazo, repercutirá en las cosechas.
- Si por el contrario, la cantidad de nutrientes aplicados al suelo, es mayor que los nutrientes utilizados por la cosecha habrá acumulación, fijación o pérdida de los mismos en el suelo.

6. Las necesidades de nutrientes en los cultivos

Para planificar la fertilización de un cultivo determinado hay que tener en cuenta tanto el estado de fertilidad del suelo como las extracciones de nutrientes del mismo, que varían según la especie y cuantía de la producción.

Para conocer el estado de fertilidad del suelo en el aspecto nutricional, es conveniente realizar con una cierta frecuencia un análisis químico del mismo. Para lo cual, el muestreo debe hacerse con rigurosidad, procurando tomar submuestras en bastantes puntos de la parcela con objeto de obtener una muestra media representativa de la parcela. Y respecto a la época de muestreo, es conveniente hacerlo al final de campaña, cuando el suelo todavía está en tempero (humedad adecuada), para que los resultados analíticos

presenten la máxima fiabilidad y que se puedan disponer con tiempo suficiente para planificar la fertilización de la campaña siguiente.

Respecto a la extracción de nutrientes, conviene distinguir entre la absorción total de nutrientes del suelo por la planta (incluye los nutrientes contenidos en la cosecha + los restos de cultivo), de la exportación o salida de nutrientes de la parcela con la cosecha. La extracción total de nutrientes por los cultivos puede expresarse por unidad de superficie, normalmente hectárea (ha), o por unidad de producción, normalmente tonelada (t) (cuadro 1). En cambio, la extracción de nutrientes de la parcela corresponde a la cantidad de nutrientes contenidos en los productos cosechados. Y el cálculo de esta extracción (salida o exportación) puede realizarse de dos formas: a) restando a los nutrientes absorbidos por la planta los nutrientes que quedan en la parcela con los restos de cosecha; y b) a partir de los datos del rendimiento y los contenidos tanto de materia seca como de nutrientes.

Para programar una fertilización ecológica altamente eficiente y sostenible es muy conveniente utilizar el método del balance de nutrientes en el agrosistema, incluyendo las salidas (pérdidas) y las entradas (aportaciones) (Gómez et al., 2002; Pomares et al., 2003).

Cuadro 1.- Extracciones de nutrientes por cultivos

Cultivo	Extracciones en kg/1000 kg de producción					Rendimiento kg/m ²
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
Tomate	3,6	1,2	6,0	2,8	1,6	18,0
Pimiento	4,1	2,2	5,4	1,6	1,2	7,0
Berenjena	3,8	1,5	6,1	0,3	0,9	7,0
Calabacín	3,0	1,8	4,3	0,8	1,4	6,0
Pepino	3,1	1,6	3,4	2,0	0,3	11,0
Melón	3,1	1,0	5,9	3,9	1,9	7,0
Sandía	7,3	4,5	13,5	4,0	2,0	7,0
Judía	7,0	4,0	8,0	5,0	2,3	3,0

Fuente: Fertiberia, 2005

7. Los fertilizantes ecológicos disponibles

El anexo II del Reglamento (CEE) nº 2092/91, que actualmente se encuentra en vigor, y en el Anexo I del Reglamento (CE) nº 889/2008, que entró en vigor el 1 de enero de 2009, recoge aquellos fertilizantes y acondicionadores del suelo que podrán emplearse en agricultura ecológica, siempre que las técnicas de manejo del suelo anteriormente indicadas no resulten suficientes.

La práctica e investigación realizada hasta ahora en cultivo ecológico, está haciendo ver que este tipo de fertilizantes en ciertos momentos es necesario y siempre como hemos comentado antes, contando con las características físico-químicas y biológicas del suelo y las necesidades (extracciones) del cultivo

Los fertilizantes ecológicos se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Abonos para enriquecer el suelo en humus (ricos en carbono y pobres en nitrógeno): estiércol, compost, residuos de cosechas, etc.
- Abonos para suministrar nitrógeno a las plantas (pobres en carbono y relativamente ricos en nitrógeno): desechos de mataderos, guano, purín, gallinaza, etc.
- Abonos verdes, cultivos de cobertura
- Otros materiales

7.1. Materiales orgánicos

Las principales fuentes de materia orgánica pueden ser: estiércol de ganadería, compost de origen vegetal, humus de lombriz, abonos verdes y restos vegetales que puedan enterrarse tras finalizar el cultivo. Cuando se realicen aportes de estiércol de ganado, es importante conocer su procedencia. Aunque actualmente se permiten los estiércoles de ganado extensivo no ecológico, se deberá garantizar que no son de ganadería intensiva y que han sufrido un proceso de estabilización mediante descomposición biológica aerobia de seis meses como mínimo.

