

FERTILIZANTES

Introducción

Definiciones

ELEMENTOS PRINCIPALES: Nitrógeno, fósforo y potasio. Se expresan como N , P_2O_5 y K_2O , respectivamente.

ELEMENTOS SECUNDARIOS: Calcio (expresado como CaO), Magnesio (expresado como MgO), Sodio (expresado como Na_2O) y Azufre (expresado como S o como SO_3).

OLIGOELEMENTOS: Boro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Cinc (expresados como elementos químicos individuales).

FERTILIZANTES

Introducción

Definiciones

FERTILIZANTE: Se denomina fertilizante o abono a todo producto natural o sintético, orgánico o inorgánico, que se añade al suelo o a las plantas para poner a disposición de éstas uno o varios elementos, principales, secundarios u oligoelementos.

Clasificación de los fertilizantes

1. FERTILIZANTE O ABONO MINERAL: todo producto desprovisto de materia orgánica que contenga, en forma útil a las plantas, uno o más elementos principales, secundarios u oligoelementos.

FERTILIZANTES

Clasificación de los fertilizantes

- **Fertilizante o abono mineral SIMPLE:** producto con un contenido declarable en uno sólo de los elementos principales (N, P, K).
- **Fertilizante o abono mineral COMPUESTO:** producto con un contenido declarable en más de uno de los elementos principales (N, P, K). Tradicionalmente: **COMPLEJOS** aquellos que han sido obtenidos por reacción química y **compuestos** aquellos que se obtenían por mezcla de varios fertilizantes simples (blending). Actualmente tendencia a denominarlos a todos con el nombre de fertilizantes o abonos compuestos.

FERTILIZANTES

Clasificación de los fertilizantes

- 2. FERTILIZANTE O ABONO ORGÁNICO:** el que, procediendo de residuos animales o vegetales, contenga los porcentajes mínimos de materia orgánica y elementos nutritivos que para ellos se determinen legalmente.
- 3. FERTILIZANTE O ABONO ORGANOMINERAL:** producto obtenido por mezcla y combinación de abonos minerales y orgánicos.
- 4. FERTILIZANTE O ABONO ESPECIAL:** el que cumpla las características de alta solubilidad, de alta concentración o de contenido de aminoácidos que se determinen legalmente.

FERTILIZANTES

Clasificación de los fertilizantes

5. CORRECTOR DE CARENCIA DE ELEMENTOS

SECUNDARIOS Y OLIGOELEMENTOS: el que contiene uno o varios elementos secundarios u oligoelementos y se aplica al suelo o a la planta para prevenir o corregir deficiencias en su normal desarrollo.

ENMIENDA: cualquier producto mineral u orgánico capaz de modificar y mejorar las propiedades y las características físicas, químicas, biológicas o mecánicas del suelo.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

1. Abonos nitrogenados sólidos

- **Nitrato de calcio:** también llamado nitrato de cal, 15,5 % de nitrógeno total (mín 15%), suele contener una pequeña parte de su nitrógeno en forma amoniacal (1,1% máx 1,5%). Es utilizado actualmente bastante en situaciones de salinidad aunque resulta caro dada su baja concentración.
- **Nitrato de magnesio:** contiene un 11 % de nitrógeno en forma nítrica (mín 10%).
- **Sulfato de amonio:** 21 % de nitrógeno en forma amónica (mín 20 %) y 24 % de azufre. Posee una reacción ácida en el suelo. Se trata de un abono utilizado preferentemente de fondo.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

1. Abonos nitrogenados sólidos

- **Nitrato amónico:** se trata del conocido 33,5 %, posee la mitad de su nitrógeno (16,75 %) en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniaca. Es explosivo y suele utilizarse como abono de cobertura. En España es seguramente el abono nitrogenado más utilizado.
- **Urea:** contiene como componente esencial carbamida, debe tener un contenido máximo en biuret inferior al 1,2 %, cuando se trata de urea cristalina este contenido es inferior al 0,3 %. Contiene un 46 % de nitrógeno total en forma ureica. Es bastante utilizada ya que no aumenta la salinidad de la solución del suelo, al no disociarse en iones.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

