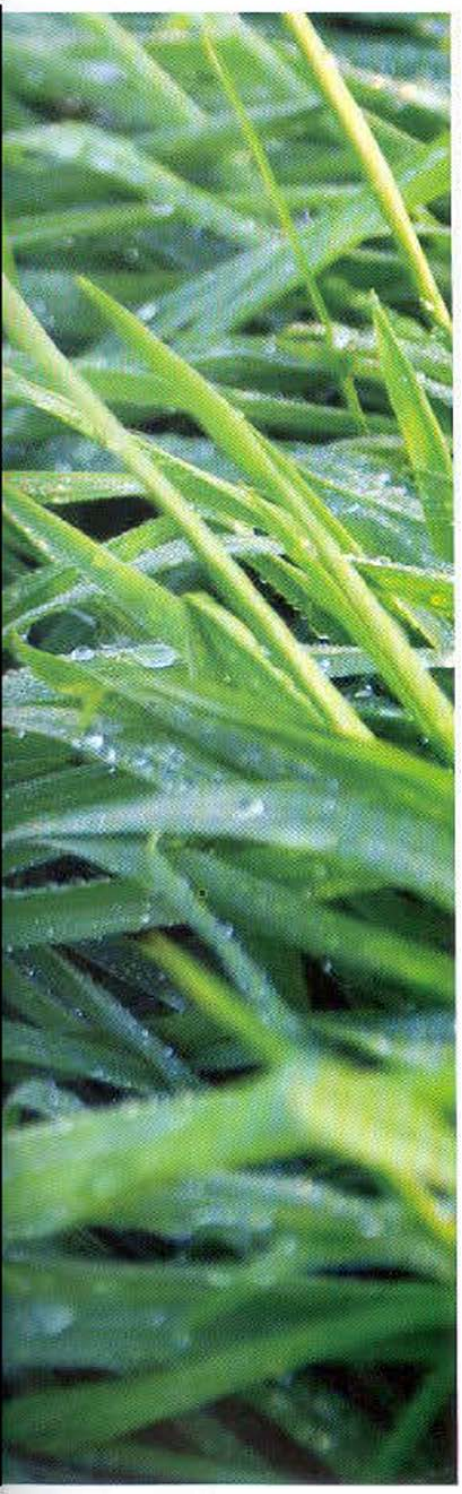
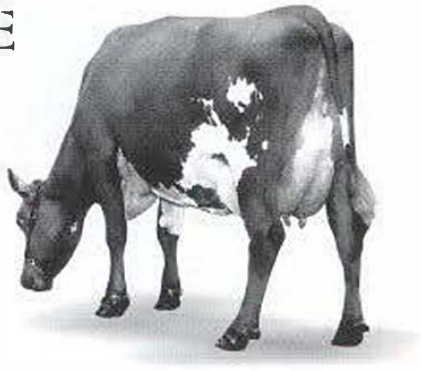
BIBLIOTECA

# IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES





Gloria M. Betancur A.
Ingeniera Agrónoma.
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
gmbetancur@gmail.com