Le siguen en importancia los estiércoles de ganado (vacuno, porcino, ovino, caprino, equino, etc.), los excrementos de murciélago, guano, gallinaza, la palomina, los purines o deyecciones sólidas y líquidas junto con el agua de limpieza

Los residuos urbanos (de recogida no selectiva) y lodos de depuradoras, debido a que suelen presentar altos niveles de metales pesados no se aceptan para la fertilización ecológica.

Cuadro 2. Contenido en nutrientes (sobre materia total) de varias materias orgánicas y minerales

	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (% N)	Fósforo (% P ₂ O ₅)	Potasio (% K ₂ O)	Calcio (%CaO)	Magnesio (% MgO)
Estiércol mezcla	40	0,50	0,10	0,60	0,50	0,40
Estiércol ovino	45	1,40	0,20	1,00	0,58	0,18
Compost vegetal	47	1,50	0,80	1,00	1,00	0,90
Humus Lombríz	50	2,00	1,50	1,00	2,00	1,00

Fuente: Varios Autores

Es necesario tener en cuenta que las cantidades de estiércol empleadas no deben superar las 170 UF/Nitrógeno, por lo que es importante conocer el contenido de nutrientes de los estiércoles (cuadros 2, 3).

Cuadro 3 Composición en nutrientes (sobre materia seca) de diversos estiércoles animales

Composición (%)	gallinaza	oveja	ternero	Vaca	Conejo	Cerdo (purin)
Materia seca (s.m.t.)	22	25	23	23	26	5,20
Materia orgánica	64,71	64,08	73,25	66,28	69,38	68,27
Nitrógeno (N)	1,74	2,54	2,40	1,84	2,79	4,28
Fósforo P ₂ O ₅	4,18	1,19	1,50	1,73	4,86	5,96
Potasio K ₂ O	3,79	2,83	3,14	3,10	1,88	5,17
Calcio CaO	8,90	7,76	2,99	3,74	6,62	4,04
MgO	2,90	1,51	0,91	1,08	2,10	0,96

Fuente: Varios autores.

El fertilizante más utilizado en Agricultura Ecológica es el compost, que es un abono natural producido a partir de restos de materia orgánica, generalmente resultado de un proceso de producción propia del agricultor. También se usa el compost industrial y el compost casero; el vermicompost (humus de lombríz), etc.

El compost se produce mediante un proceso de estabilización mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo una fase termofílica) de diferentes de materiales orgánicos o mezclas de los mismos.

7.2. Restos de cosechas

Los restos de cosechas, tales como la paja de cereal, matas de patata, cuellos de remolacha, orujo de uva, de aceitunas, pulpas de destilería u otros restos vegetales, cuando provenga de la propia parcela se considera reciclaje.

El aporte de nutrientes de los residuos de cultivos realizados en la misma parcela, se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo suelo y, por lo tanto, no se debe incluir entre las entradas.

También podrán emplearse, cuando resulte necesario, las algas marinas, los aminoácidos de hidrólisis enzimática de origen vegetal y las materias orgánicas líquidas resultantes de la fermentación de vegetales, las vinazas y extractos de vinazas (quedan excluidas las vinazas amoniacales) y la cal industrial procedente de la extracción de la azúcar de remolacha.

Los restos de aserrín de frondosas (para añadir al compost) y cenizas de maderas, son también materiales útiles en agricultura ecológica

7.3. Los abonos verdes

Los abonos verdes son cultivos de diferentes familias (leguminosas, gramíneas, crucíferas, etc.), cuya biomasa se incorpora en verde al suelo. Con los abonos verdes, además del aporte de humus derivado de la

descomposición de la materia vegetal enterrada, se puede conseguir un incremento de la actividad microbiana del suelo. Y cuando se incluyen plantas de leguminosas, además de los beneficios anteriores, se puede conseguir una aportación importante de nitrógeno atmosférico mediante el proceso de fijación simbiótica, proceso biológico en el que intervienen grupos específicos de bacterias. En el cuadro 4 se exponen las cantidades de nutrientes que pueden aportar diferentes tipos de abonos verdes.

Cuadro 4. Contenido de nutrientes en plantas utilizadas de abono verde

Tipo planta	Contenido medio (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Dosis siembra
Trébol	30-70	10-20	4-70	5-6
Veza	50-70	15-20	50-60	100-120
Habas de equinos	30-100	10-30	30-120	150-200
Mezcla (veza + guisante + haba)	50-120	10-30	50-120	50+50+50
Colza forrajera	50-100	20-40	80-180	4
Mostaza	40-80	20-30	80-120	12-15
Rábano forrajero	30-180	20-60	80-220	15-20

Fuente: Diversos autores

Las **cubiertas** vegetales vivas son una variante de la anterior, y sirven para proteger los suelos y ayudar en la conservación del agua y los nutrientes. El acolchado (mulching) es un tipo de cubierta en la que los restos vegetales después de la siega se dejan sobre la superficie del suelo. Esta técnica es bastante eficaz para la protección del suelo, y es de uso frecuente en Agricultura Ecológica.