1. Abonos nitrogenados sólidos

- **Urea:** Tal vez sea el fertilizante nitrogenado más utilizado a nivel mundial. El nitrógeno ureico es convertido a amoniacal en el suelo mediante la enzima ureasa, antes de esta transformación, la urea está sujeta a riesgos de lavado del perfil del suelo, dada su gran solubilidad.
- **Otros:** nitrato de calcio y magnesio, nitrato de sodio (a partir de caliche que tiene mayoritariamente NO_3Na), nitrato de Chile, cloruro amónico, cianamida cálcica, cianamida cálcica nitrada, sulfonitrato de amonio, sulfonitrato de magnesio, crotonilidendiurea, isobutilidendiurea, urea formaldehído, etc.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

2. Abonos fosfatados sólidos

- **Escorias de desfosforación:** son fundamentalmente subproductos de la industria siderúrgica. Conocidos como Fosfatos Thomas o Escorias Thomas. Contienen un 15-20 % en P_2O_5 . Su reacción en el suelo es básica.
- **Superfosfatos:** normal o simple (18 % en P_2O_5) obtenido por reacción del fosfato mineral con ácido sulfúrico, concentrado (28 % en P_2O_5) obtenido por reacción del fosfato mineral con los ácidos sulfúrico y fosfórico y triple (45 % en P_2O_5) obtenido por reacción del fosfato mineral con ácido fosfórico.
- **Otros:** fosfato natural parcialmente solubilizado, fosfato bicálcico, fosfato calcinado, fosfato aluminocálcico.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

3. Abonos potásicos sólidos

- **Cloruro de potasio: 60-63 % de K_2O . Es muy soluble en agua y muy higroscópico. No se debe utilizar cuando se riega con aguas salinas.**
- **Sulfato de potasio: 50-54 % de K_2O . Posee reacción ácida.**
- **Otros: sal potásica en bruto, cloruro de potasio con sal de magnesio, sulfato de potasio con sal de magnesio.**

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

4. Abonos nitrogenados líquidos

- **Solución de abono nitrogenado (mín 15% N):** la composición estándar es la conocida N-20, se trata de nitrato amónico en disolución, donde la mitad del nitrógeno (10 %) es nítrico y la otra mitad amoniaca.
- **Solución de nitrato de amonio-urea (mín 26% N):** la composición estándar es la conocida N-32, se trata de una mezcla de urea y nitrato amónico en disolución, la mitad del nitrógeno (16 %) es ureico, una cuarta parte nítrico y la otra cuarta parte amoniaca.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

4. Abonos nitrogenados líquidos

- **Amoníaco anhidro:** gas amoníaco licuado, con un 82 % de Nt. En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro más ligero que el aire, cuando es sometido a grandes presiones, se licúa reduciendo 800 veces su volumen. Sólo es rentable en aplicaciones extensas a dosis elevadas.
- **Ácido nítrico:** posee una riqueza del 54-59 % en ácido, que equivale a un 12,0-13,1 % de nitrógeno en forma nítrica. Es comúnmente empleado en fertirrigación para el ajuste del pH y para la limpieza de las redes de riego.
- **Otros:** solución de nitrato de calcio, solución de nitrato de magnesio, agua amoniacal.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

5. Abonos fosfatados líquidos

- **Ácido fosfórico:** el empleado en agricultura posee una riqueza que varía entre 55-85 %, que equivale a 40-60 % en P_2O_5 . Es un producto muy utilizado en fertirrigación como aporte de fósforo y ajuste en parte del pH de las soluciones.