## Resumen

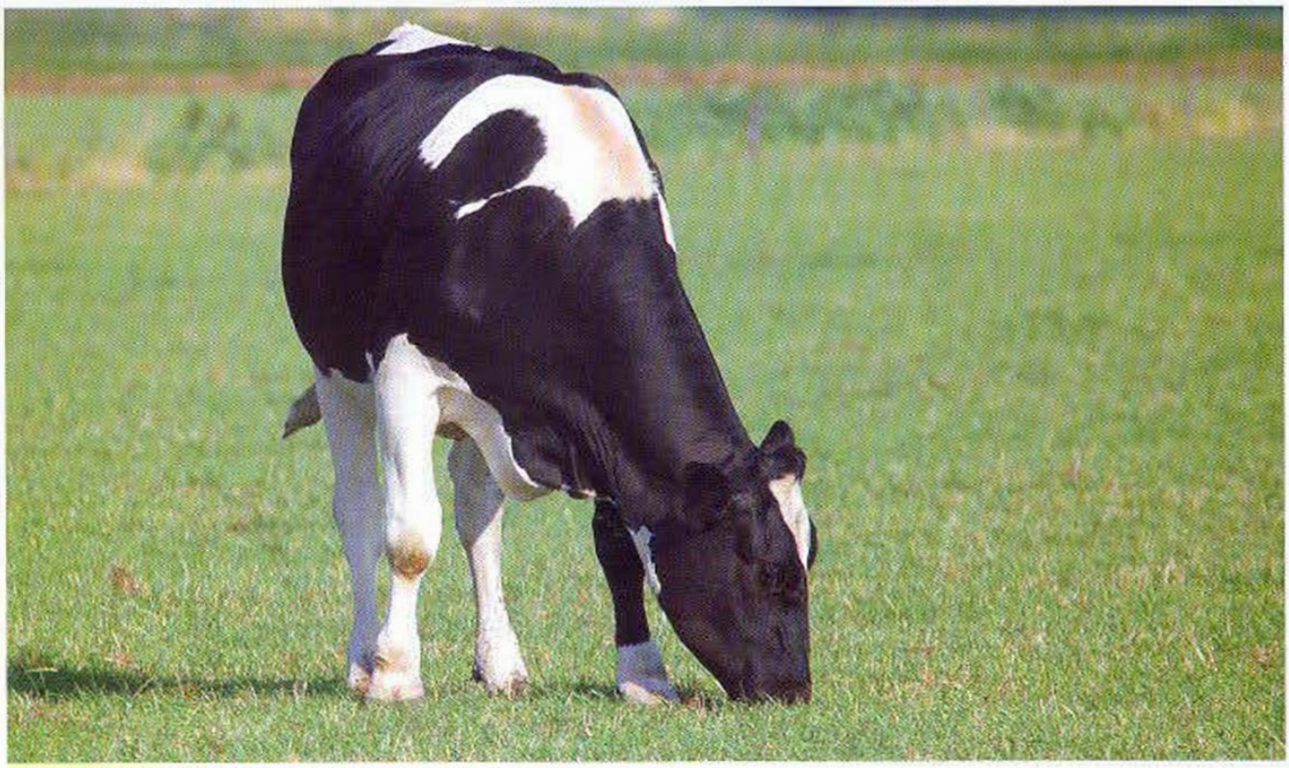
La finalidad en los planes de fertilización, es realizar un balance de todos los nutrientes, en especial del nitrógeno, en la cantidad y momento oportuno para producir una retención o disminuir la velocidad de activación en el suelo, la planta y el animal, procurando que en ninguna de estas fases, y en el caso del nitrógeno, se incrementen las pérdidas por lixiviación, obteniéndose una contaminación de las masas de agua por evaporación, logrando una disminución de la eficiencia en la aplicación, o producir gran cantidad de forraje de bajo contenido nutricional, sin niveles adecuados de materia seca; afectando directamente la producción de leche y carne, favoreciendo el ataque de plagas y enfermedades, y aumentando los costos de producción al igual que los niveles de contaminación ambiental. En este artículo se analiza el nitrógeno y sus diversas formas de aplicación, buscando disminuir los costos por aplicaciones ineficientes del mismo.

## Summary

The purpose of fertilization plans is to balance all the nutrients, especially Nitrogen. They must be in the proper amount and opportunity, so it is very important to regulate their activation in the soil, plants and animals. As a matter of fact, it is necessary to take into account Nitrogen losses not to be increased by lixiviation, leading then to water masses contamination, but also losses by evaporation, leading to decrease applications efficiency or to get grasses with a poor nutritional content and a not adequate dry matter level.

If fertilization plans don't involve a correct application and a proper nutrients balance, it can impact milk and meat production directly, environmental contamination will occur, plagues and illnesses will attack more and, therefore, production costs will be higher.

In this article, diverse forms of Nitrogen applications are analyzed, in order to make the fertilization costs to be lower by means of avoiding those not good practices.