7.4. Los biofertilizantes, o fertilizantes biológicos.

Estos productos están constituidos por un alto número de microorganismos de diferentes tipos (bacterias, microalgas, hongos formadores de micorrizas, etc.) procedentes del cultivo de cepas seleccionadas, que al aplicarse al suelo contribuyen a mejorar la riqueza o disponibilidad de nutrientes en el suelo, bien mediante la fijación biológica del nitrógeno u otros procesos bioquímicos.

7.5. Los fertilizantes minerales naturales

Los abonos minerales de fuentes naturales, tales como los fosfatos naturales; las rocas silíceas, el cloruro potásico, la dolomita, la magnesita y el sulfato de magnesio se pueden usar como complemento al aporte de materiales orgánicos. Estos tienen menor interés debido a que con un buen manejo del suelo y aportes de diversas fuentes de materia orgánica no suelen ser necesarios, son el sulfato de magnesio (kiserita), sulfato de calcio (yeso agrícola), sal de magnesio y carbonato cálcico, azufre elemental, sulfato de potasio que puede contener sal de magnesio, fosfato natural blando (roca fosfórica) y fosfato aluminocálcico (limitado su uso en suelos básicos con pH>7,5).

Cuadro 5. Abonos minerales en agricultura ecológica

Ricos en	Tipos de abonos y utilidad
Sílice	Rocas silíceas trituradas (basalto ¹ , granito, pórfido, gneiss, etc.), que contienen sílice, magnesio, potasio y oligoelementos. Los aportes de sílices aumentan el rendimiento y resistencia al encamado de los cereales, así como la resistencia de diversas plantas a enfermedades criptogámicas y a ciertos ataques de insectos. Además facilita la asimilación de las plantas de la mayor parte de los elementos minerales (fósforo y oligoelementos)
Fósforo	Fosfatos naturales de África del Norte, las Escorias de desfosforación (Escorias Thomas); el fosfal (fosfato natural calcinado de Senegal) y los huesos sólidos.
Calcio	Caliza, Creta y Marga. El Maerl y el Lithotamne de algas calcificadas son interesantes por su contenido en magnesio y oligoelementos
Magnesio	Dolomitas, cuyo empleo se justifica en el caso de las carencias de magnesio
Potasio	Ceniza de madera y Patentkali (sulfato doble de potasio y magnesio), obtenido de kainita lavada para extraer cloruro sódico

Fuente: diversos autores

El uso de oligoelementos se podrá realizarse, pero siempre que se presenten síntomas carenciales. Todas estas enmiendas deberán ser de origen natural y sin que hayan sido sometidas a procesos químicos, excepto en el caso de los correctores de micronutrientes, que podrán utilizarse quelatos de síntesis, con la autorización del organismo de control correspondiente.

7.6. Otras sustancias útiles como fertilizantes

Otras sustancias como los restos de matadero, ricos en nitrógeno, pueden también complementar la fertilización en Agricultura Ecológica, en casos determinados

En los cultivos hortícolas intensivos los principales elementos demandados son el nitrógeno y el potasio. Para cubrir las necesidades de estos elementos podrán usarse también los siguientes fertilizantes:

- Harina de sangre. Existen actualmente productos comerciales que pueden presentar unos contenidos en nitrógeno de hasta un 14%, siendo interesantes en fertirrigación, aportados de forma directa a dosis bajas y siempre teniendo en cuenta las necesidades del cultivo.
- Sal potásica natural o kainita. Existen actualmente productos comerciales que pueden presentar contenidos en potasio de hasta un 52% y que pueden aplicarse en fertirrigación, aunque la pureza y solubilidad de estos productos es menor que aquellos usados en producción convencional.

8. Aplicación de materiales orgánicos

¹ Algunas rocas como el basalto, tienen una composición similar a los fértiles limos del Nilo

Los aportes de materiales orgánicos son la base de la fertilización ecológica, siendo los abonos minerales el complemento. En general debe procurarse que los aportes de materia orgánica sean tan variados como sea posible. La manera en que estos materiales orgánicos se incorporan al suelo es tan importante como su naturaleza. Por ello, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los aportes moderados y repetidos son siempre preferibles a los masivos, ya que éstos últimos pueden resultar fitotóxicos, favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades, o generar contaminación ambiental.
- Por otro lado, una materia orgánica fresca no debe ser inmediatamente enterrada en profundidad, sino que debe dejarse sobre la superficie o, en algunos casos, incorporarse solamente a los primeros 10 - 15 centímetros del suelo. Únicamente los compost suficientemente maduros pueden ser incorporados inmediatamente en la capa arable.

