Fertilizantes y abonos

Alimentos para las plantas

CORDOBENSIS
PROGRAMA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Ariel Ringuelet e Inés Gil
Fertilizantes y abonos: “alimentos” para las plantas
1a ed. - Córdoba: Agencia Córdoba Ciencia, 2005.
32 p. ; 29x21 cm.
(Programa de divulgación científica para la enseñanza de las ciencias Cordobensis)

ISBN 987-22457-0-3
1. Fertilizantes. 2. Abonos. I. Gil, Inés II. Título
CDD 631.8

Autores:
Ariel Ringuelet
Inés Gil

Ilustraciones:
Pastor Ringuelet

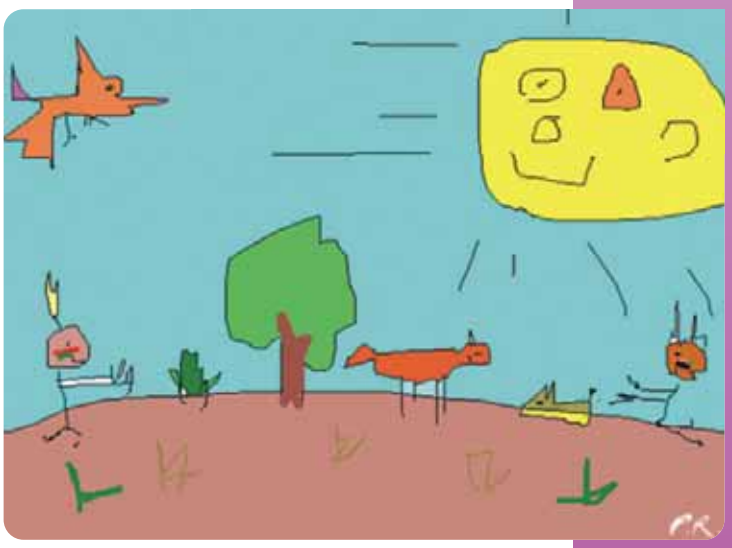
Esta publicación ha sido editada por el Área de Promoción Científica de la
Agencia Córdoba Ciencia S.E.

Primera edición: Octubre de 2005
Hecho el depósito de ley.

Impreso en Argentina - 2005
3000 ejemplares

Todos los derechos reservados.
Prohibida su reproducción total o parcial.

Prefacio



En agosto las comunidades aborígenes del noroeste argentino, norte de Chile, Bolivia y Perú celebran y honran a la Pacha mama. De los aymaras, los quechuas recibieron la devoción a la Pacha mama, que a su vez habían heredado de los tiwanakotas, una de las primeras culturas de la región andina. Este vocablo significa Pacha = tiempo-espacio y Mama = Madre, y representa la veneración y respeto hacia todo lo que nos rodea; la naturaleza como una entidad viva, el vientre fértil materno, la madre de todos y de todo.

Para los pueblos andinos la Pacha mama o "Madre Tierra" representaba la fertilidad, el alimento, la entrega, el aspecto femenino del planeta Tierra. Estas creencias están reflejadas en sus leyendas y mitos, los cuales expresan una cosmovisión que, en términos modernos, podemos llamar ecologista: la Pacha Mama - "la Madre Naturaleza", la que madura los frutos y da fertilidad a los ganados, recibe su respeto en forma de alimentos provistos de la tierra porque "lo que de Ella sale, a Ella vuelve ".

También otros grupos aborígenes con hábitos cazadores-recolectores, habitantes de llanuras, montes y selvas de Argentina y América, respetaban y veneraban a la naturaleza y sus fuentes de alimento.

Los pueblos andinos conocían la estrecha relación y dependencia que mantenían con la Naturaleza, lo cual les permitió tomar conciencia de la importancia de la tierra y considerarla fundamental para su vida. No poseían conocimientos teóricos sobre el suelo, pero sí practicaban una agricultura empírica y un uso respetuoso de la naturaleza.

Sin embargo, algunos pueblos hicieron un uso excesivo del suelo, generalmente ligado a la explosión demográfica concentrada en ciertas regiones, lo que ayudó a provocar la decadencia o desaparición de pueblos e imperios. Hay cada vez más evidencias que esto ha sucedido en comunidades que vivieron en América Central, Persia, Egipto y Roma.

Desde fines del siglo XVIII las ciencias naturales básicas (ciencias biológicas, ciencias ambientales y ciencias de la tierra) y las ciencias naturales aplicadas, como las ciencias agrarias, han tenido un gran desarrollo. En la actualidad se cuenta con conocimientos detallados del suelo, de los procesos que otorgan fertilidad y de los que la disminuyen. A pesar de ello, su uso actual está llegando a límites de sobreexplotación y pone en peligro la preservación de sus bondades. En las llamadas "economías de subsistencia" de algunas zonas rurales de países no industrializados, el desconocimiento del agricultor, la falta de políticas socio-económicas de desarrollo y la ausencia de una planificación sustentable realmente efectiva sobre los recursos naturales (suelo, agua, vegetación) crean condiciones de marginalidad y sobreexplotación de los recursos. Por otro lado, el afán del hombre contemporáneo de obtener un máximo beneficio económico en el contexto de la economía de mercado actual ha llevado a un uso intensivo del suelo, con agregado de gran cantidad de insumos (agroquímicos) y eliminación de la vegetación nativa, como suce-

de con el monte chaqueño en el norte y noroeste de Córdoba. Estas dos situaciones contrastantes son igualmente peligrosas porque están llevando a los agro-ecosistemas a una situación límite. La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estima que alrededor del 50% de las tierras cultivables en el mundo sufren algún proceso de degradación.

Esta realidad, muy diferente del concepto de suelo como entidad "dadora de alimento y recibidora de alimento", nos plantea la necesidad imperiosa de un cambio de rumbo.

Es responsabilidad de los educadores conocer las características de los recursos naturales y su dinámica. Entre ellos es importante valorar el recurso suelo y transmitir su rol fundamental en la generación de alimentos y en la calidad de vida de todos nosotros.

Los niños necesitan tener conocimientos relacionados con el medio natural, como es el del suelo y su fertilidad, para que, de esta manera, ya sea como pobladores del medio rural, como futuros dirigentes o como meros ciudadanos, se constituyan en sujetos comprometidos con su entorno y generadores de cambio para vivir en un mundo mejor, en armonía con la naturaleza.

¿Sabías que casi la mitad de la población mundial depende del nitrógeno que aportan los fertilizantes para transformarse en proteínas de los alimentos? ¿Implica esto algún riesgo para la salud humana y del planeta?

En este trabajo se presentan contenidos relacionados con el suelo y su fertilidad, a partir del desarrollo de respuestas a preguntas y de aclaraciones sobre creencias más frecuentes; continúa con una propuesta de trabajo experimental para realizar con los alumnos y finaliza con actividades de integración y autoevaluación para los docentes.

Inés Gil y Ariel Ringuelet

Respuestas a las preguntas más comunes

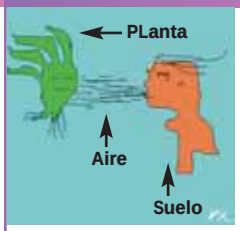
¿Qué es el suelo?

El suelo es el medio natural que sostiene la vida vegetal. Un buen suelo debe proveerle los "alimentos" básicos (agua, oxígeno y nutrientes) a las plantas. Para ello el suelo debe brindar:

Soporte físico

Para que las raíces penetren y para permitir que el agua se infiltre y se almacene en condiciones que permitan su utilización.

Aireación

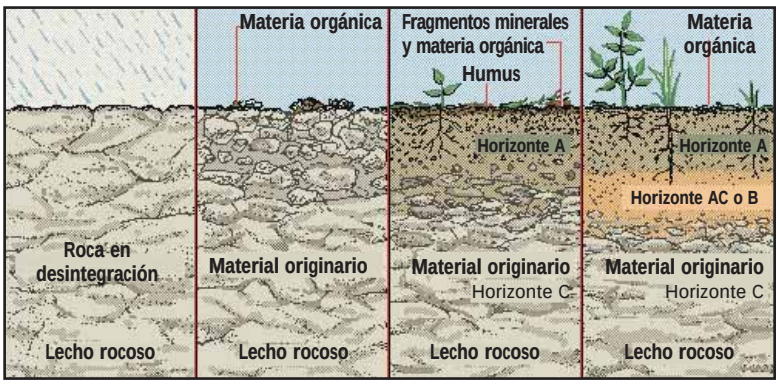


Para favorecer la renovación y circulación del aire entre las raíces y así permitir su respiración y otros procesos benéficos.

Nutrientes minertales

En cantidades y forma disponible para su almacenamiento y aprovechamiento.

El suelo es un maravilloso y complejo ecosistema que alberga enorme cantidad de microorganismos y otros seres vivos, principales responsables de su fertilidad.



1. El lecho rocoso empieza a desintegrarse

2. La materia orgánica facilita la desintegración

3. Se forman los horizontes

4. El suelo desarrollado sustente una vegetación densa

El suelo ha tardado miles de años en formarse y está en constante transformación y evolución. Por ello, es un recurso renovable.