El nitrógeno es uno de los nutrientes que desempeñan uno de los papeles más importantes en la producción de forrajes. En la ganadería de leche altamente tecnificada de las zonas de clima frío y medio, la fertilización tradicional con fertilizantes ricos en nitrógeno, pero en equilibrio con otros nutrientes, y con el apoyo de otros aportes tecnológicos, ha favorecido a una alta producción de materia seca y consecuentemente de leche y carne.

En menor proporción, en la ganadería de carne de clima cálido, las producciones de pastos, al igual que la capacidad de carga y la ganancia diaria de peso de los animales, se han visto aumentadas con la aplicación de nitrógeno y otros nutrientes, o sólo nitrógeno, si la fertilidad del suelo así lo permite.

Es precisamente el hecho de que el nitrógeno induzca buen desarrollo de forraje, aunque no necesariamente de materia seca, el que haya generado un mal uso de este nutriente, bien sea porque se aplica solo, creando un desbalance nutricional que a corto o mediano plazo creará una disminución en la producción de materia seca o por una falla en su aplicación.

El principal objetivo en la producción de forrajes es generar la máxima cantidad de materia seca por unidad de área y de tiempo en la forma más económica posible, para que el animal la convierta en leche y carne. Esta materia seca se producirá con una nutrición equilibrada, acompañada de otros factores de manejo, climáticos, de suelo, entre otros.

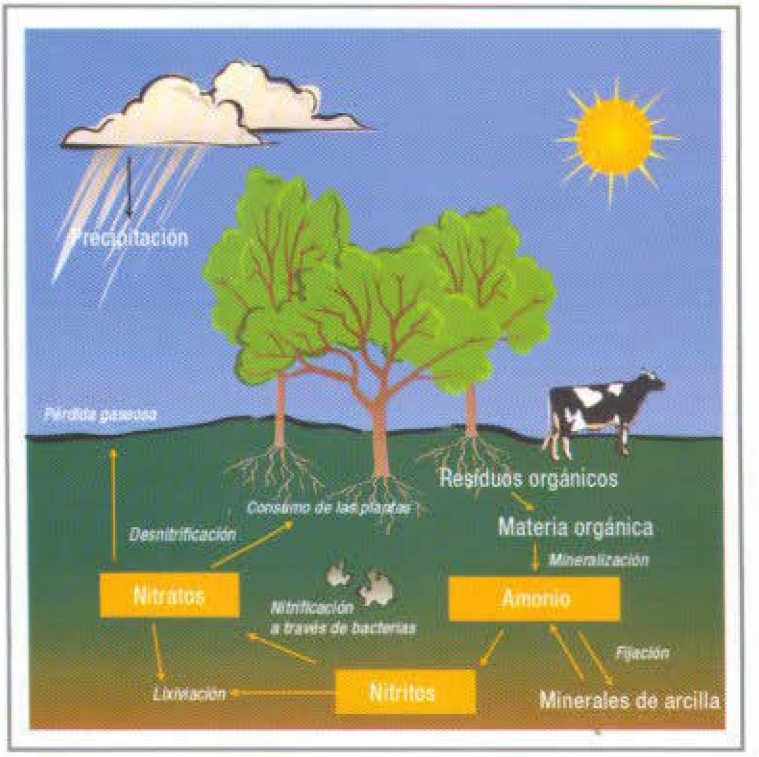
Al hablar de nutrición, necesariamente se debe hacer referencia a estos nutrientes y aclarar que no sólo se relaciona al nitrógeno, sino a otros elementos mayores como el fósforo y el potasio, a elementos medios como el calcio, magnesio, y azufre, y a elementos menores como el manganeso, cobre, zinc y boro entre otros y teniendo en cuenta las necesidades del suelo. El equilibrio entre estos nutrientes acompañado de otros factores como el suelo y el clima -entre otros-, permitirá obtener una cantidad alta de forraje y de materia seca por unidad de área y de tiempo, favoreciendo la producción de leche y carne, la condición corporal, la reproducción y otros parámetros de producción animal.