9. Ejemplo de un programa de fertilización ecológico para hortalizas

La elaboración de un programa de fertilización en sistemas ecológicos de hortalizas exige, entre otros aspectos, una información básica sobre: los cultivos que se van a incluir en la rotación, las características del suelo y del agua de riego, las fuentes de materias orgánicas existentes en la propia finca o en el entorno (cantidad, calidad, regularidad en el suministro, precio, etc.) y la disponibilidad de productos fertilizantes comerciales (composición, precio, etc.).

Las necesidades o exigencias en elementos fertilizantes de los cultivos **hortícolas** son enormemente variables, debido a las diferencias inherentes a la especie, variedad, condiciones edáficas y de clima, sistema de riego, condiciones de cultivo, estado sanitario, etc, pudiendo destacar como cultivos más exigentes la alcachofa, las solanáceas, las crucíferas, las cucurbitáceas, entre otras.

Un elemento clave dentro del conjunto de salidas de nutrientes del sistema lo constituye la cantidad de elementos fertilizantes exportada con los productos cosechados en cada cultivo, que puede estimarse a partir de valores estándar (cuadro 6), que normalmente se encuentran en las publicaciones sobre agricultura ecológica (Lampkin, 1998) y otras.

Cuadro 6. Extracciones totales de N- P- K en las cosechas diferentes cultivos hortícolas según rendimiento

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)	K₂ O (kg/ha)
Alcachofa	10-21	37-60	10-24	33-94
Apio	73-115	82-132	63-98	134-29
Brócoli	14-16	54-69	21-27	56-72
Cebolla	37-75	51-90	32-42	68-126
Coliflor	23-39	70-93	20-36	90-156
Hinojo	27-42	45-55	15-33	94-100
Judía Verde	7-16	19-44	5-18	26-65
Lechuga Iceberg	6-26	46-76	6-29	54-254
Lechuga Little Gem	7-21	17-40	7-20	40-72
Lechuga Romana	24-72	60-190	28-70	90-273
Maíz dulce	11-15	65-77	26-34	50-61
Patata	44-57	135-141	30-55	164-253
Pimiento	39-81	70-144	29-48	109-96
Sandia	48-135	57-221	40-56	62-197
Tomate	27-58	44-106	21-43	83-162

Fuente: Pomares et al, 2003

En el caso de la extracción de nutrientes originada por los productos cosechados, puede calcularse a partir de los datos de rendimiento y del contenido de materia seca (%) y de elementos esenciales (%) en diferentes cultivos (cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido en materia (%) y macronutrientes (%) en la cosecha de dos rotaciones de cultivos hortícolas

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	Materia seca (%)	Nitrógeno (% N)	Fósforo (% P)	Potasio (% K)
Rotación 1					
Alcachofa 1º año	15,8	14,0	2,73	0,42	3,18
Alcachofa 2º año	12,1	13,8	2,52	0,36	3,02
Lechuga Romana	33,7	3,9	3,96	0,54	4,52
Patata	63,8	17,9	1,44	0,27	2,67
Brócoli	11,1	11,2	5,61	0,77	4,12
Rotación 2					
Sandia	71,7	6,8	2,54	0,29	2,54
Hinojo	33,8	5,0	3,38	0,56	2,45
Lechuga Romana	58,3	3,4	3,31	0,55	8,21
Alcachofa 1º año	14,4	19,2	1,78	0,28	2,25
Patata	51,3	17,9	1,40	0,23	2,38

Fuente: Pomares et al 2003

Cuadro 8. Exportaciones de macronutrientes por unidad de superficie con la cosecha de dos rotaciones de cultivos hortícolas ecológicos

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	Nitrógeno (kg N/t)	Fósforo (kg P₂O₅/ha)	Potasio (kg K₂O/ha)
Rotación 1				
Alcachofa 1º año	15,8	60	22	86
Alcachofa 2º año	12,1	52	18	76
Lechuga Romana	33,7	51	16	69
Patata	63,8	151	67	311
Brócoli	11,1	74	23	65
Total rotación	-	388	146	607
Rotación 2				
Sandia	71,7	124	33	149
Hinojo	33,8	57	22	50
Lechuga Romana	58,3	66	25	195
Alcachofa 1º año	14,4	49	18	75
Patata	51,3	129	49	262
Total rotación	-	425	147	731

Fuente: Pomares et al 2003

Es conveniente actuar con mucha cautela en la aplicación de esta clase de información a zonas de cultivo muy diferentes a las originarias en el estudio en cuestión.

