

2 LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

CÓMO SE ALIMENTAN LAS PLANTAS

Las plantas son consideradas los únicos productores netos de energía de nuestro sistema biológico, con la excepción de algunos microorganismos. Son capaces de elaborar compuestos orgánicos complejos a partir del agua, del dióxido de carbono del aire, de la energía solar y de los elementos nutritivos del suelo.

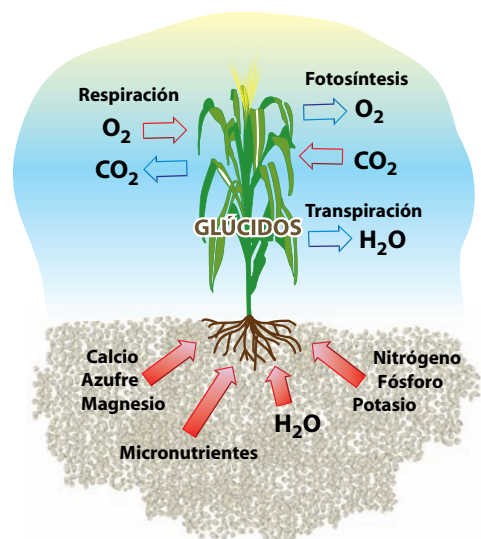
Para llevar a cabo los procesos fisiológicos y metabólicos que les permiten desarrollarse, las plantas necesitan tomar del medio una serie de elementos indispensables. Es, a partir del análisis de la materia seca de los vegetales, como se describen sus constituyentes esenciales:

Nutrientes plásticos. Suponen el 99% de la masa y son: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

- El C y O son tomados del aire a través de la fotosíntesis y el O por la respiración.
- El agua proporciona H y O, además de tener múltiples papeles en la fisiología vegetal.
- El resto de elementos minerales son absorbidos principalmente por las raíces de la solución del suelo. Sólo las leguminosas utilizan N del aire.

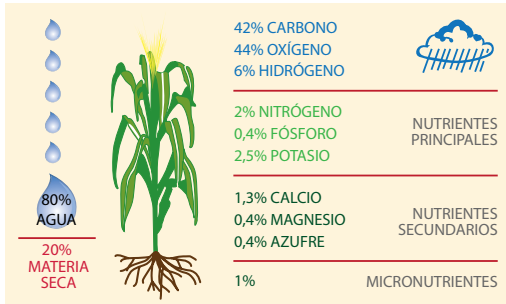
Micronutrientes. Necesarios en muy pequeñas cantidades. Son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl). Los micronutrientes son asimismo absorbidos de la solución del suelo. Algunas especies vegetales precisan también sodio (Na), silicio (Si), cobalto (Co) y aluminio (Al).

Figura 2.1. Esquema básico de la nutrición de los cultivos



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2. Composición media de una planta (% de materia seca)



Fuente: Fertiberia (2005)

NUTRIENTES ESENCIALES

Al menos catorce elementos químicos son imprescindibles para el desarrollo vegetal: germinar, crecer, llevar a cabo la fotosíntesis y la reproducción. Su clasificación como nutrientes

principales, nutrientes secundarios y micronutrientes, obedece tan sólo a su mayor o menor contenido en la composición de las plantas.

Los criterios de esencialidad de un nutriente, en relación a la fisiología vegetal, son:

- Aparece en todos los vegetales.
- No puede ser sustituido por otro nutriente.
- Su deficiencia o carencia provoca alteraciones en el metabolismo, fisiopatías o la muerte de la planta.

A continuación se indican los nutrientes esenciales y la forma química en la que las plantas los asimilan.

PAPEL DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS

Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal. El oxígeno, el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre son los constituyentes básicos de los tejidos vegetales y participan en las reacciones bioquímicas básicas del metabolismo.

El fósforo es un constituyente esencial del ATP (Adenosín Trifosfato), y está ligado a los procesos de intercambio de energía.

Los cationes, calcio, potasio y magnesio, regulan los potenciales osmóticos, la permeabilidad de las membranas celulares y la conductividad eléctrica de los jugos vegetales.

Por su parte, los micronutrientes son catalizadores de numerosas reacciones del metabolismo vegetal.

Macronutrientes

El nitrógeno, factor de crecimiento y desarrollo.

El nitrógeno es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales.