El suelo es un recurso natural renovable si se lo utiliza de manera racional o adecuada. Si se lo usa de forma irracional, se degrada y pierde fertilidad rápidamente, mucho más de lo que tardó en formarse o tardará en recuperarse. En casos extremos se llega a la "muerte" del suelo o desertización.

Nutrientes

¿A qué se llama nutrientes?

Se llama nutrientes a aquellos elementos químicos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. De los casi 100 elementos químicos existentes en la naturaleza, solamente dieciséis son esenciales para el crecimiento de las plantas.

Los nutrientes o elementos esenciales provienen del:

Aire: carbono (C), como dióxido de carbono (CO_2);

Agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O);

Suelo: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Importante

Un nutriente es esencial cuando cumple una función específica en el crecimiento de la planta; no puede ser sustituido por otro y es imprescindible para que la planta cumpla su ciclo vital.

Otros elementos químicos pueden ser nutrientes beneficiosos para algunas plantas, pero no esenciales para el crecimiento de todas.

Los nutrientes que provienen del aire y del agua, carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) no se los considera nutrientes limitantes porque están fácilmente disponibles para las plantas. Estos son los elementos fundamentales que componen la estructura viva, o sea de todos los compuestos orgánicos que forma el vegetal.

A los nutrientes tomados del suelo se los puede clasificar en dos categorías, según la cantidad que necesitan los vegetales:

a) se necesitan en grandes cantidades ==> macronutrientes,

b) se necesitan en pequeñas cantidades ==> micronutrientes o microelementos.

a) Macronutrientes o macroelementos: Los vegetales los consumen en grandes cantidades (entre 20 y 300 kg por hectárea) porque la concentración en sus tejidos es alta (10 veces o más que los micronutrientes). Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes o pueden llegar a serlo a causa de la extracción de los mismos por parte de los cultivos a lo largo de los años, especialmente cuando se realizan cultivos de alta producción, más exigentes en nutrientes que la vegetación nativa o natural.

Los macronutrientes se clasifican en:

- Primarios: son los primeros en alcanzar niveles de deficiencia en el suelo, debido a que los vegetales los consumen en cantidades relativamente altas: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
- Secundarios: habitualmente no están en déficit: calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S).

b) Micronutrientes o microelementos: Son requeridos sólo en pequeñas cantidades para el crecimiento correcto de las plantas (en general, menos de 1 kg/ha): hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Los fertilizantes, abonos o residuos de cultivos incorporan nutrientes al suelo.

¿Qué función cumplen los nutrientes en las plantas? ¿Qué cantidades hay en los vegetales y en el suelo?

MACRONUTRIENTES PRIMARIOS

Elementos químicos	Funciones y cantidades en el vegetal	Provisión en el suelo
Nitrógeno (N)	• Constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas e incide en el rendimiento productivo. • Importante para la absorción de los otros nutrientes. • Representa entre el 1 - 4 % del peso seco total (sin humedad).	Es el nutriente más deficiente en el suelo. Constituye el 78% del aire y, para poder ser utilizado por los vegetales, debe ser "fijado" previamente al suelo por microorganismos que se encuentran en él.
Fósforo (P)	• Juega un papel importante en la transferencia de energía (esencial para la fotosíntesis y para otros procesos bioquímicos). • Indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. • Constituye entre el 0,1 - 0,4 % del peso seco.	Su deficiencia es creciente en los suelos agrícolas. Hasta ahora, en general, los suelos de la provincia de Córdoba son bien provistos, pero ya se han detectado deficiencias en el norte, zona recientemente incorporada a la agricultura.
Potasio (K)	• Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas indispensables para los procesos metabólicos). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. • Mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. • Brinda mayor resistencia a enfermedades. • Representa entre el 1 - 4 % de peso seco.	En general, los suelos argentinos, incluidos los cordobeses, son bien provistos de este nutriente porque sus arcillas son ricas en él.

MACRONUTRIENTES SECUNDARIOS

Elementos químicos	Funciones y cantidades en el vegetal	Provisión en el suelo
Magnesio (Mg)	• Constituyente del pigmento de las plantas verdes, la clorofila, necesario para la fotosíntesis (15 al 20 % del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes). • Participa en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta. • Representa entre el 0,1 y el 0,5% del peso seco.	Normalmente los suelos argentinos son bien provistos, pero puede haber desequilibrios en las relaciones calcio/ magnesio.
Azufre (S)	• Constituyente esencial de proteínas. • Involucrado en la formación de la clorofila. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada. • Representa entre el 0,2- 0,3% de peso seco.	En los últimos años se han detectado en algunos suelos argentinos deficiencias, particularmente bajo monocultivo de soja. Se extraen similares cantidades a las del fósforo.
Calcio (Ca)	• Esencial para el crecimiento de las raíces. • Constituyente de la pared celular. • Representa entre el 0,1 y el 3% del peso seco.	La mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad para las plantas. La deficiencia puede darse en los suelos tropicales, muy pobres en calcio. Sin embargo, el objetivo más usual de su aplicación es reducir la acidez del suelo. Los suelos argentinos son bien provistos de calcio.

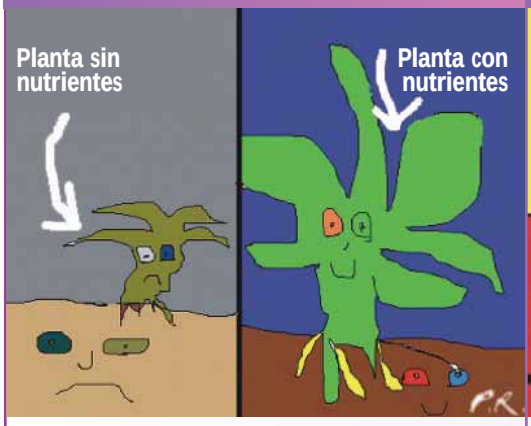
MICRONUTRIENTES

Elementos químicos	Funciones y características
Hierro (Fe) Manganeso (Mn) Zinc (Zn) Cobre (Cu) Molibdeno (Mo) Cloro (Cl) Boro (B)	• Son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. • Son absorbidos en pequeñas cantidades y su rango de provisión óptima es muy pequeño. • Su disponibilidad en las plantas depende principalmente del pH del suelo. Puede haber deficiencias con valores mayores de 8 (norte y noroeste de Córdoba). • Algunos pueden ser tóxicos para las plantas, a niveles sólo algo más elevados que lo normal (boro). • El zinc se encuentra en niveles críticos en algunas zonas de la provincia de Córdoba. Se han detectado desequilibrios nutricionales en cultivos intensivos.

¿Cuáles son los síntomas de deficiencia de los nutrientes en un vegetal?

Si las plantas no logran absorber suficiente cantidad de algún nutriente esencial, pueden aparecer síntomas de carencia o deficiencia en la apariencia general y en el color de la planta.

Los síntomas o signos característicos de deficiencia de algún nutriente son:



Plantas pequeñas por crecimiento retrasado.

Las hojas tienen un color verde pálido o un color verde oscuro azulado, amarillento, o tienen puntos rojizos o franjas.

Los rendimientos a veces se reducen severamente.

La identificación de la deficiencia o carencia de nutrientes es fácil en algunos casos, pero difícil en otros. Puede resultar difícil cuando:

- los síntomas de deficiencia de dos nutrientes diferentes pueden ser casi idénticos.
- un nutriente está enmascarando u ocultando el síntoma de la carencia de otro nutriente.
- los síntomas de deficiencia aparecen o desaparecen con los cambios de humedad.
- la carencia es latente, aún no visible, llamada “deficiencia escondida”.
- los síntomas de deficiencia son confundibles con los síntomas de enfermedades de hongos, virus o bacterias, o daños causados por los insectos.

TENER EN CUENTA que los síntomas de deficiencia de un nutriente:

- son claros sólo en casos de deficiencia extrema.
- deben ser verificados por el análisis del suelo, análisis de las plantas, de tejidos y/o experimentos de campo.

Los síntomas de deficiencia de nutrientes que se pueden presentar en los cultivos de Córdoba son:

Deficiencia de nitrógeno

Planta: crecimiento retrasado (común a todas las deficiencias), poco saludable y de tamaño pequeño.
Hojas: pérdida del color verde (común a todas las deficiencias), hojas viejas (inferiores) cloróticas a partir de la punta. La clorosis es una decoloración amarillenta que indica una formación afectada de clorofila y es reversible mediante la aplicación del nutriente necesario. En casos extremos las más bajas pueden morir prematuramente, mientras las superiores permanecer verdes (puede confundirse con síntomas de falta de humedad).

Deficiencia de fósforo

Planta: crecimiento y desarrollo (floración) retrasado, permaneciendo verde.
Hojas: verdes viejas (inferiores) oscuras azuladas, moradas y parduscas a partir de la punta (a menudo también en los tallos).
Frutos: pueden ser deformados; los granos pobremente rellenos.