9.1. Cálculo de las necesidades en nitrógeno de los cultivos de la rotación

Las necesidades en nitrógeno de los cultivos integrantes de la rotación pueden calcularse siguiendo el método del balance, considerando como salidas del sistema el nitrógeno contenido en la cosecha más el perdido en el suelo a través de los procesos de lixiviación, desnitrificación y volatilización, y como entradas al sistema, el nitrógeno derivado de fuentes externas, principalmente, el nitrógeno fijado por los microorganismos (*Rhizobium* y otros) del suelo y el aportado por el agua de riego, ya que el nitrógeno aportado con la lluvia, deposiciones secas o partículas sólidas es de poca importancia.

En los cultivos distintos a las leguminosas bajo condiciones de riego con agua de bajo nivel de nitrato puede utilizarse la exportación de nitrógeno por los productos cosechados como criterio para el cálculo de las necesidades de fertilizantes orgánicos. Asimismo, en los cultivos de alto valor económico es conveniente aportar una pequeña cantidad adicional de abonos orgánicos para compensar las pérdidas inevitables de nitrógeno por lixiviación, desnitrificación, volatilización, etc.

9.2. Cálculo de las necesidades en fósforo de la rotación

Este cálculo se realiza en base a la exportación en fósforo por la cosecha en el conjunto de los cultivos de la rotación. Y, además, es conveniente tener en

cuenta la riqueza del suelo en fósforo asimilable, indicada por el análisis del suelo e interpretada según los valores críticos correspondientes, utilizando un factor corrector desde 0 hasta 1,5, según el nivel resultante desde muy alto hasta bajo. Adicionalmente, se puede aportar una pequeña dosis de fósforo para compensar las pérdidas inevitables a través de diferentes procesos, principalmente, retrogradación o fijación.

En general, cuando se incluyen en la fertilización ecológica aportaciones periódicas de estiércoles o compost, no suele ser necesario un suplemento de fertilizantes minerales fosforados, ya que en los estiércoles y el compost la relación P/N suele ser mucho más alta que la resultante en el material vegetal de los productos cosechados.

En el supuesto, poco probable, de que en algún caso se presentaran deficiencias de fósforo, sobre todo en el período de conversión de cultivo convencional a cultivo ecológico, se debe estimar la cantidad de fósforo necesaria para corregir la deficiencia en un período de varios años mediante fertilizantes inorgánicos adecuados y/o abonos orgánicos.

9.3. Cálculo de las necesidades en potasio de la rotación

El procedimiento es similar al indicado anteriormente para el cálculo de las necesidades en fósforo. Ahora bien, la evaluación de la riqueza del suelo en potasio asimilable exige utilizar los valores críticos específicos del potasio.

Debido a las grandes reservas de potasio que existen en la mayoría de los suelos agrícolas, la respuesta a los fertilizantes potásicos suele ser escasa en los cultivos agrícolas. Ahora bien, los cultivos hortícolas son muy exigentes en potasio, las extracciones de este elemento suelen ser superiores a las de nitrógeno, de ahí que sea conveniente controlar las aportaciones de potasio que se realizan para lograr que el suelo mantenga su capacidad de suministro de este nutriente a largo plazo.

9.4. Dosis de enmiendas, abonos orgánicos y minerales

La cantidad necesaria de enmiendas orgánicas (compost, estiércol, etc.) para la rotación se puede obtener a partir del correspondiente balance de humus. Por otra parte, la cantidad de abonos orgánicos y minerales necesarios se obtendría como la diferencia entre las necesidades en nitrógeno, fósforo y potasio de la rotación y las cantidades aportadas con las enmiendas orgánicas. Pero, además de aportar las unidades fertilizantes requeridas por la rotación de cultivos se debe procurar en lo posible una buena sincronización entre que la disponibilidad de nutrientes, principalmente, de nitrógeno y las necesidades de los cultivos. De ahí que normalmente se aporten las enmiendas orgánicas en el primer cultivo o cabeza de la rotación, que suele ser el de mayores exigencias nutritivas y tolerantes a las materias orgánicas frescas, incluyendo a continuación los cultivos con menores exigencias nutritivas o incluso leguminosas (como abono verde o cultivos para cosechar), con la finalidad de enriquecer el suelo con el nitrógeno fijado por las bacterias *Rhizobium*.

Los abonos orgánicos (gallinaza, sangre desecada, harinas de pescado, harinas cárnicas, tortas de oleaginosas, guano, etc.), dado su alto contenido en nitrógeno y alta velocidad de liberación, pueden ser interesantes para cubrir el déficit en elementos nutritivos de las enmiendas orgánicas en períodos críticos de altas exigencias nutritivas.

