

FERTILIZACIÓN

Gustavo Moreno Sastre

Departamento Técnico

Stoller S.A.

info@stoller.com.ar

Funciones de los nutrientes en la planta de alfalfa

Se describe cómo intervienen los nutrientes en los diferentes procesos de crecimiento de la alfalfa, los efectos en la planta según el nutriente cuya provisión no sea suficiente y las posibles causas de deficiencias de nutrientes en el suelo.

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) constituye uno de los recursos forrajeros más importantes del país, tanto por su enorme adaptación a diferentes climas y suelos, como por su elevada calidad forrajera. Además ésta pastura le brinda al productor ganadero, forraje de alta calidad durante gran parte del año y la posibilidad de transferir excedentes para los periodos críticos.

El mejoramiento genético experimentado en los últimos años ha llevado a contar con cultivares de alta producción que superan ampliamente a los cultivares utilizados hace 20 años. Los requerimientos nutricionales de la alfalfa son variables según el nivel de producción (**Tabla 1**) y el manejo a que es sometida. La intensidad de ésta demanda cambia con las condiciones ambientales, época del año y el estadio fenológico del cultivo. Además el aprovechamiento de los nutrientes está determinado tanto por factores edáficos como por la capacidad de la planta para tomarlos y utilizarlos. Con una fertilización equilibrada se obtendrán no solo pastos de excelente calidad, sino también un aumento de la productividad.

Para alcanzar estos objetivos en alfalfa debemos tener en cuenta los siguientes procesos:

Nodulación y fijación biológica del nitrógeno

Para un adecuado suministro de nitrógeno del nódulo a la planta durante su ciclo de crecimiento es fundamental lograr:

- óptima nodulación: requiere calcio (Ca) y boro (B)
- óptima actividad fijadora: requiere hierro (Fe), molibdeno (Mo) y cobalto (Co)

El **molibdeno** participa en la acción enzimática.

Las enzimas encargadas de la fijación biológica son la nitrogenasa y la nitrato reductasa.

La nitrogenasa cataliza la reducción de N_2 de la atmósfera hasta amonio (NH_4) que es transportado por el xilema a la planta. Está compuesta por dos proteínas: una mayor y una menor; la unidad menor lleva como componente metálico al Fe. La mayor esta compuesta por Fe y Mo (**Figura 1**).

Tabla 1: Requerimientos de macro y micronutrientes en función de la producción de alfalfa.

| t/ha alfalfa | kg/ha | | | | | | | |
|--------------|-------|----|-----|-----|----|----|------|------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu |
| hasta 9 | 227 | 25 | 205 | 99 | 17 | 18 | 0,22 | 0,06 |
| 9 a 11,2 | 253 | 32 | 270 | 121 | 21 | 22 | 0,28 | 0,07 |
| 11,2 a 13,4 | 351 | 38 | 315 | 148 | 27 | 28 | 0,34 | 0,08 |
| 13,4 a 15,7 | 418 | 45 | 379 | 162 | 29 | 32 | 0,37 | 0,09 |
| 15,7 a 17,9 | 480 | 53 | 451 | 187 | 34 | 38 | 0,41 | 0,1 |
| más de 17,9 | 559 | 61 | 524 | 226 | 39 | 47 | 0,48 | 0,12 |

Fuente: Ricardo Melgar - Martín Díaz Zorita

La nitrato reductasa es la encargada de la reducción de los nitratos (NO₃), tanto en las hojas como en las raíces. Es indispensable para el aprovechamiento del nitrógeno del suelo, el cual se encuentra como nitrato y debe ser pasado a amonio (NH₄) para su utilización en la planta (**Figura 1**).

El **cobalto** participa en la síntesis de leghemoglobina.

Para que la bacteria en el nódulo trabaje, debe haber una concentración de oxígeno permanente y estable. Esta concentración de oxígeno esta regulada por la leghemoglobina, pigmento rojo que le da color característico al nódulo activo.

El Co es un cofactor de dicha enzima. La deficiencia de este elemento causa muerte de los nódulos por intoxicación de las bacterias con oxígeno.

La disponibilidad de Co y Mo esta ligada al pH además de su dotación en el suelo (**Figura 2**).

El **boro** es un elemento esencial para:

- la estabilidad estructural de las membranas bacterianas.
- la correcta infección y transición de la bacteria por el tejido vegetal y su diferenciación a bacteroide.