Como puede observarse en la Figura 1, la volatilización o pérdida gaseosa puede ocurrir cuando la urea en su proceso de solubilización pasa de carbamato de amonio a amoniaco ($NH_3$), el cual es gaseoso y de esta forma pasa a la atmósfera. Pero si en este momento crítico hay suficiente humedad en el suelo, este paso es rápido y el producto final es amonio, cuya ventaja es ser una de las formas de nitrógeno que es atrapada en la fase de cambio de las arcillas y materia orgánica, disminuyendo la pérdida de nitrógeno y permitiendo de esta forma aumentar su vida útil en el suelo, donde es un elemento muy dinámico.

Existen tres fuentes principales de nitrógeno (N) en los fertilizantes químicos: la urea, los nitratos y el nitrógeno amoniacal; cada una de las cuales tiene ventajas pero también limitaciones que deben conocerse y manejarse con responsabilidad y cuidado en el campo.

La urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia hidroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco. La urea tradicionalmente ha sido la fuente más barata de nitrógeno. Existen varias formas de presentación (ver Tabla 1); además ofrece buenos resultados de campo si se utiliza correctamente. Después de aplicarse, inicialmente se presenta un aumento del pH del suelo alrededor del grano, pero inmediatamente después se produce amoníaco en su proceso de transformación, retornando el pH a niveles muy cercanos a los iniciales.

**Figura 1**
Ciclo del nitrógeno, etapas y pérdidas por diferentes factores.
Tomado de: [En línea] http://www.windows.ucar.edu




La urea no es una sustancia peligrosa, tóxica ni cancerígena y tampoco es inflamable, aunque en ocasiones es levemente irritante al contacto con los ojos y la piel.

El exceso de nitrógeno, cualquiera que sea la fuente, puede tener dos efectos negativos en la nutrición animal:

- Al aumentar el nitrógeno aplicado al suelo se incrementa la proteína cruda en el forraje y los altos valores de esta proteína elevan los niveles de nitrógeno no proteico, que, al ser muy altos, producen en el animal serios problemas en el balance energía/proteína, que a su vez afectan los niveles de eficiencia y reproducción del hato.
- Otro problema generado por la sobre dosificación de nitrógeno es la disminución en la formación de carbohidratos no estructurales o energía de fácil disponibilidad para el animal, cuyo déficit genera igualmente desequilibrios en la relación proteína/energía, los cuales producen serios problemas reproductivos tales como celo posparto tardío y días abiertos mayores.