En los casos en que sea necesaria la aportación de fertilizantes minerales de fósforo, potasio, magnesio, etc., se seleccionarán los más adecuados, particularmente en cuanto a solubilidad, contenido en iones potencialmente tóxicos como cloruros, etc.

9.5. Época de aplicación de los productos fertilizantes

A tenor de que la mayor parte de los productos utilizados para la fertilización en Agricultura Ecológica liberan los nutrientes de forma lenta, es conveniente realizar las aplicaciones de estos fertilizantes con antelación suficiente para que por medio de la acción microbiana se liberen los nutrientes, particularmente el nitrógeno, a un ritmo adecuado para atender satisfactoriamente las exigencias de los cultivos.

9.6. Evaluación de los resultados del programa de fertilización ecológica

La fertilización de los cultivos es una técnica agrícola altamente compleja, en la que influyen muchos factores y sus interacciones, existiendo muchas incertidumbres a la hora de establecer un programa de fertilización. Y en la fertilización ecológica aumenta aún más el grado de complejidad, debido a que la nutrición de los cultivos depende, en gran medida, de la actividad de los microorganismos para liberar los nutrientes de forma progresiva, y esta actividad microbiana del suelo está condicionada por muchos factores, entre los que destacan las condiciones ambientales (temperatura y humedad del suelo). De ahí que la respuesta de los cultivos a los fertilizantes ecológicos tenga más incertidumbres que la fertilización con abonos convencionales.

En cualquier caso, la respuesta de los cultivos agrícolas puede y debe ser evaluada por el propio agricultor utilizando criterios y herramientas a su alcance. Esta evaluación agronómica de la fertilización ecológica puede hacerse mediante: los resultados de producción (rendimiento y calidad), comparándolos con los normales de la zona, la observación visual del cultivo a lo largo del ciclo, la observación del suelo (estructura, porosidad, facilidad de drenaje, costras en la superficie o capas compactas en profundidad, actividad biológica, etc.), análisis del suelo (humus y nutrientes asimilables, principalmente nitrato, fósforo y potasio), análisis de la planta (en hortalizas son menos útiles que en especies leñosas como cítricos, frutales, viña, olivo, etc.), así como balances de nutrientes (entradas-salidas de nitrógeno, fósforo, potasio, etc.). El uso de estos medios puede contribuir a corregir posibles desequilibrios de la fertilización aplicada y sus correcciones pueden resultar útiles en el cultivo presente y en los cultivos siguientes.

Y además de los criterios indicados anteriormente, la realización de ensayos sencillos a nivel de microparcela con diferentes dosis o productos, utilizando

siempre la parcela testigo (sin fertilización), pueden ser muy útiles para alcanzar el objetivo de una fertilización ecológica óptima, que alcance el calificativo de sostenible en base a los criterios tanto agronómicos como económicos y ambientales.

10. Algunos errores frecuentes que se deben evitar

a) Hacer aportes sistemáticos que compense las extracciones del cultivo.

Algunos suelos contienen reservas de diversos elementos minerales que son suficientes para satisfacer las necesidades de los cultivos durante bastantes años; reservas a las que hay que añadir los aportes atmosféricos. Aunque es prudente restituir las extracciones realizadas por los cultivos, hay que considerar también los nutrientes que se movilizan por la activa biológica del suelo

b) Efectuar aportes “a ojo” sin conocer lo que tiene el suelo y su flora

Una fertilización ecológica, exige conocer bien las características del suelo y su actividad biológica.

c) Las deficiencias se corrigen solas

Es cierto que algunas deficiencias llamadas inducidas, se producen no por falta del nutriente en cuestión, si no porque las condiciones del suelo impiden una adecuada disponibilidad del nutriente por las plantas. Este tipo de deficiencias pueden corregirse, en bastantes casos, simplemente aumentando la actividad biológica del suelo. Pero en otros casos, cuando las deficiencias se originan por una insuficiencia real, sólo pueden ser corregidas mediante la aportación del nutriente deficitario.

d) Reemplazar los aportes minerales por orgánicos

Es posible aportar todos los elementos necesarios a las plantas bajo forma orgánica, pero esto presupone contar con suficiente provisión de materias orgánicas en la propia finca, como el caso de los sistemas mixtos o agropecuarios. En la práctica, una fertilización exclusivamente orgánica sólo es concebible en tres casos:

- En un sistema de producción muy extensivo
- En horticultura intensiva, si se adquieren fuera de la finca cantidades importantes de materia orgánica
- En una finca funcionando de manera autárquica

e) Creer que los aportes minerales son la base de la fertilización

Un error frecuente de la agricultura convencional es creer que los suelos pueden alcanzar un equilibrio nutricional adecuado y alimentar convenientemente a las plantas, sin la presencia de un nivel suficiente de humus y una buena actividad biológica. Por lo tanto, en agricultura ecológica los aportes orgánicos deben siempre constituir la base del abonado, siendo los abonos minerales el complemento (“la sal en la sopa”)

11. Consideraciones finales

Mejorar y mantener una adecuada fertilidad del suelo a través de una fertilización equilibrada es un aspecto crítico para producir rendimientos elevados y sustentables en el tiempo. En suelos productivos bajo una misma condición ambiental, siempre se obtienen mayores rendimientos con alta fertilidad que con baja fertilidad.