Deficiencia de azufre

Planta: amarillenta, como en N pero desde arriba. Retraso de la madurez.
Hojas: jóvenes (superiores) cloróticas, al revés que la deficiencia de N.

Deficiencia de zinc

Planta: crecimiento retrasado de las hojas.
Ramas de árboles frutales: típicos retoños cortos y tupidos.
Hojas: franjas cloróticas (bandas amarillentas) entre las nervaduras de las hojas inferiores. En algunos casos, tienen un color verde oliva o verde grisáceo (muy similar a la deficiencia de fósforo).

Deficiencia de hierro

Hojas: jóvenes (superiores) con clorosis típica entre las nervaduras verdes, a lo largo de toda la longitud de las hojas (en suelos calcáreos normalmente).

Aunque los signos de carencia son útiles para señalar al agricultor los trastornos nutricionales, la cantidad y calidad de la cosecha será menor en comparación a los cultivos que son bien nutridos desde la siembra a la cosecha. De allí que las buenas prácticas agrícolas deberían evitar todas las deficiencias nutricionales para cualquier cultivo a través de todo el período de crecimiento. Para alcanzar dicho objetivo se deben realizar diagnósticos con análisis de suelos y otros análisis complementarios, como se mencionó con anterioridad.

¿Es posible reponer los nutrientes extraídos del suelos?

- En las huertas familiares, escolares, o las llamadas huertas orgánicas, es posible la renovación natural de nutrientes si la extracción de nutrientes no es elevada, si se rotan los cultivos y se realizan ciertas prácticas de conservación de la materia orgánica.
- En huertas comerciales (cultivos intensivos con elevados rendimientos) se debe reponer parte de los nutrientes extraídos con abonos orgánicos y, eventualmente, con fertilizantes.
- En cultivos extensivos (trigo, maíz, soja) con elevados rendimientos, en general es necesario reponer alguno/s de los nutrientes extraídos con fertilizantes.

¿Qué es un fertilizante?

Se llama fertilizante a cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos 5 % de uno o más de los tres nutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K).

- Los fertilizantes naturales son aquellos extraídos de canteras (lugares donde se encuentran concentrados determinados minerales).
- Los fertilizantes sintéticos son aquellos producidos o concentrados industrialmente.

En la actualidad la gran mayoría de los fertilizantes son obtenidos industrialmente.

En general, los procesos industriales consisten en obtener el nutriente requerido de alguna fuente natural concentrada, para luego concentrarlo y purificarlo aún más. Pero la síntesis de fertilizantes nitrogenados tiene características propias. Una ventaja de estos procesos es que se disminuye la concentración de elementos contaminantes (sodio o metales pesados), habitualmente presentes en los fertilizantes naturales. Sin embargo, la industria de los fertilizantes utiliza petróleo como principal fuente de energía, por lo que es un factor de contaminación por la emisión de dióxido de carbono (C02) y otros gases (de N y S).

La mayoría de los fertilizantes sintéticos son compuestos inorgánicos, aunque algunos son compuestos orgánicos (poseen estructura básica de carbono, C) como la urea.

Huertas orgánicas

Se llaman así cuando en ellas no se utilizan productos agroquímicos sintéticos (producidos industrialmente) para evitar todo efecto colateral al ambiente y a la salud del consumidor. La fertilización se realiza naturalmente rotando o alternando distintos cultivos y agregando residuos vegetales y abonos animales, muchas veces producidos en el mismo lugar. El control de plagas o enfermedades se realiza por métodos naturales.

¿Qué diferencia hay entre fertilizantes y abonos?

Fertilizantes	Abonos
Provienen de fuentes inorgánicas (aunque el fertilizante puede ser orgánico como la urea).	Provienen de fuentes orgánicas.
Poseen más de 5% de uno o más de los macronutrientes primarios (N P K).	Poseen menos de 5% de uno o más de los macronutrientes primarios (baja concentración de nutrientes).
Se utilizan para reponer nutrientes extraídos por los cultivos y lograr mayor producción.	Se utilizan fundamentalmente para mejorar condiciones físicas del suelo y, adicionalmente, aportan pequeñas cantidades de nutrientes.

Fertilizantes

¿Qué formas de presentación comerciales tienen los fertilizantes?

La presentación de los fertilizantes es muy variada, dependiendo del proceso de fabricación:

- Las partículas de los fertilizantes pueden ser de muy diferentes tamaños y formas: gránulos, píldoras, “perlados”, cristales, polvo de grano grueso / compactado o fino.
- La mayoría de los fertilizantes es provista en forma sólida, pero existen también fertilizantes líquidos.
- Bolsa de 50 kg: Es el principal método de distribución para los pequeños agricultores por su simplicidad, flexibilidad y seguridad (como protección de la intemperie y de la adulteración).

¿Qué debe tener en cuenta un productor agrícola al adquirir un fertilizante?

Principalmente leer atentamente toda la información de etiquetas o rótulo en donde se indica:

- el peso de la bolsa,
- las recomendaciones para su correcto manipuleo y almacenamiento,
- el nombre de la empresa o marca,
- los contenidos del fertilizante,
- la formulación del nutriente (primario y /o secundario y /o micronutrientes).

Formulación o grado del nutriente

Expresa la cantidad de nutrientes primarios :

% de nitrógeno (N), en forma de N,
% de fósforo (P), en forma de óxido de fósforo (P_2O_5)
% de potasio (K), en forma de óxido de potasio (K_2O).

Se presentan siempre en esta secuencia. De este modo, en una fórmula 17-17-17, el primer número es el porcentaje de nitrógeno, el segundo número el porcentaje de fósforo y el tercero, el porcentaje de potasio.
El grado del nutriente también nos indica las proporciones relativas de estos nutrientes: un fertilizante 17-17-17 tiene una razón 1:1:1 de N - P_2O_5 - K_2O, mientras que uno 12-24-12 tiene una razón 1:2:1.
Es importante conocer el grado del fertilizante para calcular la cantidad correcta o dosis necesaria de nutrientes para ser aplicada por hectárea.

Los fertilizantes que contienen sólo un nutriente primario se denominan fertilizantes simples. Si poseen dos o tres nutrientes primarios se llaman fertilizantes compuestos o multinutrientes; con dos nutrientes: fertilizantes binarios, con tres nutrientes: fertilizantes ternarios.

¿Cuáles son los fertilizantes más empleados y sus principales características?

Existen muchos fertilizantes en el mercado. Algunos de los más utilizados son los siguientes:

- **Urea** con 46% de nitrógeno, es la mayor fuente de nitrógeno en el país y en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de nitrógeno. Sin embargo, su aplicación requiere buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas a la atmósfera en forma de amoníaco. La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuando la lluvia se espera pocas horas después.
- **Sulfato amónico** con el 21% de nitrógeno (en forma de amoníaco), no es tan concentrado como la urea. Además, contiene el 23% de azufre, un nutriente que es de creciente importancia. Se usa preferentemente en cultivos irrigados y donde el azufre debe ser aplicado, aunque es susceptible de pérdidas gaseosas, especialmente en suelos alcalinos, por lo que se deben tomar precauciones en su aplicación.
- **Nitrosulfato amónico** con el 26% de nitrógeno (alrededor de 2/3 como amoníaco y 1/3 como nitrato) y del 13 al 15% de azufre.
- **Nitrato amónico cálcico** (CAN) con 27-29% de nitrógeno (partes iguales de N como amoníaco y como nitrato), es un fertilizante muy utilizado para los cultivos en las regio-

nes sub-húmedas (centro de la provincia de Córdoba).

- **Superfosfato simple** con el 16 al 20% de P_2O_5, contiene adicionalmente 12% de azufre y más del 20% de calcio (CaO).
- **Superfosfato triple** con una concentración del 46% de P_2O_5, no contiene azufre y tiene menos calcio.

Una cantidad importante de fosfato es aplicada en forma de fertilizantes que poseen también nitrógeno: fosfato monoamónico (MAP) y fosfato diamónico (DAP), y de fertilizantes NPK.

¿Desde cuándo se utilizan los fertilizantes?

Desde que el hombre comenzó a cultivar la tierra trató de compensar lo que de ella se extraía rotando los cultivos, dejando barbechos (sin cultivo por una o dos temporadas) o aportando abonos orgánicos concentrados, como estiércol o guano.

Fue a partir de las experiencias del alemán Liebig hacia mediados del siglo XIX, que se empieza a comprender el rol fundamental de la nutrición mineral de las plantas. El químico llegó a la conclusión que las plantas no se nutrían de la materia orgánica en descomposición, sino de algunos de los elementos o compuestos liberados en este proceso. Sus estudios se basaron en análisis de cenizas de plantas y en experiencias de plantas con soluciones nutritivas. Inmediatamente en Europa comenzó la fabricación de fertilizantes fosforados a partir de huesos y ácido sulfúrico. Los suelos europeos estaban pobres porque los métodos tradicionales no llegaban a compensar los nutrientes extraídos por los cultivos ante la creciente demanda de una población cada vez más numerosa.