NUTRIENTES ESENCIALES

MACRONUTRIENTES (6)

NUTRIENTES PRINCIPALES (3)

Nitrógeno-absorbido como NO_3^- y NH_4^+

Fósforo-absorbido como H_2PO_4^-

Potasio-absorbido como K^+

NUTRIENTES SECUNDARIOS (3)

Azufre-absorbido como SO_4^{2-}

Calcio-absorbido como Ca^{2+}

Magnesio-absorbido como Mg^{2+}

MICRONUTRIENTES (8)

METALES (6)

(Se absorben como cationes divalentes o quelatos)

Hierro

Manganeso

Zinc

Cobre

Molibdeno

Níquel

NO METALES (2)

Boro-absorbido fundamentalmente como

H_2BO_3^-

Cloro

Interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento; es necesario para la formación de los aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico. Además, muy recientemente se ha demostrado la relación directa del nitrógeno con el contenido en vitaminas.



Deficiencia de nitrógeno en maíz

La deficiencia en nitrógeno afecta de manera notable al desarrollo de la planta. Se manifiesta, en primer lugar, en las hojas viejas, que se vuelven cloróticas desde la punta hasta extenderse a la totalidad a través del nervio central. Las hojas adquieren un color verde amarillento y en los casos más graves la planta se marchita y muere (fisiopatía provocada en las plantas por falta de clorofila, que precisa cuatro átomos de nitrógeno para cada molécula).

El fósforo, factor de precocidad.

Estimula el desarrollo de las raíces y favorece la floración y cuajado de los frutos, interviniendo en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía, además de formar parte de fosfolípidos, enzimas, etc.

Es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración.

La carencia de fósforo conduce a un desarrollo débil del vegetal, tanto de su parte aérea como del sistema radicular. Las hojas se hacen más delgadas, erectas, con nerviaciones menos pronunciadas y presentan un color azul verdoso oscuro, pudiendo incluso llegar a caer de forma prematura.

El potasio, factor de calidad.

En la planta el potasio es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso en los granos de cereales y en los tubérculos.



Deficiencia de potasio en alfalfa

La carencia de potasio provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos.

Se hace notar en los órganos de reserva: semillas, frutos, tubérculos. Si la deficiencia es acusada aparecen manchas cloróticas en las hojas que, además, se curvan hacia arriba.

Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado.

El azufre

Es componente de aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina. Forma parte de vitaminas, proteínas, coenzimas y glicósidos. Participa en las reacciones de óxido-reducción formando parte de la ferredoxina.

El calcio

Es necesario en la división y crecimiento de la célula. Es el elemento estructural de paredes y membranas celulares, y es básico para la absorción de elementos nutritivos. Participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas.

El magnesio

Forma parte de la molécula de clorofila, siendo por tanto esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos. Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano. Al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares. Influye en los procesos de óxido-reducción.

Micronutrientes

El hierro, interviene en la síntesis de la clorofila y en la captación y transferencia de energía en la fotosíntesis y en la respiración. Actúa en reacciones de óxido-reducción, como la reducción de nitratos.

El manganeso, está ligado al hierro en la formación de clorofila. Además participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.

El zinc, es fundamental en la formación de auxinas, que son las hormonas del crecimiento. Interviene en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C. Tiene un efecto positivo en el cuajado, maduración y agostamiento.

El cobre, participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas.

El molibdeno, interviene en la fijación del nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta.

El níquel, actúa en la ureasa y sólo recientemente ha sido considerado elemento esencial.

El boro, interviene en el transporte de azúcares. Participa en la regulación interna del crecimiento por las hormonas vegetales, en la fecundación, en la absorción de agua, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular.

El cloro, tiene una actividad ligada a la fotosíntesis y participa en el mantenimiento de la turgencia celular.



Deficiencia de boro en maíz

PRINCIPIOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN

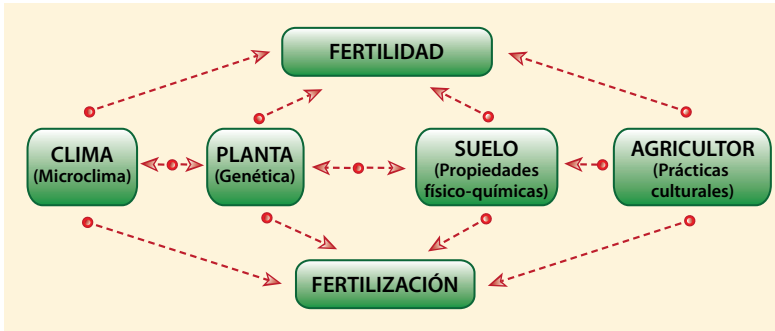
La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable.

La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende sólo de la

forma química en que se encuentren, sino que es también función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales.

- El suelo está inevitablemente sometido a una serie de fenómenos naturales como la erosión y el lavado que, entre otros efectos negativos para la fertilidad del suelo, originan pérdidas de nutrientes que se suman a las extracciones de las cosechas.