6. Abonos potásicos líquidos

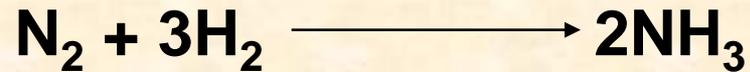
- **Soluciones potásicas:** la composición estándar contiene un 10 % de K_2O y posee carácter ácido.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

Abonos nitrogenados: Síntesis

Haber y Bosch:



Urea:

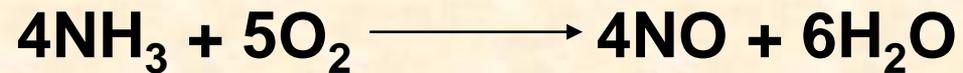


FERTILIZANTES

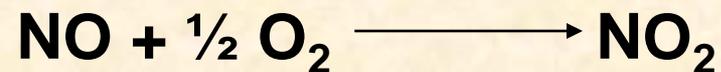
Fertilizantes o abonos minerales simples

Abonos nitrogenados: Síntesis

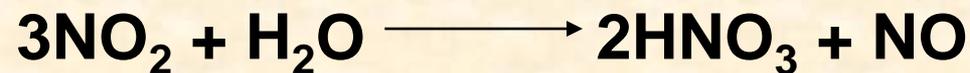
Ácido nítrico:



Oxidación del amoníaco

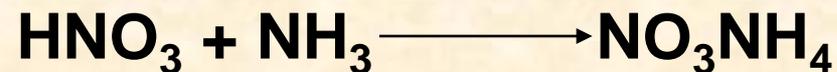


Oxidación del NO



Absorción en agua condensación

Nitrato amónico:

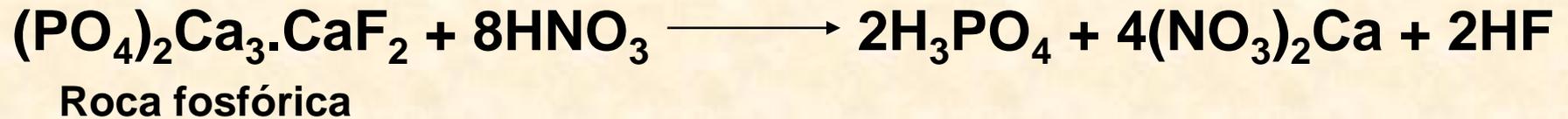


FERTILIZANTES

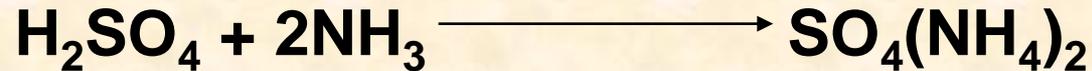
Fertilizantes o abonos minerales simples

Abonos nitrogenados: Síntesis

Nitrato de calcio:



Sulfato de amonio:

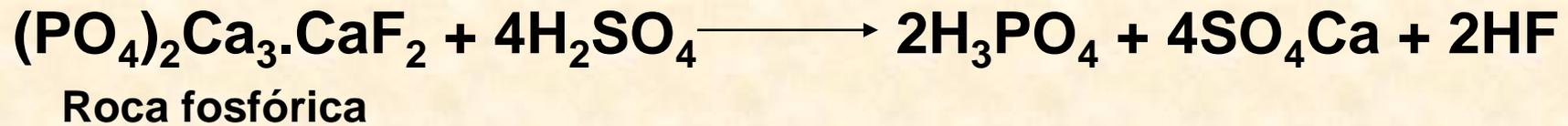


FERTILIZANTES

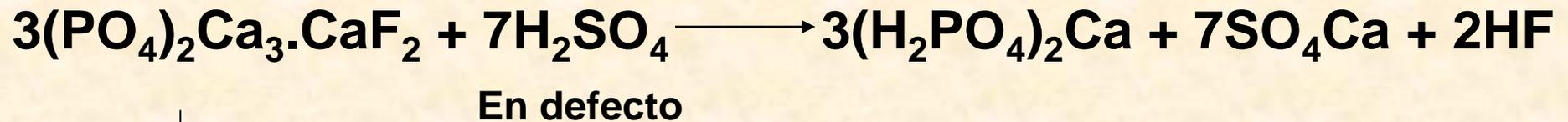
Fertilizantes o abonos minerales simples

Abonos fosfatados: Síntesis

Ácido fosfórico:



Superfosfato simple y triple:

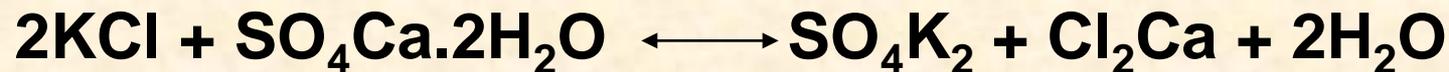
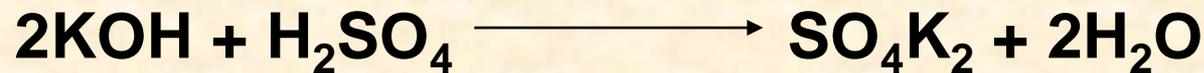
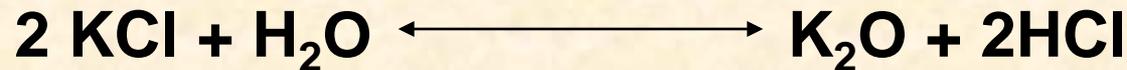
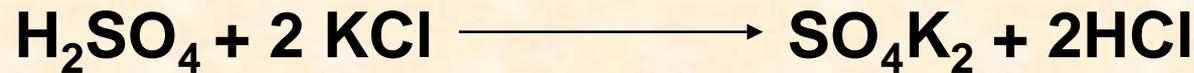


FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales simples

Abonos potásicos: Síntesis

Sulfato de potasio:



FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Productos obtenidos químicamente o por mezcla, sin incorporación de MO, y que contienen al menos dos de los elementos principales.

Hay que considerar previamente unos parámetros de interés:

- **Concentración:** es la suma de unidades fertilizantes que tiene el abono, siendo el parámetro a considerar en primer lugar en relación a su precio.
- **Equilibrio:** es la proporción en la que se encuentran los tres elementos principales, así para una fórmula 27-18-9, el equilibrio es 3-2-1.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

- **Nitrógeno:** interesa no sólo el contenido total, sino también la forma en la que se aporta, si es nítrico, amoniacal, ureico o cianamídico, esto condiciona su momento de aplicación.
- **Fósforo:** interesa no sólo el contenido total, sino también su solubilidad, si procede en parte de fosfato de roca parcialmente solubilizado, sólo es soluble en ácidos minerales y no es asimilable por la planta de forma directa. Si es soluble en citrato y agua, se debe conocer el porcentaje soluble en agua que es el único asimilable por la planta desde el momento de su aplicación.
- **Potasio:** conviene tener en cuenta si es procedente de cloruro o sulfato, ya que esto puede tener gran importancia dependiendo de nuestras condiciones de cultivo (salinidad).

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Abonos compuestos binarios

1. Abonos NP sólidos

- **Fosfato monoamónico (MAP):** concentración 11-53-0, aunque puede llegar hasta 12-61-0, cuando es sólido de alta solubilidad.
- **Fosfato biamónico (DAP):** 18-46-0 de riqueza, aunque puede llegar hasta 21-54-0, cuando se trata del DAP de más elevada riqueza.
- **Fosfato de urea:** 18-44-0.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Abonos compuestos binarios

2. Abonos NK sólidos

- **Nitrato potásico: 13-0-46.**

3. Abonos PK sólidos

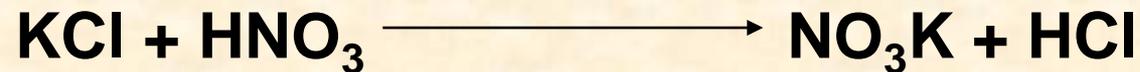
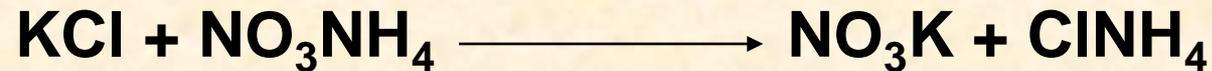
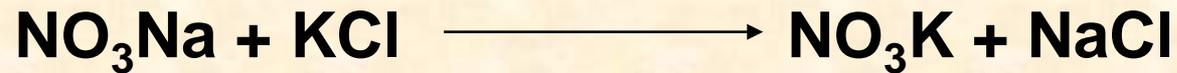
- **Fosfato monopotásico (MKP): 0-52-34.**
- **Fosfonato potásico: 0-57-46.**