Recién en 1910, en Alemania, se inventó el proceso Harber-Bosch que fija en forma industrial el nitrógeno gaseoso (N_2) del aire cuando las reservas de guano de aves del mundo ya se estaban extinguiendo (fuente nitrogenada concentrada), y con ello enormes colonias de aves que las producían. Este hecho, sumado a la revolución genética que mejoró sustancialmente los rendimientos, dieron lugar a la llamada "revolución verde". Actualmente, alrededor del 40% del nitrógeno consumido en el mundo por el hombre proviene de la fijación industrial (fertilizantes).

Sin embargo, en América y en la Argentina la gran extensión de suelos "nuevos" y de buena calidad demoró la adopción de los fertilizantes y de prácticas conservacionistas. Recién a partir de la década del ´70 se produce un aumento sostenido por hectárea cultivada en el país.

¿Son perjudiciales los fertilizantes?

Los fertilizantes, si no son manejados de manera correcta, pueden producir efectos perjudiciales:

- contaminación del agua, por ejemplo la eutroficación de lagos;
- alteración de ciclos naturales de nutrientes de los suelos;
- introducción de elementos nocivos al suelo (metales pesados, como impurezas);
- aceleración de la acidificación del suelo;
- inhibición en la absorción de la raíz de algún nutriente esencial;
- promoción de efectos tóxicos en las raíces de plantas.

Por eso, es tan importante ser prudente en el uso de fertilizantes y requerir el asesoramiento de un

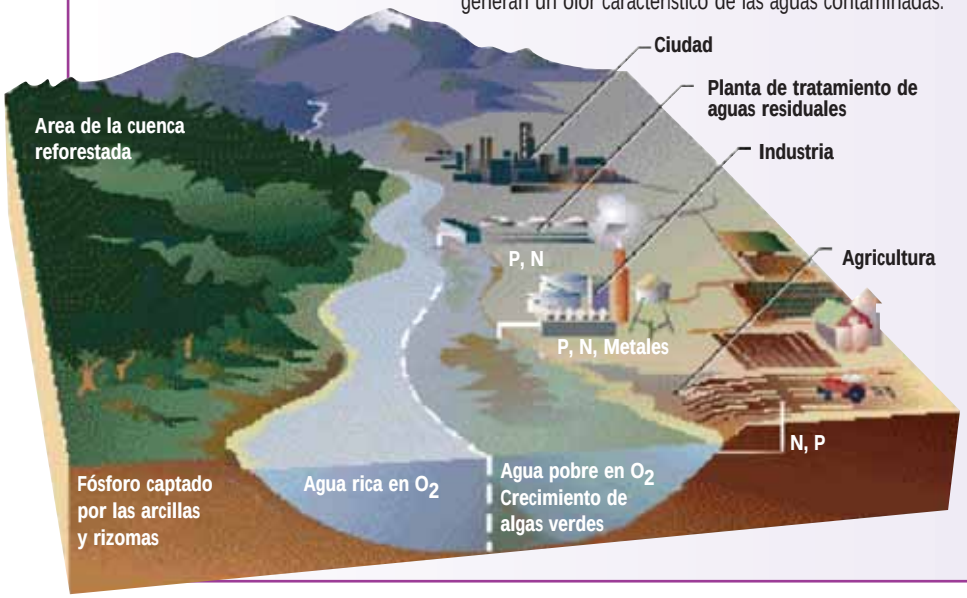
técnico especializado, sobre todo cuando se los usa con frecuencia y en grandes cantidades.

También se pueden ocasionar efectos adversos en el proceso de síntesis, purificación o extracción de fertilizantes y abonos:

- La producción de fertilizante a escala industrial utiliza procesos que son contaminantes para el ambiente. Si bien se ha reducido la emisión de gases nocivos, como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno a la atmósfera, aún sigue siendo un problema no resuelto.
- La extracción desmedida de abonos de origen animal, por ejemplo la explotación del guano de aves, ha provocado la destrucción de colonias de cormoranes en la costa marítima patagónica.

Eutroficación

En las aguas de ríos, lagos, y aguas subterráneas de muchas regiones se registra un significativo aumento de la concentración de nitratos y fosfatos provenientes de los fertilizantes (los fosfatos pueden provenir de los detergentes). Este aumento de nitratos y fosfatos se denomina **eutroficación** y favorece el desarrollo de algas. El crecimiento excesivo de algas en la superficie impide el paso de la luz solar a la profundidad; también provee de excesivos nutrientes a los microorganismos que así proliferan pudriendo las aguas. Los microorganismos terminan por agotar el oxígeno disuelto en el agua, por lo cual mueren muchos seres de vida acuática, por ejemplo los peces. En estas condiciones se favorece el desarrollo de bacterias que no utilizan oxígeno gaseoso, pero aprovechan los nitratos y los sulfatos; esto produce gases, como el sulfhídrico, que generan un olor característico de las aguas contaminadas.



El caso particular de la fertilización con nitrógeno, aún en dosis bajas, genera dos efectos negativos: por un lado, inhibe el proceso de fijación natural en el suelo desde la atmósfera y, por otro lado, aumenta la emisión del **nitrógeno reactivo**, no solamente en el proceso de fabricación ya mencionado, sino también desde los suelos fertilizados. Entre otros efectos nocivos, los gases de nitrógeno provocan: lluvias ácidas, efecto invernadero, disminución de la capa de ozono y aumento del smog.

Los perjuicios mencionados repercuten de forma directa o indirecta en el hombre y sus actividades. Actualmente existe mucha información al respecto y los gobiernos se ven cada vez más urgidos a realizar ges-

tiones que tiendan a revertir estas situaciones. Reuniones y convenios internacionales tratan de poner límite a los problemas ambientales, entre los cuales aparecen los derivados del abuso de fertilizantes. Sin embargo, hasta ahora, la presión sobre los recursos naturales es más veloz que las medidas que tienden a mejorar su mal uso.

¿Cuándo se deben aplicar fertilizantes y cuándo abonos?

En huertas de pequeña escala ya sean familiares, escolares o comunitarias, antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, se debe recurrir a todas las fuentes orgánicas disponibles como: excrementos o guano de vaca, cabra, caballo, cerdos o aves; desperdicios vegetales (paja), tierra de lombriz y compost. El guano y los despercicios vegetales deben ser descompuestos antes de su aplicación en el suelo. En el proceso de descomposición del material orgánico, por ejemplo paja de maíz, los nutrientes del suelo, particularmente el nitrógeno, son fijados (utilizados por la microflora) provisionalmente por algunas semanas; de este modo no son disponibles para el cultivo posterior. Aún cuando el contenido de nutriente del material orgánico sea variable, y en general bajo, el abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general.

La materia orgánica que brindan estos abonos mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad; de esta manera aumenta notablemente su fertilidad. Además, la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo que intervienen en el ciclado de nutrientes.

Es importante resaltar que la aplicación de abono orgánico maduro no tiene ninguna limitante o "contraindicación", hablando en términos médicos, mientras que sí la tienen los fertilizantes. Es decir, cualquier cantidad de abono correctamente descompuesto es benéfico. Pero el uso de abonos provenientes de fuentes orgánicas no procesadas puede traer perjuicios a la planta (daño por reacciones químicas), contaminación del agua subterránea e inclusive daños al hombre por el consumo de verduras regadas con aguas servidas. También hay que tener cuidado con los materiales utilizados en el compost, por ejemplo, papeles con tinta (papel de diario) contienen abundantes cantidades de metales nocivos como el selenio.

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. En el campo moderno, en general, la combinación de abono orgánico /materia orgánica y fertilizantes minerales ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo: el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan.

En la agricultura extensiva (la de grandes superficies) los rendimientos, es decir, la producción de alimentos en kilogramo o tonelada por hectárea, se vienen incrementando significativamente en el último siglo. Actualmente se utilizan tecnologías que producen elevados rendimientos, entonces el abono orgánico por sí solo no es suficiente, y a menudo no está disponible en grandes cantidades para lograr niveles de producción aceptables. O lo que es peor, si estos se logran, es a expensas de extraer más nutrientes de los que el suelo es capaz de reponer. En consecuencia, se produce su degradación; el suelo se empobrece y es cada vez más difícil recuperarlo. En estos casos se emplean los fertilizantes.

¿Cómo se sabe que es necesario fertilizar y cuánto?

En primer lugar, para determinar las necesidades de fertilizantes en cultivos comerciales de alto ren-

Nitrógeno reactivo

Es el nitrógeno que está combinado con otros elementos y que, a su vez, puede reaccionar con otros elementos, produciendo efectos nocivos como los enunciados. El 78% del aire que respiramos es gas nitrógeno. En condiciones normales este nitrógeno no reacciona y, por lo tanto, es inocuo. Para que reaccione es necesario adicionar gran cantidad de energía, como sucede en el proceso de fijación de nitrógeno al suelo por bacterias, en la fabricación de fertilizantes nitrogenados o durante las tormentas eléctricas.

dimiento, se debe estimar cuánto nutriente extraerá el cultivo a realizarse. Para ello se utilizan estudios y ensayos para cada cultivo y región que determinan la extracción de macronutrientes según la producción esperada. Estos estudios están disponibles en facultades, agencias del INTA y delegaciones de la Secretaría de Agricultura. Este dato indicará la demanda de nutrientes por parte del cultivo.

