

FACTORES QUE AFECTAN LA DISPONIBILIDAD DE
NUTRIMENTOS PARA LAS PLANTAS (1967-68)

Resumen preparado por H. Restrepo P.*

INTRODUCCION

Para entrar a tratar los asuntos relativos a los factores que afectan la disponibilidad de los nutrimentos para las plantas, es conveniente detenerse a considerar los aspectos concernientes a la constitución del suelo y las modificaciones o alteraciones que puede sufrir como consecuencia de la aplicación de sustancias diferentes, de naturaleza orgánica o mineral, con las cuales el hombre interviene en su caracterización, y en los procesos que determinan el carácter del suelo en relación con el ambiente en que se desarrolla.

Bajo condiciones normales de equilibrio, el suelo se desarrolla por intervención de factores tales como: el clima, la vegetación, los organismos del suelo, el material parental, la topografía y el tiempo. Cada uno de estos factores participa en el desarrollo del suelo, ya sea por medio del aporte directo de sustancia o materiales o por medio de su efecto en las transformaciones de los materiales producidos a través del tiempo.

Se forma así, un sistema complejo, constituido por materiales de naturaleza diferente, el cual está en constante actividad evolutiva según las transformaciones que sufre de acuerdo con el ambiente en que se desarrolla.

Como elementos constituyentes importantes se pueden mencionar los siguientes:

1. Una fracción mineral constituida por partículas minerales de diferente tamaño y composición, las cuales corresponden a un 45% del volumen.

* I.A. Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira

2. Una fracción orgánica constituida por residuos vegetales y animales, los cuales corresponden a un 5% del volúmen.
3. Una fracción gaseosa constituida por el aire del suelo, cuya composición difiere del atmosférico en su mayor contenido de CO_2 y menor de O_2 . Corresponde a un 25% del volúmen.
4. Una fracción líquida constituida por el agua del suelo, la cual corresponde a un 25% del volúmen total.

Dentro de estas fracciones se encuentran los elementos nutritivos y demás constituyentes químicos, los cuales le imparten características y comportamiento particulares según el ambiente en que se desarrollen los suelos.

En consecuencia, el suelo es, como se define actualmente, "un organismo dinámico natural, mezcla de materia mineral y materia orgánica que cubre la corteza terrestre, capaz de soportar la vida vegetal y animal bajo condiciones apropiadas de relación agua y aire".

La variada composición de este cuerpo le imparte características o propiedades también variadas que determinan un comportamiento particular para cada suelo, todo lo cual puede ser examinado bajo diferentes puntos de vista: Físico, químico y biológico.

Cada una de estas propiedades o características y las relaciones que existen entre ellas, controlan la actividad de los elementos que participan en la nutrición vegetal y condicionan el medio de desarrollo de plantas y animales. Dicho de otra manera, tales propiedades y sus relaciones proporcionan los criterios para establecer las aptitudes de los suelos en relación con sus posibilidades de uso, manejo y productividad.

En consecuencia, la constitución y las propiedades y demás agentes que determinan los procesos dinámicos de acción de los suelos, fijan el comportamiento de los elementos que rigen la producción de cosechas o simplemente el desarrollo de las plantas.

Elementos Nutritivos

Elemento nutritivo o nutrimento es toda sustancia que la planta necesita para desarrollarse.

Los elementos considerados esenciales son los siguientes: Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl).

Según su procedencia: Carbono, hidrógeno y oxígeno provienen del agua. Del suelo, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cloro.

Es importante considerar, dentro de estos últimos, que según su naturaleza química, unos se comportan como cationes, tales como: Calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, zinc, cobre y otros se comportan como aniones tales como el nitrógeno, el fósforo, el azufre, el boro, el molibdeno y el cloro. El nitrógeno, por su parte, tiene una expresión catiónica que es la forma amoniacal, la cual es el producto de las transformaciones en el proceso de mineralización de los productos orgánicos. Sin embargo, se considera la forma aniónica (NO_3) ya que tiene una mayor aceptación en la nutrición en vista de que la forma amoniacal tiene ciertas restricciones en lo que a su aprovechamiento se refiere.

Aprovechabilidad de los Elementos.

Bajo la forma de expresión elemental, los nutrimentos exhiben un comportamiento específico estrechamente relacionado con la actividad inherente a cada tipo de ión y es así como cada uno exige condiciones apropiadas para ejercer sus funciones. Es decir, que la toma de elementos está determinada por la forma que adopta el elemento en el complejo químico del suelo. Esto significa que el medio edáfico debe estar en condiciones adecuadas para favorecer las combinaciones de iones apropiadas para ser aprovechadas por los organismos vivos.

Es bien sabido que las plantas toman los elementos a través de mecanismos de absorción o de intercambio iónico. Esto indica que los elementos deben estar en forma soluble o en forma intercambiable para poder ser aprovechados o asimilados. La formación de compuestos solubles, o la presencia de complejos intercambiables, depende de las condiciones del medio edáfico, cuyo carácter es la expresión de los procesos de desarrollo del suelo.

Bajo la acción de estos procesos se prepara el medio en el cual los elementos, según su naturaleza química pueden formar compuestos los cuales constituyen la fuente a partir de la cual los elementos se hacen disponibles.

Factores que Afectan la Disponibilidad.

Reacción del suelo. pH.

Los suelos, en términos de pH, tienden a caracterizarse como ácidos, neutros y básicos o alcalinos, según la saturación del complejo de cambio se encuentre dominada por bases o hidrógeno intercambiables. Esto permite fijar unos rangos o intervalos dentro de los cuales son característicos ciertos elementos que definen las propiedades químicas del suelo las cuales tienen estrecha relación con la fertilidad.