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Síntesis de NPK binarios

Nitrato de potasio:



Diferentes procesos de producción

Nitrato de Sodio

• Caliche (SQM) (extracción)



HNO₃ (BASF, China) — NaOH (NaCl)

Nitrato de Potasio

NaNO₃ + KCl (SQM) — NaCl

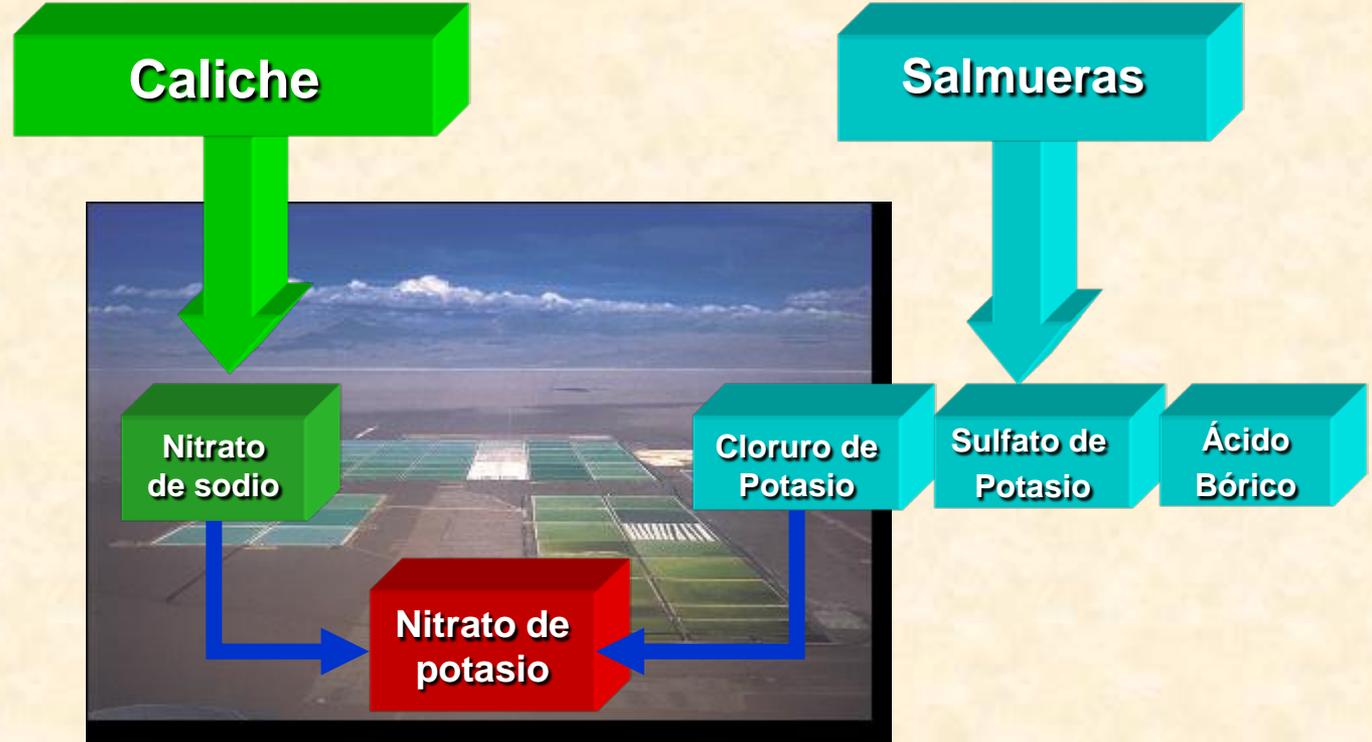
Sales Ca — HNO₃ + Ca₃(PO₄)₂ + KCl (Kemira)

Intercambio iónico



HNO₃ + KCl (Haifa) — HCl (usado para producir ácido fosfórico)

AlO(OH) — Al(OH)₃ + KOH + HNO₃ (Haldor Topsoe)



Recursos Naturales Únicos

Caliche

Nitrato
Yodo
Sulfato



Salmueras

Potasio
Litio
Boro



- Mayores reservas mundiales.
- Altas leyes.
- Fácil explotación.
- Buena localización.