Luego, es necesario conocer la oferta, es decir, la cantidad de nutriente que se encuentra disponible en el suelo para las plantas. La principal herramienta para hacer un diagnóstico de disponibilidad es el análisis del suelo, que se realiza en laboratorios especializados.

Existen algunas técnicas complementarias para mejorar este diagnóstico de fertilidad del suelo, especialmente usadas en cultivos intensivos, como frutales y florales:

1. Signos de carencia de nutrientes en cultivos en desarrollo (síntomas de deficiencia).
2. Análisis de la planta y/o del tejido de la planta en el campo.

Estas herramientas se deben complementar con ensayos de fertilización en el campo (parcelas con diferentes dosis de fertilizantes), realizados por productores o instituciones agropecuarias.

En la agricultura moderna se debe fertilizar en forma racional, es decir, en cantidades apropiadas, ni en exceso ni en defecto. Por ello el productor rural y el técnico (ingeniero agrónomo) que lo asesora deben llegar a un diagnóstico equilibrado de fertilización.

¿En qué consiste una fertilización equilibrada?

Básicamente, en evitar excesos de algún nutriente. Por ejemplo el nitrógeno, "motor del crecimiento de la planta", normalmente mostrará su eficiencia poco después de su aplicación: las plantas desarrollarán un color verde oscuro y crecerán más vigorosamente. Sin embargo, el exceso de nitrógeno puede provocar desequilibrios. En cereales puede producir vuelco de plantas (tallos largos y débiles), mayor competencia de malezas y ataques de plagas con pérdidas sustanciales de producción. En otros cultivos puede disminuir la cantidad y calidad de la cosecha, como sucede con el algodón. Además, el nitrógeno no absorbido por el cultivo posiblemente se pierda en el ambiente, porque es poco retenido por el suelo.

Cuando el agricultor tiene recursos financieros limitados o no dispone de crédito, o cuando la tenencia de la tierra es insegura y, por ejemplo, la urea es ofrecida en el mercado a un precio por unidad de nitrógeno comparativamente atractivo, es común que el agricultor, esperando un beneficio inmediato, suministre exclusivamente nitrógeno a sus cultivos. A corto plazo ésta es una decisión lógica. El nitrógeno es, en la mayoría de los casos, el nutriente que más necesitan y al que más rápidamente responden los cultivos, obteniendo mayor crecimiento. De hecho, el fertilizante más utilizado a escala mundial es la urea.

La utilización de fertilizantes simples nitrogenados puede ser justificada en suelos ricos en fosfato, potasio y todos los otros elementos secundarios, y con los micronutrientes necesarios en una forma disponible para las plantas. Al aumentar la producción de los cultivos, estos suelos tomarán mayores cantidades de los otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio. De este modo, los rendimientos agrícolas crecientes, a través de aplicaciones de nitrógeno, pueden agotar los suelos de los otros nutrientes. Las investigaciones muestran que, en general, sin la aplicación de fósforo, la eficiencia del nitrógeno declina, mientras que cuando todos los nutrientes son aplicados conjuntamente, la eficiencia del fósforo aumenta sostenidamente indicando interacciones entre nutrientes. Así, en todos los suelos agotados que han sido cultivados por períodos prolongados, además de las inevitables pérdidas, una fertilización desequilibrada en favor del nitrógeno es no sólo contraria a las buenas prácticas

agrícolas, sino también una pérdida de trabajo y de capital, daña el medio ambiente y no es sostenible.

De allí que sea necesaria la fertilización equilibrada para un uso óptimo del fertilizante. Las plantas son como las personas: necesitan una dieta equilibrada y no es suficiente comer excesivamente una sola clase de alimento. Si la dieta es desequilibrada, los seres humanos se enferman más fácilmente. Lo mismo les ocurre a las plantas. Más aún, las plantas no pueden moverse para buscar los nutrientes que les faltan. En consecuencia, las condiciones deben ser tan favorables como sea posible en las inmediaciones donde ellas crecen.

¿Cómo se calcula la cantidad de kilogramos (kg) de fertilizante a aplicar?

El cálculo de la cantidad de fertilizante a ser aplicado por unidad de superficie (hectárea) en un campo se determina a través de la cantidad de nutrientes necesarios y de los tipos y grados (pureza) de fertilizantes disponibles.

Los fertilizantes minerales normalmente son expedidos en bolsas de 50 kg. De allí que el agricultor tenga que saber la cantidad de nutrientes contenidos en ella. La manera más fácil de calcular el peso de los nutrientes de la bolsa es dividir el número impreso en la misma por dos.

Ejemplos

- Si el técnico recomienda suministrar 60 kg de N /ha: ¿Cuántas bolsas de fertilizante sulfato amónico (SA), que posee cada una 21% de nitrógeno (N) y 24% de azufre (S), se deberán utilizar?
- 21 dividido 2 = 10,5, o sea cada bolsa de 50 kg de fertilizante aporta 10,5 kg de N . Se necesitarán casi seis bolsas de SA (5,7) para proveer los 60 kg de N/ha.
- 60 dividido 10,5 = 5,7.
- Además, si se utilizan seis bolsas de SA se suministrarán 72 kg de S/ha .
- Si la recomendación es 60-60-60 (60 kg de N/ha, 60 kg de P2O5 /ha y 60 kg de K2O./ha), ¿cuántas bolsas de fertilizante compuesto de grado 15-15-15 el agricultor debe comprar?
- Una bolsa de 50 kg contiene 7,5- 7,5- 7,5.
- 60 dividido 7,5 = 8. De este modo, son ocho bolsas de 50 kg de 15-15-15 las que se deben comprar.

¿Cómo se aplican los fertilizantes ?

El método de aplicación de los fertilizantes es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La cantidad y la regulación de la absorción de los nutrientes por la planta dependen de varios factores, tales como la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del tiempo climático. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso en que el cultivo los necesite. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que pueden ser fácilmente solubilizados por el agua y lixiviados (“lavados”) del suelo hacia los acuíferos (napas de agua subterráneas), si no es absorbido por las raíces de las plantas.

En los casos de aplicación de urea y de fosfato diamónico, las pérdidas pueden darse a través de la emisión de amoníaco en el aire. Ambos fertilizantes deben ser mezclados en el suelo con alguna herra-

mienta agrícola inmediatamente después de la aplicación, si no hay una lluvia inmediata o riego para incorporarlos en el suelo. Esto sucede en mayor grado en los suelos alcalinos (calcáreos). Todos los nutrientes primarios y secundarios deberían incorporarse seguidamente después de la aplicación; en zonas en las que no se esperan lluvias abundantes, para evitar pérdidas por volatilización (pérdida de gases, especialmente de N) y por erosión eólica (arrastre por viento) y, en el caso de ocurrir lluvias, para evitar pérdidas debido al escurrimiento superficial.

Cuando el fertilizante es aplicado a mano, se debe tener la precaución de distribuir los nutrientes uniformemente y en las dosis exactas. Cuando se utilizan maquinarias para la aplicación de fertilizante, éste debe ser ajustado a fin de asegurar un esparcimiento uniforme y en proporciones correctas.

La distribución al voleo del fertilizante, o sea aplicándolo sobre la superficie, es usada previamente a la siembra, principalmente en cultivos densos, no sembrados en filas o en filas densas (cereales de invierno como el trigo) y en pasturas. En otros casos se distribuye al voleo para luego ser incorporado con rastra, para dejarlo próximo a las raíces (fertilizantes fosfatados) o para evitar las pérdidas gaseosas de nitrógeno (urea, fosfato diamónico).

Cuando la aplicación del fertilizante es localizada, es decir que se lo coloca sólo en lugares seleccionados del campo, el fertilizante es concentrado en bandas o franjas debajo de la superficie del suelo, al lado y debajo de la semilla. Este proceso puede ser realizado a mano o por medio de equipos especiales de siembra con equipos para la aplicación del fertilizante (sembradora de semilla y fertilizante). Es preferible usarlo para cultivos en hileras, que tienen relativamente grandes espacios entre las filas (maíz, algodón, caña de azúcar, árboles frutales); en suelos con una tendencia a la fijación de fosfato y potasio o cuando cantidades relativamente pequeñas de fertilizantes son empleadas en suelos con un bajo nivel de fertilidad. En los lugares en los cuales los cultivos son trabajados a mano y plantados en colinas, el número de gramos de fertilizantes recomendado es ubicado en la hilera o en el hoyo cavado (medido preferiblemente con un tarro o lata), debajo o al lado de la semilla y cubierto con tierra. Se debe tener la precaución de que ningún fertilizante sea ubicado demasiado cerca de la semilla o de la plántula para evitar la toxicidad y la consecuente mortandad de raíces.