En el rango ácido, donde el pH es inferior a 5.6, la carencia de bases es notable, como también lo es el incremento de iones Al, Fe, Mn, los cuales son muy activos a pH bajo.

A medida que el pH sube, estos elementos van perdiendo su actividad y/o van siendo sustituidos por otras bases; el complejo de cambio se enriquece en elementos básicos hasta que se establece una especie de equilibrio ácido-base. Este puede definirse como el rango neutro y se ubica entre pH 6,6 y 7,3. Superado este rango, el aumento de concentración de bases se define por una dominancia de cationes alcalino-térreos (Calcio y Magnesio) bajo la forma de sales constituidas principalmente por carbonatos. Esta condición es característica a pH comprendidos entre 7.5 y 8.5

Sobre 8.5 se tienen los suelos típicamente alcalinos debido a la presencia de sodio dominando el complejo de cambio.

Bajo las condiciones descritas, los elementos nutritivos, por su parte, pueden formar compuestos diferentes, principalmente sales, las cuales, dependiendo de sus solubilidad pueden ser utilizadas por las plantas u organismos.

El comportamiento de los diferentes elementos en relación con la reacción del suelo puede sintetizarse así:

El Nitrógeno presenta las formas amoniacal y nítrica. Bajo condiciones de acidez, la nitrificación no se cumple y por lo tanto esta forma aprovechable es muy escasa en los suelos. La aplicación de nitrógeno en estas condiciones puede provocar denitrificación debido a un aumento de la concentración de nitrato y a la escasez de organismos nitrificantes. No obstante es el elemento que presenta menos problemas en su disponibilidad en relación con la acidez.

Bajo condiciones de pH básico (pH 7.5 - 8.5) la forma amoniacal puede ser afectada por la presencia de altas concentraciones de carbonatos que son comunes en esta región de pH.

El fósforo presenta las siguientes formas: PO_4 en suelos básicos, HPO_4 en suelos neutros y H_2PO_4 en suelos ácidos. Este es el elemento que resulta ser más afectado en sus formas aprovechables a causa del pH, pues en suelos ácidos y básicos actúa sobre ellas el fenómeno de fijación consistente fundamentalmente en la formación de compuestos insolubles.

El potasio puede ser afectado por problemas de fijación en condiciones de pH bajo, aunque en menor grado que el fósforo; en pH básico presenta problemas por acción de los carbonatos con los cuales forma compuestos estables de baja solubilidad.

Los elementos menores son aprovechables en gran proporción a pH bajo y a medida que el pH sube va disminuyendo su solubilidad hasta niveles mínimos aceptables en los suelos neutros. Una vez superado este rango comienzan a presentarse problemas de aprovechabilidad por formación de compuestos de baja solubilidad en la zona de pH comprendida entre 7.5 y 8.5. Se excep-

túa de esta condición el Molibdeno cuya disponibilidad está en relación directa con el aumento del valor del pH.

Los aspectos químicos son prácticamente los determinantes de efectos directos en la disponibilidad de los elementos nutritivos, puesto que el elemento adopta un estado de actividad consecuente con el medio en que se encuentra y es así como puede formar compuestos con otros con los cuales tenga afinidad iónica. Por esta razón se le ha dado a la reacción del suelo la mayor importancia en lo que se refiere a su efecto en la disponibilidad de los elementos nutritivos.

No obstante, existen otros factores que tienen efecto en la nutrición y que afectan la aprovechabilidad, aunque no intervienen directamente en la disponibilidad de los elementos. Este planteamiento insinúa una diferenciación del concepto de disponibilidad porque, a pesar de que ambos términos se relacionan con lo mismo, la aprovechabilidad supone una mayor relación con los mecanismos de toma del nutrimento, en tanto que la disponibilidad se acerca más a la identificación de la cualidad intrínseca del elemento. Según esto, un elemento puede estar disponible pero las condiciones de aprovechabilidad pueden no ser apropiadas.

De acuerdo con lo anteriormente enunciado, la siguiente propiedad física merece destacarse por su efecto indirecto en la aprovechabilidad de los elementos nutritivos: La estructura.

La estructura es una propiedad muy importante especialmente en suelos con alto contenido de arcillas ya que determina en alto grado la cantidad de espacios porosos que tiene el suelo y éstos, a su vez, determinan las condiciones de aireación, mediante las cuales se pueden establecer los niveles de humedad del suelo. El nivel de humedad constituye el parámetro para establecer la relación agua-aire del suelo, con lo cual se puede definir la rata de difusión de oxígeno, importante por la influencia que tiene el oxígeno en la absorción de nutrimentos.

Por otra parte, la humedad en sí es un regulador de la absorción de nutrientes, ya que la absorción aumenta a medida que la humedad se acerca a la capacidad de campo. Por esto es necesario tener en cuenta que el agua es necesaria para la toma de nutrientes. Se observa que una sequía moderada puede manifestar síntomas complejos y simultáneos de deficiencias especialmente de nitrógeno.

Esta consideración es importante, especialmente cuando se trata de la aplicación de fertilizantes, porque:

1. La planta aprovechará una cantidad de fertilizante proporcional al agua disponible.
2. A mayor cantidad de agua disponible se puede usar dosis mayores.
3. A mayor disponibilidad de nutrientes hay mejor utilización del agua.

Lo expresado hasta aquí, en este texto, constituye un resumen de los fenómenos o factores que influyen en la disponibilidad de los elementos nutritivos y por lo tanto contiene un comentario breve sobre cada uno de los aspectos más destacados. No obstante, se aprovecha la circunstancia para enfocar los términos "disponibilidad y aprovechabilidad" como conceptos que se deben diferenciar en el tratamiento del tema de los efectos que varios fenómenos pueden tener en la aprovechabilidad de los elementos en la función nutricional.

Agosto 16 de 1982.