Deficiencias en boro producen:

- estructuras infectivas anormales
- pérdida de bacteroides dentro de las células y disminución del nivel de nitrogenasa.
- reducción del N₂ fijado.

El **calcio** tiene un papel muy importante en:

- la infección (estabilización de la pared)

- la formación del canal de infección (secreción vesicular y estabilización de pared)
- la activación del ciclo celular (transducción de señales), endorreduplicación (crecimiento celular)
- el establecimiento de la barrera de oxígeno (estabilización de membranas y pared celular).

Crecimiento y desarrollo radicular

En condiciones adecuadas, la alfalfa tiene un enorme potencial productivo, tomando grandes cantidades de nutrientes y agua del suelo haciendo uso de su sistema radicular extenso y profundo. Para lograr esto, debe asegurarse una correcta implantación y un profuso desarrollo de la raíz, para lo cual es indispensable la presencia de fósforo (P), potasio (K), Ca y zinc (Zn).

El **fósforo** es uno de los nutrientes esenciales de mayor importancia. La mayor parte del P en la planta es rápidamente convertido en compuestos orgánicos que participan en diversas reacciones vitales.

Deficiencias de P se asocian a:

- pH de suelo ácido o alcalino, ya que la mayor disponibilidad del elemento se da a pH cercano a 6,5.
- su baja movilidad.

Entre sus funciones mas importantes se destacan:

- almacenamiento de energía (los compuestos fosfatados son la "moneda energética" en la planta)
- conservación y transferencia del código genético.
- crecimiento radicular y rápida implantación de la pastura.
- madurez temprana y veloz recuperación tras el corte.
- mayor longevidad.
- mayor sanidad del alfalfar.

Figura 1

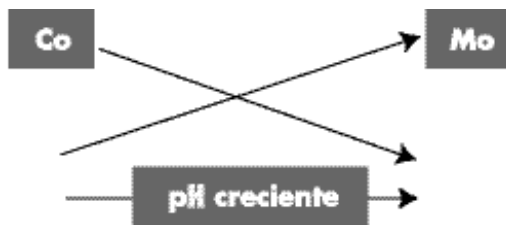
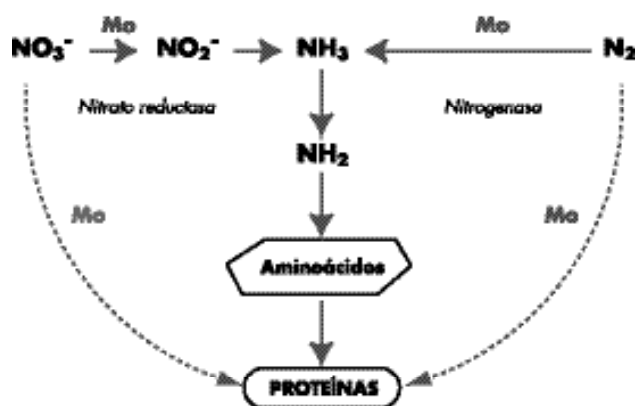


Figura 2



El **potasio** es el nutriente requerido en mayores cantidades para lograr una alta producción, siendo con frecuencia el elemento mineral clave para la obtención de máximos rindes y calidad en alfalfa.

En especial cuando se realizan cortes frecuentes en estadios juveniles del alfalfar. Sus funciones más importantes son:

- metabolismo de carbohidratos y traslocación de almidón resultando en mayor área foliar y en un retraso en la senescencia de la hoja.
- metabolismo del nitrógeno y síntesis de proteínas reduciendo los niveles de nitrógeno no proteico.
- estimula la fijación de nitrógeno.
- control y regulación de la actividad de numerosos nutrientes minerales esenciales.
- esencial para muchos sistemas enzimáticos
- promoción del crecimiento de meristemas jóvenes.
- aumenta la EUA, la resistencia al frío y la longevidad del alfalfar.
- mejora la resistencia a enfermedades e insectos.

La importancia del **calcio** radica en que beneficia la fijación de nitrógeno, regula la disponibilidad de otros elementos y forma los pectatos de Ca que dan rigidez a la pared celular.

Como el magnesio (Mg), su abundancia y disponibilidad en los suelos varía ampliamente en función de:

- el material originario del suelo
- prácticas culturales como el encalado
- el pH.