Los fosfatos (sales de fósforo) difícilmente se mueven en el suelo. De aquí que haya que aplicarlos usualmente antes o en el momento de la siembra o de la plantación (aplicación de fondo), preferiblemente combinados con potasio y parte del nitrógeno. El nitrógeno restante debería ser empleado como un abono en cobertura en una o más aplicaciones separadas.

Otra forma de aplicación de fertilizantes es por vía foliar, es decir a través del follaje de las plantas. Se aplican disueltos en agua con pulverizadoras (máquinas que distribuyen agroquímicos disueltos en agua). Es el método más eficiente de suministro de micronutrientes (pero también de N o NPK en una situación crítica para el cultivo), los que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente).

¿Qué otros factores o labores favorecen un buen aprovechamiento de los fertilizantes?

La mejor respuesta al uso de fertilizantes se obtiene si el suelo tiene buenas propiedades físicas y bio-

químicas. Los principales factores determinantes de buenas cualidades del suelo son: la materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), la textura, la estructura, la profundidad, el contenido equilibrado de nutrientes, la capacidad de almacenamiento de agua, la capacidad de absorción o retención de cationes, el pH del suelo y la ausencia de los elementos tóxicos (por ejemplo, boro o aluminio libre en suelos ácidos). Los suelos difieren ampliamente en estos factores. Para saber cómo mejorar estas características los agricultores deben tener un conocimiento básico de su suelo.

El uso de fertilizantes es uno de los factores más importantes, dado que contribuye a aumentar la productividad y la agricultura sostenible. Pero no resolverá todos los problemas de la producción de los cultivos.

Para realizar buenas prácticas agrícolas, el agricultor deberá tener en cuenta:

- la preparación apropiada y oportuna de la cama de siembra;
- la densidad de siembra correcta: cantidad de semillas por unidad de superficie (hectárea);
- el momento de siembra óptimo;
- la humedad suficiente, es decir, el uso de riego donde sea necesario (un campo sin cultivo debería ser cubierto con residuos vegetales para evitar la erosión y conservar la humedad del suelo);
- el drenaje adecuado, lo que obligará a eliminar el exceso de agua;
- el control de malezas: escardar, cultivar o usar tratamientos químicos en forma controlada;
- el control de enfermedades de los cultivos (para evitarlas, seleccionar cultivos resistentes y, en caso de enfermedades, optar por tratamientos químicos aprobados);
- el control de plagas, lo que implica usar medidas aprobadas y recomendadas;
- el uso de rotaciones de cultivos, ya que reducen la aparición de enfermedades, malezas y plagas, y mantienen más fácilmente la fertilidad del suelo;
- la conservación de la materia orgánica del suelo, para lo que se aconseja dejar residuos en superficie, realizar cultivos con alta cantidad de rastrojos como el maíz, adicionar abonos verdes o cualquier otro abono ; y
- el mantenimiento del pH en valores cercanos al óptimo (entre 6 y 7,5), dependiendo de los cultivos.

La zona más rica y húmeda de la provincia de Córdoba (sudeste) posee suelos de reacción levemente ácida y la zona noroeste, suelos de reacción levemente alcalina; pero en la mayoría de los casos dentro de rangos cercanos al óptimo. En los suelos de la provincia de Córdoba se dan pocas situaciones en donde sea conveniente corregir la acidez con enmiendas (por ejemplo con cal), situación común en otros países como Brasil.

El pH (potencial Hidrógeno) es una forma de medir la acidez de una solución. El valor de pH 7 indica neutralidad; los valores de pH menores de 7, acidez y los mayores de 7 señalan alcalinidad o basicidad. Se puede obtener utilizando cinta indicadora colorimétrica o con instrumentos de medición llamados pehachímetros.

¿Cómo se puede mejorar la fertilidad de una huerta escolar o familiar?

Se logra conservando la materia orgánica existente. Para ello se debe mantener el suelo cubierto con vegetación viva o muerta todo el tiempo, con adecuado suministro de humedad para una continua descomposición del material orgánico y reciclado de nutrientes.

El exceso de humedad es perjudicial porque impide el crecimiento de raíces, frena el desarrollo de microflora benéfica y “lava” algunos nutrientes como el nitrógeno.

Además, es conveniente adicionar materia orgánica utilizando material disponible en el lugar. Para ello es muy útil el uso de compost.

Compost

¿Qué es el compost?

Compost es cualquier resto orgánico que se ha humificado, o sea transformado en humus, al sufrir una serie de transformaciones microbianas que lo convierten en un excelente abono orgánico para usar en almácigos, macetas y huertas.

¿Por qué hacer compost?

El procesamiento de compost es una técnica muy antigua que se basa en el correcto reciclado de materiales orgánicos de "desecho". Algunos agricultores entierran el guano o estiércol fresco, pero esto impide una correcta descomposición y puede favorecer el ataque de parásitos. Los materiales orgánicos frescos (guano de animales, restos de cocina, restos vegetales) deben descomponerse en presencia de aire, sobre el suelo o mejor aún, en un lugar confinado destinado a tal fin: el montón de compost. Las plantas no pueden crecer sobre material orgánico fresco. Estos materiales generalmente contienen todos los elementos que requieren las plantas, aunque no necesariamente en forma equilibrada, y, fundamentalmente, son un excelente sustrato que mejora las características de cualquier suelo. Pero, para que se manifiesten estos beneficios, los restos orgánicos deben ser "predigeridos" transformándose en humus.

La elaboración de compost produce un doble beneficio:

1. Se utilizan materiales que, de otra manera, producen contaminación (aguas subterráneas) y degradación del ambiente (basurales).
2. Al utilizarlo como abono se mejoran las condiciones para el crecimiento de las plantas.

¿Qué aspecto tiene un buen compost?

Un buen compost:

- huele a mantillo de monte,
- se puede tomar con las manos sin que se pegue a los dedos,
- posee color pardo oscuro.

¿Qué materiales se pueden utilizar?

Cualquier resto orgánico. En el caso de utilizar ramas o restos de poda, éstos se deben triturar previamente. Es importante tener en cuenta que, de acuerdo al tipo de material utilizado, será la calidad del compost y la velocidad del proceso: materiales secos y fibrosos como viruta o cañas tienen poco nitrógeno (N), elemento indispensable para el desarrollo de la microflora que realiza el proceso. En este caso el compost tendrá menor calidad y tardará más tiempo en formarse que si se utilizan restos vegetales verdes o guano. Los restos de cocina varían en su composición pero, en términos generales, se ubican en una calidad intermedia. De todos modos es importante aclarar que, cualquiera sea el material que se emplee, el beneficio obtenido justifica el compostaje.

En el caso de una vivienda o una escuela con comedor los restos de cocina serán el principal constituyente del compost, con la adición de otros materiales disponibles. Para ello, en la cocina se deben utilizar dos recipientes separados: uno para restos orgánicos degradables y otro para los demás (plásticos, vidrios, latas, diarios y otros).

Clasificación de la basura

Basura Degradable Orgánica
Restos de comida

Basura No Degradable
Vidrios, latas, plásticos, etc.

¿Qué precauciones se deben tomar para obtener un buen compost?

Como el compostaje es un proceso biológico, se deben cuidar las condiciones que benefician el desarrollo de la microflora, por lo cual el compost debe tener:

- Disponibilidad de nitrógeno: ésta se expresa como relación carbono/nitrógeno (C/N). Un material pobre en nitrógeno, como el aserrín o la caña, tendrá una relación C/N amplia, mayor de 80/1 (80 partes de C por cada parte de N). Por el contrario, un material verde en floración tendrá una relación menor de 30/1.
- Humedad adecuada: entre 15 y 30%.
- Aireación: Como se trata de un proceso aeróbico, es decir que se produce sólo en presencia del oxígeno del aire, éste debe estar presente. Por eso, se debe evitar el exceso de compactación o el exceso de agua; mantener húmedo pero no mojado. Esto se logra de manera sencilla: regando con cierta periodicidad y evitando que el agua se acumule. Los espacios que naturalmente se forman en el material crean las condiciones de porosidad necesarias.

Recomendaciones para un buen compost

Es importante aclarar que el compostaje es un proceso natural que requiere poco cuidado y que es infrecuente que se arruine. Puede suceder que el proceso se demore en el caso que pierda humedad, pero la microflora actuante está adaptada a estos cambios, que en definitiva son los que ocurren en el suelo con la materia orgánica en descomposición. Si el compost se encuentra seco al abrirlo y con filamentos blancos de hongos, se debe regar con mayor frecuencia.

Se puede preparar el compost de una sola vez. Si se prepara en una jornada, inicia un proceso de fermentación rápida, alcanzando temperaturas de hasta 60º C. Si se calienta más, se debe airear y /o regar.

Otra opción es preparar compost "continuo", es decir, con agregados periódicos de desechos. Esto es especialmente útil cuando se dispone de pequeñas cantidades diarias de desechos, como en las cocinas familiares o escolares. En este caso, el proceso es más lento pero más práctico. Se puede disponer de dos recipientes o, mejor aún, de dos pozos porque así es más fácil conservar la humedad. Se emplea uno por varias semanas y, cuando éste se completa, se comienza a utilizar el otro. Mientras, se deja un tiempo al primero para que concluya su proceso hasta que esté listo para ser usado.