Figura 2.3. Fertilidad del suelo



Fuente: Fertiberia (2005)

Las extracciones de las cosechas.

- La planta tiene necesidades nutritivas en momentos determinados de su ciclo vegetativo, necesidades instantáneas e intensas, durante los cuales las reservas movilizadas del suelo pueden ser insuficientes.

Ley de la restitución

Al finalizar el ciclo de cultivo el suelo debería conservarse en las mismas condiciones en las que se encontraba al iniciarse. En lo que a nutrientes se refiere, esto significa que deben reponerse los extraídos por las cosechas, con objeto de que no se pierda fertilidad tras las sucesivas campañas.

La restitución al suelo de lo exportado por la cosecha, debe de considerarse desde un punto de vista económico y en cuanto a garantizar la correcta nutrición de la próxima cosecha.

La fertilización debe tener como objetivo primordial mantener la fertilidad del suelo, no debiendo limitarse a la restitución de los elementos extraídos por la cosecha. Esta práctica es necesaria, pero no suficiente, por tres razones fundamentales:

- Un número importante de suelos tienen una pobreza natural que exige la incorporación de uno o varios elementos nutritivos para ser considerados cultivables y permitir la implantación y desarrollo de los cultivos.

Ley del mínimo

Von Liebig, en el año 1840, enunció el siguiente principio: “el rendimiento de la cosecha está determinado por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad”. Además, un exceso en cualquier otro nutriente, no puede compensar la deficiencia del elemento nutritivo limitante.

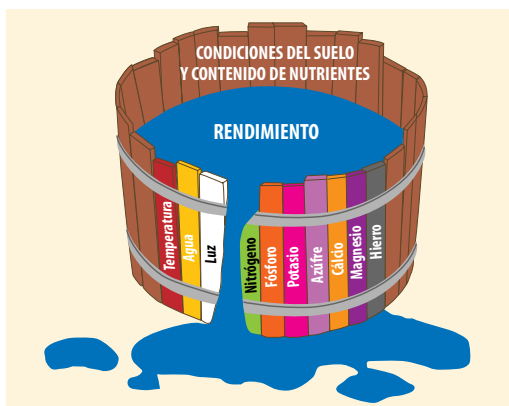
Esta Ley pone en evidencia la relación entre los elementos nutritivos y la necesidad de alcanzar una riqueza suficiente en cada uno de ellos, para que pueda obtenerse el rendimiento óptimo.

La interacción entre elementos nutritivos es positiva cuando el efecto producido por un conjunto de dos factores, en este caso nutrientes, es superior a la suma del efecto de los dos factores considerados aisladamente. De esta manera, si se satisfacen las necesidades de un cultivo en potasio se asegura la eficacia de la fertilización con nitrógeno.

En el suelo, la sinergia entre los elementos nutritivos se manifiesta de manera evidente. La

movilización de determinadas formas químicas de un elemento facilita la movilización de otros. De este modo, la presencia de sulfato y nitrato amónico favorecen la solubilidad del fósforo.

Figura 2.4. Ley del mínimo



Fuente: Fertiberia (2005)

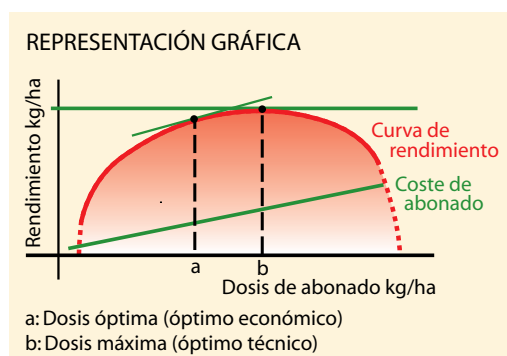
Ley de los rendimientos decrecientes

La Ley de los rendimientos decrecientes o Ley de Mistcherlich concluye que: "a medida que se aumentan las dosis de un elemento fertilizante disminuye el incremento de cosecha que se consigue por cada unidad fertilizante suministrada, hasta llegar un momento en que los rendimientos no solo no aumentan sino que disminuyen".

El rendimiento máximo, según el potencial de cada cultivo y suelo, se alcanza con aportaciones de fertilizantes, sin considerar el gasto que se realiza en fertilizantes. El rendimiento óptimo o económico es el punto que se alcanza cuando el rendimiento que se obtiene de la cosecha compensa el gasto en fertilizante.

Evidentemente, en la determinación del rendimiento óptimo o económico intervienen una serie de factores ajenos a la naturaleza y rendimiento del cultivo, tales como el precio de los fertilizantes utilizados y el precio de los productos agrícolas.

Figura 2.5. Ley de los rendimientos decrecientes Mistcherlich



Fuente: Fertiberia (2005)