El **zinc** juega un importante rol en varios sistemas enzimáticos de la planta.

Su deficiencia puede causar:

- crecimiento reducido
- disminución en la absorción de agua.

Pueden darse deficiencias en:

- suelos muy meteorizados
- suelos de textura gruesa que han sido cultivados intensamente, usualmente bajo riego
- suelos calcáreos
- suelos con altos niveles de fósforo

Crecimiento vegetativo

Potenciando los dos primeros procesos podremos esperar un comportamiento diferencial por parte de la planta a la hora de traducirse en materia verde. Para ello debemos acompañar sus necesidades y en este sentido, son de vital importancia la disponibilidad de Zn y B, para favorecer el crecimiento, y manganeso (Mn), cobre (Cu), Fe, Mg y azufre (S), para la acumulación de azúcares y síntesis proteica.

La alfalfa es el cultivo extensivo de mayor exigencia en **boro** de los producidos en la pradera pampeana. Estudios realizados en 1989 en ésta misma zona, concluyeron que el boro se presenta como un elemento limitante para la producción de alfalfa.

Es altamente soluble, por lo que suelos arenosos con buen drenaje son más propensos a tener deficiencias, sobre todo en cultivos sensibles a la deficiencia del mismo como alfalfa. Sus funciones son:

- intervenir en la actividad meristemática y división celular.

PARA LOGRAR UN SISTEMA RADICAL EXTENSO Y PROFUNDO ES INDISPENSABLE LA PRESENCIA DE FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y ZINC.

- determinar el desarrollo de semillas y frutos.
- favorecer la proliferación de micorrizas, aumentando la absorción de P, Zn y Cu (la deficiencia en B disminuye la absorción de P en forma directa).

Síntomas de deficiencia:

- daños en los meristemas apicales y muerte ápices y brotes laterales.
- irregular expansión de los entrenudos
- pobre expansión radicular.
- reducción la calidad del forraje al atrasar la madurez y aumentar la pérdida de hojas.

El **manganeso** y el **hierro** asisten en la síntesis de clorofila y están involucrados en varios sistemas de oxido-reducción.

Situaciones de deficiencia de estos elementos puede deberse a:

- baja solubilidad de los mismos (con pH neutro o alcalino)
- encalado del suelo
- pobre drenaje.
- factores biológicos

Es importante considerar que:

- en el suelo, su forma disponible para las plantas es la reducida (ferrosa y manganosa).
- el estado del elemento dentro de la planta (reducido u oxidado) es importante, ya que afecta su aprovechamiento.
- ambos elementos interactúan regulando su concentración en la planta.

El **magnesio** tiene las siguientes funciones en la planta:

- formar parte de la molécula de clorofila
- activar muchos sistemas enzimáticos
- junto al Ca, es importante para la adecuada nutrición animal.

Deficiencias en Mg pueden deberse a:

- material originario
- el continuo encalado
- altos niveles de potasio

Las funciones del **azufre** en la planta son:

- constituir aminoácidos y vitaminas
- intervenir en la síntesis de proteínas en plantas (como la clorofila)
- mejorar la eficiencia de uso del P
- mejorar la calidad del forraje (mayor aumento de peso de los animales)
- es esencial para una adecuada fijación del N (vital importancia en la nodulación, aumentando el número y peso de los mismos)

Las plantas que tienen alta disponibilidad de nitrógeno tienen mayores requerimientos de azufre, siendo en general necesarias relaciones N/S de 11 a 17 para obtener máximos rendimientos.

El rol del **cobre** en las plantas es complejo. Es un activador enzimático o parte de moléculas de enzimas.

El cobre del suelo esta menos disponible a pH 7 a 8 que a menores valores. Las deficiencias de Cu están por lo general asociadas a:

- suelos arenosos y muy lavados
- pH neutro o ligeramente alcalino

Conclusión

Aspirar al máximo rendimiento y calidad del alfalfar solo puede concebirse en el marco de una fertilización equilibrada y completa que aporte a la pastura los elementos necesarios para alcanzar su máximo potencial genético.

En dicho marco, tanto los macro como los micro-nutrientes deben encontrarse o suplementarse:

- en su forma fácilmente disponible para la planta.
- en el momento en que el nutriente es mayormente requerido.

Esta norma debe cumplirse en todas las etapas del cultivo, desde la siembra e implantación y durante toda la vida útil del cultivo 