¿Dónde preparar el compost?

Como principio básico se debe elegir un sitio alejado de la vivienda (por los olores), sombreado y, preferentemente, sobre tierra.

Creencias y afirmaciones. ¿Verdaderas o falsas?

"Tierra, piso y suelo es lo mismo."

Muchas veces en el lenguaje popular los términos tierra, piso y suelo se usan indistintamente como sinónimos; es común llamar tierra al suelo o suelo al piso, por ejemplo. Dentro del lenguaje científico se define como **suelo** al sistema material compuesto por granos sueltos minerales con materia orgánica, que cubre grandes superficies del planeta y representa el resultado (transitorio y parcial) de las interacciones entre algunos componentes esenciales de los cuatros subsistemas terrestres (atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera).

Es importante tener en cuenta en el proceso de enseñanza - aprendizaje que el término suelo es polisémico, o sea que posee diversos significados, dependiendo éstos del ámbito en el cual se los utilice; por lo tanto, a veces puede resultar difícil su compresión.

"En esta tierra se escupe un carozo y sale un durazno. Es riquísima e inagotable."

Es cierto que un suelo puede ser tan "rico" en nutrientes (acompañado de otras condiciones) que, al caer (o sembrar) un carozo, favorezca la posibilidad de germinar, crecer y desarrollarse, sin o con muy pocas labores de cultivo. Aunque no se puede afirmar que un suelo es inagotable, debido a que éste puede agotarse fácilmente si no se toman las medidas y precauciones adecuadas para evitarlo.

"Este suelo no da más, está viejo y cansado. No sirve más."

Ésta es una afirmación extrema que, en la mayoría de los casos, no es cierta, especialmente cuando se refiere a pequeños terrenos. En el caso de grandes áreas geográficas (cuencas, valles) que han llegado a una situación límite por causas naturales o, más comúnmente, por causas antrópicas (provocadas por las actividades humanas), su recuperación puede ser sumamente costosa.

Que un suelo sirva o no sirva más dependerá de:

- las causas o factores que lo afecten, ya sea empobrecimiento de nutrientes, erosión, contaminación, salinización u otros porque algunas son difícilmente reversibles, como la erosión y la salinización;
- el nivel de gravedad (bajo, medio o alto), que condicionará su utilización y/o recuperación;
- las medidas o prácticas de manejo de suelo que se puedan ejecutar para revertir la situación.

"Cuanto más fertilizante se aplica más rinde el cultivo."

Falso. Para un buena cosecha todo cultivo tiene una dosis máxima que es la demanda total de cada nutriente. Sobrepasada esa dosis puede causar desequilibrios nutricionales, daños a las plantas y al ambiente.

“Los fertilizantes son químicos... y por lo tanto nocivos.”

En el lenguaje cotidiano se utiliza incorrectamente el término “químico”. Muchas veces “lo químico” se asocia con la idea de algo perjudicial o nocivo, también se lo confunde con “lo sintético “. Por eso es frecuente observar que los medios de comunicación anuncien y promuevan el consumo de un producto comercial, presentándolo como “natural” versus a “lo químico”, como si fueran conceptos opuestos.

En realidad, toda la materia del Universo, y no sólo los fertilizantes, son químicos, ya que todo lo que es materia tanto natural como sintética tiene una constitución o composición química.

Algo similar ocurre con el término “orgánico”, que se lo suele asociar a un carácter benéfico o por lo menos, inocuo.

No existe ninguna relación entre la naturaleza de la sustancia, ya sea orgánica/inorgánica o natural/sintética y su peligrosidad hacia el ecosistema. Existen numerosas sustancias orgánicas y naturales nocivas: un ejemplo es el petróleo, inocuo en el subsuelo pero que causa desastres en la superficie del planeta; otro ejemplo son las heces, fuente de fertilidad cuando han sido correctamente descompuestas, pero contaminantes y causantes de enfermedades en estado fresco. De la misma manera hay sustancias inorgánicas de efecto benéfico. Conviene aclarar que, en muchos casos, el efecto perjudicial (tóxico) o benéfico tiene que ver con las dosis. Un claro ejemplo es el boro, nutriente esencial que aún en pequeñas cantidades en el agua de riego puede producir toxicidad.

“Quemar ramas y hojas beneficia el suelo.”

Falso. Al contrario de lo que muchos creen, quemar las hojas y ramas es perjudicial porque:

1. Se transforma la materia orgánica en inorgánica. La perdida de materia orgánica incide directamente en la disminución de la propiedades benéficas y la fertilidad del suelo.
2. Al perder su cobertura vegetal, los suelos aumentan los riesgos de erosión eólica e hídrica.
3. Aumenta la emisión de dióxido de carbono (CO_2), principal responsable del “efecto invernadero”. En la reuniones ambientalistas con representantes de las naciones cada vez toma mayor importancia el “secuestro de carbono”, que consiste en disminuir la concentración de CO_2 en la atmósfera (emisiones por combustión, como la quema) y aumentar el carbono orgánico en el suelo y en la vegetación.

Experiencias para realizar con los estudiantes

Suelos “ricos” y suelos “pobres” en nutrientes: ¿Quién da más?

Objetivos

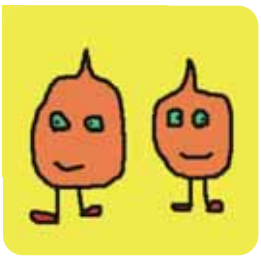
Observar, comparar y relacionar suelos ricos y pobres en nutrientes con su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Introducción

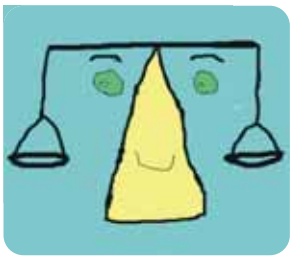
Las plantas necesitan nutrientes para crecer y desarrollarse. Estos nutrientes son aportados principalmente por el suelo. Cuando se refiere a un suelo abundante en nutrientes se dice que es un suelo “rico” o “fértil”. De este suelo seguramente esperaremos un mayor crecimiento y desarrollo en las plantas que el de un suelo “pobre” en nutrientes. Es interesante comprobar experimentalmente esta afirmación al observar y relacionar la respuesta de las plantas a los distintos tipos de suelos utilizados.

Es importante para obtener resultados válidos que, en las situaciones a comparar, otras variables que afectan al crecimiento vegetal se mantengan igual: tipo y cantidad de suelo, número de semillas, intensidad de luz, frecuencia y cantidad de riego.

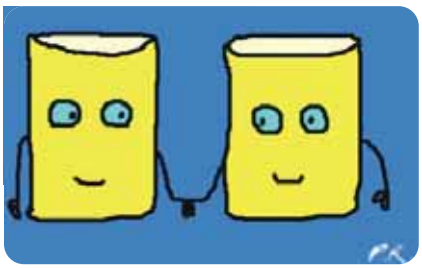
Materiales



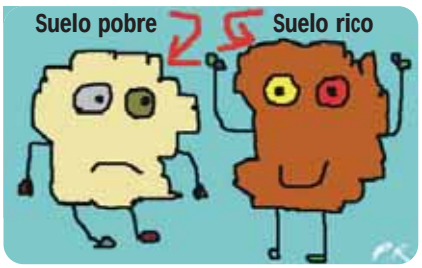
Semillas de porotos u otras semillas de fácil y rápido crecimiento.



Balanza (optativo)



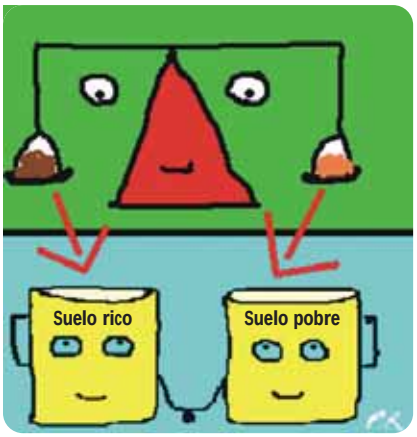
2 macetas medianas o envases plásticos.



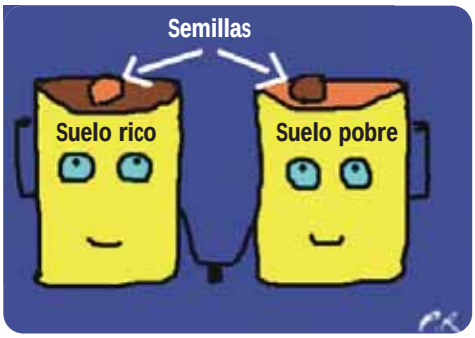
2 tipos de suelo (cantidad necesaria para las macetas):
*Suelo “rico” en nutrientes: tierra negra de “jardín” o tierra con fertilizante o tierra con abono.
*Suelo “pobre” en nutrientes: tierra muy “arenosa”.