A nivel de país, se deberían generar políticas agropecuarias que tengan en cuenta el balance negativo de nutrientes de los suelos. La reserva de nutrientes del suelo es un recurso no renovable, y si bien los suelos españoles se caracterizan por tener, en muchos casos, una fertilidad natural media o alta, ésta puede perderse progresivamente en un cierto plazo de tiempo, si las extracciones de nutrientes en las parcelas no se reponen adecuadamente. Esto puede resultar en disminuciones considerables en las producciones agrícolas, lo que puede, a su vez, originar un descenso sustancial en la partida de las exportaciones agrarias.

Bibliografía

- Cáceres L, L Monge, J Ramón, J Wiegel, F Guharay, E Chavarria, M L Guzmán, J Aguirre, V González, E Castellón, E Rodríguez, M Verschuur. 2000. Una caracterización de la experimentación campesina en Nicaragua. Actas IV Congreso SEAE Córdoba.
- Comisión Europea. 1991, Reg. (CEE) nº 2092/91 sobre la producción agraria ecológica y sus productos agrarios y alimenticios.
- Comisión Europea. 2007. Reg. (CE) 834/2007 del Consejo, 28/06/2007, sobre la producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Comisión Europea. 2008. Reg. (CE) nº 889/2008 de la Comisión 05/09/2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) o 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Ferrer E, F Pomares, R Canet, Mª R Albiach, F Tarazona. 2006. Estudio sobre la incorporación de los restos de poda de cítricos en diferentes municipios de la provincia de Valencia. Levante Agrícola. 1er Trimestre 2006. 24-28.
- González V. 2000. La comparación de la sostenibilidad entre agrosistemas de producción "orgánicos" y convencionales en Latinoamérica. Metodología Managua: Proyecto 1 IFOAM-MAELA, en Actas IV Congreso SEAE (Córdoba, 2000).
- Labrador J. 2004. Conocimientos, Técnicas y Productos para la Agricultura y la Ganadería Ecológica. Ed. SEAE.
- Lampkin N. 1998. Agricultura Ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Pomares F. 2008. La fertilización y la fertirrigación, programas de nutrición, influencia sobre la programación. Actas de Horticultura, nº 50:133-143.
- Pomares F, A Gómez, C Baixauli, R Albiach. 2003. Producción y balances de materias orgánicas y nutrientes en dos rotaciones de hortalizas sometidas a fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral. Actas 1º Congreso Iberoamericano de Nutrición Vegetal. Agro Latino "Fertilización, Rentabilidad y Medio ambiente. 134-137pp.
- Witte RP, Chinankonda D; STS Reddy; HM Lanting, CJ Robbins, V González; F Salmerón, M Verschuur, F Orozco. 2000. Farm level Comparison of Organic, Conventional and Traditional farms". IFOAM OA `99. Programme: First year's results regarding farmer self-reliance, nutrient balances and labour", in Proceedings of the 13 th International Ifoam Scientific Conference, Basel 2000 (436pp).

Anejo 2. Reglamento (CE) no 889/2008 Anexo I

Reglamento (CE) no 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control

Anexo I.- Fertilizantes y acondicionadores del suelo mencionados en el artículo 3, apartado 1

Notas:

A: Autorización conforme al Reglamento (CEE) no 2092/91, prorrogada por el artículo 16, apartado 3, letra c), del Reglamento (CE) no 834/2007

B: Autorización conforme al Reglamento (CE) no 834/2007

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Productos en cuya composición entren o que contengan únicamente las materias enumeradas en la lista siguiente Estiércol de granja	Prohibida la procedencia de ganaderías intensivas Producto constituido mediante la mezcla de excrementos de animales y de materia vegetal (cama)
A	Estiércol desecado y gallinaza deshidratada	Prohibida la procedencia de ganaderías intensivas
A	Mantillo de excrementos sólidos, incluidos la gallinaza y el estiércol compostado	Prohibida la procedencia de ganaderías intensivas
A	Excrementos líquidos de animales	Utilización tras una fermentación controlada o dilución adecuada Prohibida la procedencia de ganaderías intensivas
A	Residuos domésticos compostados o fermentados	Producto obtenido a partir de residuos domésticos separados en función de su origen, sometido a un proceso de compostaje o a una fermentación anaeróbica para la producción de biogás Únicamente residuos domésticos vegetales y animales Únicamente cuando se produzcan en un sistema de recogida cerrado y vigilado, aceptado por el Estado miembro Concentraciones máximas en mg/kg de materia seca: cadmio: 0,7; cobre: 70; níquel: 25; plomo: 45; zinc: 200; mercurio: 0,4; cromo (total): 70; cromo (VI): 0
A	Turba	Utilización limitada a la horticultura (cultivo de hortalizas, floricultura, arboricultura, viveros)
	Mantillo procedente de cultivos	La composición inicial del sustrato