TRONADURA



MOVIMIENTO DEL CALICHE





SALAR DE ATACAMA



CORTE SALAR DE ATACAMA (SALMUERAS)





POZAS DE EVAPORACIÓN



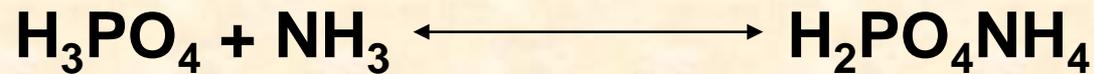


FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Síntesis de NPK binarios

MAP:



DAP:



MKP:



FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Abonos compuestos ternarios NPK (complejos)

1. Abonos complejos sólidos

- **Fórmulas principales: 7-12-7, 8-15-15, 8-24-8, 8-24-16, 8-24-24, 9-18-27, 12-24-8, 12-24-12, 15-15-15, otros enriquecidos con azufre, boro, magnesio, etc. Cuando se trata de sólidos cristalinos de alta solubilidad, algunas de las formulaciones empleadas son: 13-40-13, 15-5-30, 18-18-18, 19-6-6, 19-19-19, 20-5-32, 20-20-20, pudiendo estar enriquecidos con oligoelementos y elementos secundarios.**

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Abonos compuestos ternarios NPK (complejos)

2. Abonos complejos líquidos

- **Suspensiones:** son soluciones sobresaturadas, en las que una parte de los elementos fertilizantes, no disueltos, se mantienen en suspensión mediante la adición de arcillas especiales que evitan la decantación de las partículas. Fórmulas principales: 5-10-15, 5-10-22, 6-20-5, 6-20-10, 7-15-14.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos minerales compuestos

Abonos compuestos ternarios NPK (complejos)

2. Abonos complejos líquidos

- **NPK claros: son abonos complejos líquidos, en los que todos sus componentes se encuentran totalmente disueltos, son empleados en fertirrigación. Fórmulas principales:**
 - **Neutros, donde el fósforo procede de una solución de fosfatos neutros (4-8-12, 8-4-10, 10-6-10, 16-4-6).**
 - **Ácidos, donde el fósforo es procedente del ácido fosfórico (4-8-12, 6-8-8, 8-4-10, 12-4-6).**

FERTILIZANTES

Abonos minerales con elementos secundarios

- **Sulfato de magnesio:** fundamentalmente hidratado, es la conocida epsomita, contiene un 16 % de MgO y 32 % de SO₃. También se puede utilizar anhidro.
- **Ácido sulfúrico:** el empleado en agricultura posee un riqueza del 98 %.
- **Otros:** sulfato de calcio, azufre elemental, kieserita, solución de Cl₂Ca, solución de Cl₂Mg, etc.

FERTILIZANTES

Fertilizantes o abonos especiales

- **De alta solubilidad: residuo insoluble a 15°C < 0.5%.**
- **De alta concentración: mín en UF simples 60%, binarios y ternarios mín 70%.**
- **Con Aa (mín 2%): Obtenidos por:**
 - **Hidrólisis de proteínas.**
 - **Fermentación con microorganismos específicos.**
 - **Por síntesis.**

Indicando materia prima, microorganismo y método empleado.

FERTILIZANTES

Enmiendas

1. Enmiendas minerales

- Pueden ser productos naturales o sintéticos. Ejemplos: carbonato cálcico, cal viva, cal apagada, margas, anhidrita, carbonato de magnesio, magnesita, etc.

2. Enmiendas orgánicas

- Enmienda húmica o humígena: producto sólido o líquido que aplicado al suelo aporta o engendra humus, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo y cumpliendo las especificaciones legales.

FERTILIZANTES

Enmiendas

2. Enmiendas orgánicas

- **Enmienda no humígena o no húmica. Ej: Melaza.**
- **Compost: producto obtenido por fermentación controlada de residuos orgánicos.**
- **Turbas: residuos vegetales procedentes de plantas desarrolladas y descompuestas en un medio saturado en agua y que puede contener originalmente cierta cantidad de material terrestre. Pueden ser ácidas o no ácidas.**