Procedimiento

1. Rotular las macetas.

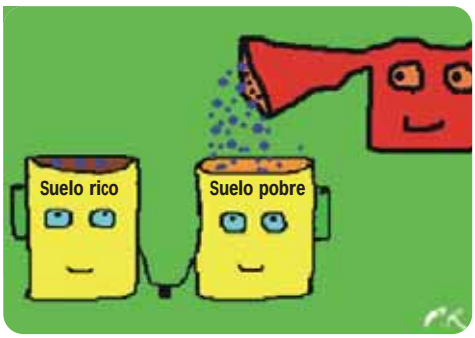


2. Pesar la misma cantidad de suelo “rico” y suelo “pobre” y colocarlo en las macetas.

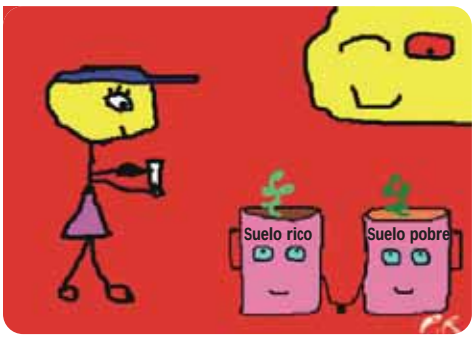


3. Sembrar las semillas (igual cantidad, tamaño y profundidad).

4. Ubicar las macetas en sitios en donde reciban similar luz, aire, calor.



5. Regar regularmente manteniendo siempre húmeda la tierra.



6. Observar y registrar.

Observaciones y registros

Suelo "pobre"

	Semana									
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Nº de semillas germinadas										
Altura (cm)										
Nº de hojas										
Color hojas										
Nº ramas										
Grosor de tallo										
Aparición de flores										
Aparición de frutos										
Presencia de síntomas de enfermedad o debilidad										

Suelo "rico"

	Semana									
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Nº de semillas germinadas										
Altura (cm)										
Nº de hojas										
Color hojas										
Nº ramas										
Grosor de tallo										
Aparición de flores										
Aparición de frutos										
Presencia de síntomas de enfermedad o debilidad										

Conclusiones

¿En qué suelo nacieron más semillas, las plantas tuvieron mayor altura, mayor grosor de tallo, más ramas, más hojas, más verdes, más flores y más frutos?

De acuerdo con tus observaciones, ¿cuál de los suelos favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas?

Variaciones

- Las observaciones y mediciones pueden ser por día y con mayor frecuencia,
- Si es complicado un registro periódico, se puede hacer una observación final y comparar con la observación inicial.
- Otras experiencias posibles a realizar:
    1. Comparar las respuestas de las plantas con un fertilizante y un abono.
    2. Comparar la respuesta de dos especies distintas de plantas para un mismo fertilizante.
    3. Comparar la respuesta de las plantas para un mismo fertilizante, pero utilizando distintas dosis de aplicación.

Actividades sugeridas de integración y autoevaluación para los docentes

a) Buscar en textos de Ciencias Naturales otras definiciones de SUELO, comparar señalando semejanzas y diferencias.

b) Completar el siguiente cuadro de los nutrientes:

Nutriente	Categoría	Función	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno (N)			
Fósforo (P)			
Potasio (K)			
Magnesio (Mg)			
Azufre (S)			
Calcio (Ca)			
Boro (B)			
Zinc (Zn)			
Hierro (Fe)			

c) Completar el siguiente cuadro:

Fertilizantes	
DEFINICIÓN	
USO	
TIPOS	
EXTRACCIÓN Y/O PRODUCCIÓN	
APLICACIÓN	
ASPECTOS POSITIVOS	
ASPECTOS NEGATIVOS	

d) Elaborar un Proyecto Tecnológico para producir compost en la escuela.

e) Diseñar un trabajo experimental utilizando dos tipos distintos de fertilizante.

f) Preparar un glosario con las palabras y conceptos más relevantes del texto.

g) Utilizar los siguientes conceptos (y si es necesario agregar otros) para construir una red conceptual:

SUELO - NUTRIENTES - FERTILIZANTES - ABONOS - CLASIFICACIÓN - UTILIZACIÓN - CULTIVOS - APLICACIÓN - DEFICIENCIAS - MACROELEMENTOS- MICROELEMENTOS - SÍNTOMAS - RECURSO NATURAL - COMPOST- ORGÁNICO - INORGÁNICO - SUSTENTABLE - RENOVABLE - AMBIENTE - FACTORES - CONTAMINACIÓN - MICROORGANISMOS.

h) Recopilar mitos y leyendas relacionadas con la madre tierra en distintas culturas, épocas y regiones. Comparar y destacar el lugar que ocupa la tierra en la mismas.

Bibliografía consultada

Aubert Claude (1987). *El huerto biológico*. Barcelona, Integral Ediciones.

Bachmeier Omar, Buffa Eduardo, Hang Susana y Ringuelet Ariel (2004). *Bases para el diagnóstico y manejo de la fertilidad edáfica en cultivos de la región semiárida argentina.* Córdoba, Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N.C.

Córdova Fernando (2005). *Leyendas, mitos, cuentos y otros relatos collas.* Buenos Aires, Longseller.

Darwich N. (1989). *Manual de fertilidad de suelos.* Milan, Enichem Agricoltura.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002). *Los fertilizantes y su uso.* Roma.

Jacob H. E. (1945). *Seis mil años de pan.* Buenos Aires, Editorial Impulso.

Kessler E. (editor-in-chief) (2002). *Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Productions, and Environmental Change.* AMBIO, a journal of the human environment. Vol XXXI, number 2. Uddevalla, Sweden.

Melgar R. y Díaz Zorita M. / INTA (1997). *Bases para el diagnóstico y manejo de la fertilidad edáfica en cultivos de la región semiárida argentina. La fertilización de cultivos y pasturas.* Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur.

La litosfera. Rocas y minerales. Suelos. Curso de Formación para Profesores de Ciencias - Forciencias. Valencia, Universitat de Valencia.

SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación) - CFA (Consejo Federal Agropecuario). (1995). *Alerta Amarillo. El deterioro de las tierras en la República Argentina.* Buenos Aires.

Thompson L. M. y Troeh F. R., (1988). *Los suelos y su fertilidad.* Barcelona, Ed. Reverté.

Páginas web

www.fertilizer.org

Indice

Prefacio	**3**
Respuestas a las preguntas más comunes	**5**
Suelo	**5**
Nutrientes	**6**
Fertilizantes	**11**
Compost	**20**
Creencias y afirmaciones ¿verdaderas o falsas?	**23**
Experiencias para realizar con los estudiantes	**25**
Actividades sugeridas de integración y auto evaluación para los docentes	**28**
Bibliografía consultada	**29**

CORDOBENSIS
PROGRAMA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Trabajos seleccionados en la Convocatoria 2005

Cristales líquidos:
un ejemplo fantástico de aplicación tecnológica de las propiedades de la materia
S. Martínez Riachi, C. Carreño, L. Constable, P. Tarabaín, M. Freites

Agua subterránea y ambiente
M. Blarasín, A. Cabrera

Los riesgos del alcohol en el embarazo
R. Rovasio

Fertilizantes y abonos: "alimentos" para las plantas
A. Ringuelet, I. Gil

El calentamiento global de la tierra: un ejemplo de equilibrio dinámico
V. Capuano, J. Martín

LA CIENCIA EN LA ESCUELA

El uso de los descubrimientos científicos y tecnológicos pueden afectar, positiva o negativamente, al bienestar y al desarrollo de la sociedad. Nos encontramos ante la paradoja de una sociedad cada vez más tecnificada y con una mayor dependencia científica y, al mismo tiempo, escasamente informada en estas disciplinas.

Si la ciencia y la tecnología están cada vez más presentes en nuestras vidas, la comprensión de este fenómeno por parte de toda la sociedad se considera como uno de los valores intrínsecos de la democracia.

La ciencia es de todos, y para lograr su apropiación la escuela desempeña un rol fundamental. Docentes y directivos se cuestionan constantemente sobre la correspondencia entre el conocimiento científico y el conocimiento que se enseña en la escuela.

Al mismo tiempo, desde los ámbitos de investigación se evidencia la necesidad de transmitir el conocimiento producido a la sociedad.

Para que la ciencia llegue a la escuela, este conocimiento necesita ser adaptado para su difusión y enseñanza, es decir, que el conocimiento científico se convierta a través de sucesivas simplificaciones en conocimiento escolar, adecuado para alumnos de diferentes edades y desarrollo intelectual.

CORDOBENSIS pretende conducir este esfuerzo de transposición didáctica, y convertirse así en un instrumento de divulgación científica que permita llevar aquellos conocimientos generados por los investigadores cordobeses a todas las escuelas de nuestra provincia.

Gobierno de Córdoba
Ministerio de Educación

CEDEPAP
CENTRO DE DESARROLLO DE PROYECTOS AVANZADOS

AGENCIA CORDOBA CIENCIA S.E.