A	de setas	debe limitarse a productos del presente anexo
A	Deyecciones de lombrices (humus de lombriz) e insectos	
A	Guano	
A	Mezclas de materias vegetales compostadas o fermentadas	Producto obtenido a partir de mezclas de materias vegetales, sometido a un proceso de compostaje o a una fermentación anaeróbica para la producción de biogás
A	Productos o subproductos de origen animal mencionados a continuación: — harina de sangre — polvo de pezuña — polvo de cuerno — polvo de huesos o polvo de huesos desgelatinizado — harina de pescado — harina de carne — harina de pluma — lana — aglomerados de pelos y piel — pelos — productos lácteos	Concentración máxima en mg/kg de materia seca de cromo (VI): 0
A	Productos y subproductos de origen vegetal para abono	Ejemplos. harina de tortas oleaginosas, cáscara de cacao y raicillas de malta
A	Algas y productos de algas	En la medida en que se obtengan directamente mediante: i) procedimientos físicos, incluidas la deshidratación, la congelación y la trituración, ii) extracción con agua o con soluciones acuosas ácidas y/o alcalinas, iii) fermentación
A	Serrín y virutas de madera	Madera no tratada químicamente después de la tala
A	Mantillo de cortezas	Madera no tratada químicamente después de la tala
A	Cenizas de madera	A base de madera no tratada químicamente después de la tala
A	Fosfato natural blando	Producto especificado en el punto 7 del anexo IA.2. del Reglamento (CE) no 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (1) relativo a los fertilizantes, 7 Contenido de cadmio inferior o igual a 90 mg/kg de P205
A	Fosfato aluminocálcico	Producto especificado en el punto 6 del anexo IA.2. del Reglamento (CE) no 2003/2003 Contenido de cadmio inferior o igual a

		90 mg/kg de P205 Utilización limitada a los suelos básicos (pH > 7,5)
A	Escorias de defosforación	Producto especificado en el punto 1 del anexo IA.2. del Reglamento (CE) no 2003/2003
A	Sal potásica en bruto o kainita	Producto especificado en el punto 1 del anexo IA.3. del Reglamento (CE) no 2003/2003
A	Sulfato de potasio que puede contener sal de magnesio	Producto obtenido a partir de sal potásica en bruto mediante un proceso de extracción físico, y que también puede contener sales de magnesio
A	Vinaza y extractos de vinaza	Excluidas las vinazas amoniacaes
A	Carbonato de calcio (creta, marga, roca calcárea molida, arena calcárea, creta fosfatada)	Únicamente de origen natural
A	Magnesio y carbonato de calcio	Únicamente de origen natural Por ejemplo, creta de magnesio, roca de magnesio calcárea molida
A	Sulfato de magnesio (kieserita)	Únicamente de origen natural
A	Solución de cloruro de calcio	Tratamiento foliar de los manzanos, a raíz de una carencia de calcio
A	Sulfato de calcio (yeso)	Producto especificado en el punto 1 del anexo ID. del Reglamento (CE) no 2003/2003 Únicamente de origen natural
A	Cal industrial procedente de la producción de azúcar	Subproducto de la producción de azúcar de remolacha
A	Cal industrial procedente de la producción de sal al vacío	Subproducto de la producción de sal al vacío a partir de la salmuera natural de las montañas
A	Azufre elemental	Productos especificados en el anexo ID.3 del Reglamento (CE) no 2003/2003
A	Oligoelementos	Micronutrientes inorgánicos enumerados en la parte E del anexo I del Reglamento (CE) no 2003/2003
A	Cloruro de sodio	Solamente sal gema
A	Polvo de roca y arcilla	

(1) DO L 304 de 21.11.2003, p. 1.

Anejo fotográfico.



Apio y coliflor en producción ecológica e integrada (Fundación Ruralcaja)



Hinojo y alcachofa en producción ecológica e integrada (Fundación Ruralcaja).



Patata en producción ecológica e integrada.



Rotación de cultivos en producción ecológica e integrada (Fundación Ruralcaja Valencia).