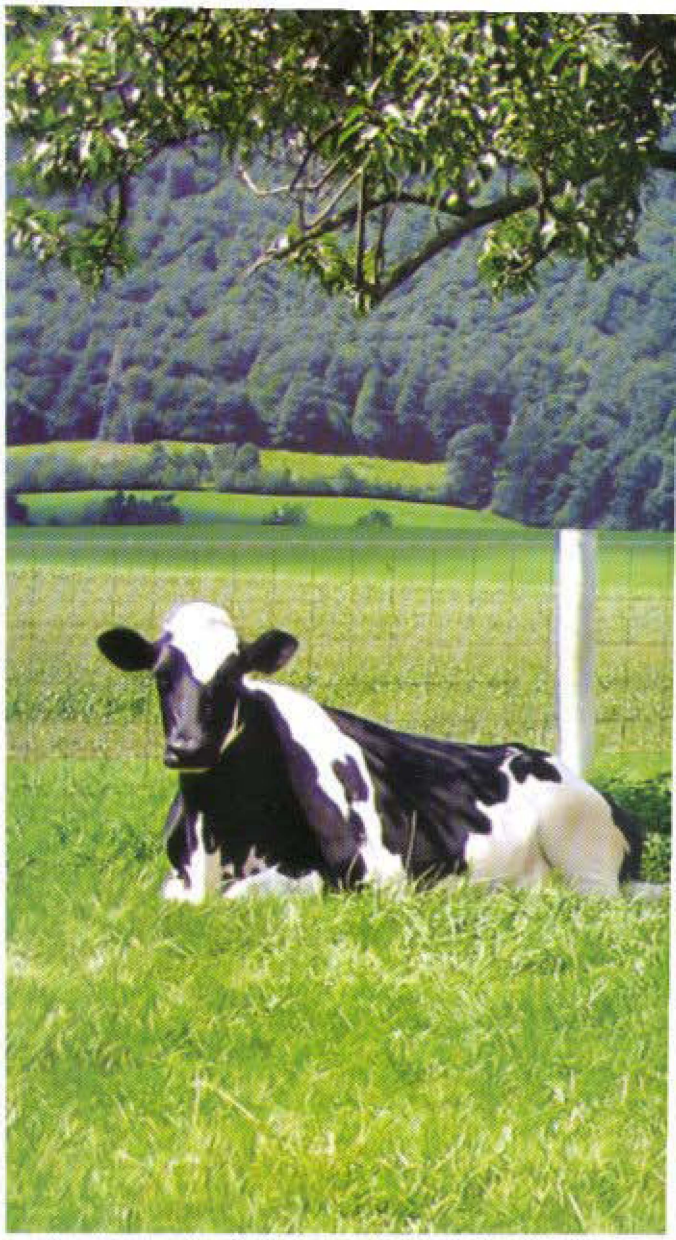
**Tabla 1.**
Tipos de urea y tamaños

| TIPO DE UREA | TAMAÑO |
|---|---|
| Prill | 1 - 3 mm |
| Granulada | 2 - 4 mm |
| Recubierta | 2 - 4 mm |

Cuando la urea o los fertilizantes compuestos que tienen urea, especialmente la prill, se aplican en condiciones de altas temperaturas y alta luminosidad, puede perderse gran parte del nitrógeno aplicado debido a la volatilización, por eso se hace necesario aplicarlo en horas de la tarde, en épocas de lluvia moderada o en días de baja temperatura. Este es el caso de la fertilización de los pastos, pues el producto se aplica generalmente al voleo, quedando parcialmente cubierto por el pasto, para luego empezar a disolverse con el rocío de la noche o con la lluvia. La urea o los fertilizantes con urea que al aplicarse recubren con el suelo no son susceptibles a estas pérdidas. (Ver Figura 2).

Dadas las condiciones de evaporación de la urea en forma de amoniaco, existe el ***Código de Buenas Prácticas Agrícolas de la EFMA (European Fertilizer Manufactures Association) para el manejo de la urea***, se consideran los siguientes criterios basados en la evidencia científica y la experiencia agronómica en cuanto al uso de la urea como fertilizante.

- La urea debería ser incorporada al suelo, si es posible aprovechando el momento de la realización de una labor.
- En suelos desnudos, arenosos, la urea debería ser utilizada sólo en la primera aplicación de nitrógeno, y en condiciones que permitan que ésta sea incorporada tan pronto como sea posible.
- En suelos medios o muy pesados, la urea puede ser utilizada en el abonado de principal.
- La urea debería ser preferentemente aplicada cuando hay predicciones de lluvia o cuando pudiera ser introducida en el suelo mediante el riego.



- El uso de la urea en los prados es adecuado al inicio del ciclo de cultivo y en períodos de precipitaciones, o si hay aplicaciones de riego.
- Con temperaturas altas y cuando el suelo está seco, la urea debería aplicarse sólo si se va a incorporar inmediatamente. No debe ser aplicada durante las horas más cálidas del día.
- La urea no debe utilizarse inmediatamente después de haber efectuado un encalado ni después de la aplicación de abono orgánico, residuos del cultivo anterior. Esto también aplica para cualquier sustancia que pueda impedir una rápida absorción de iones de amonio por parte del suelo.

- Dependiendo de las condiciones locales, las dosis de 250 kg/ha de urea o superiores deberían repartirse en dos aplicaciones.

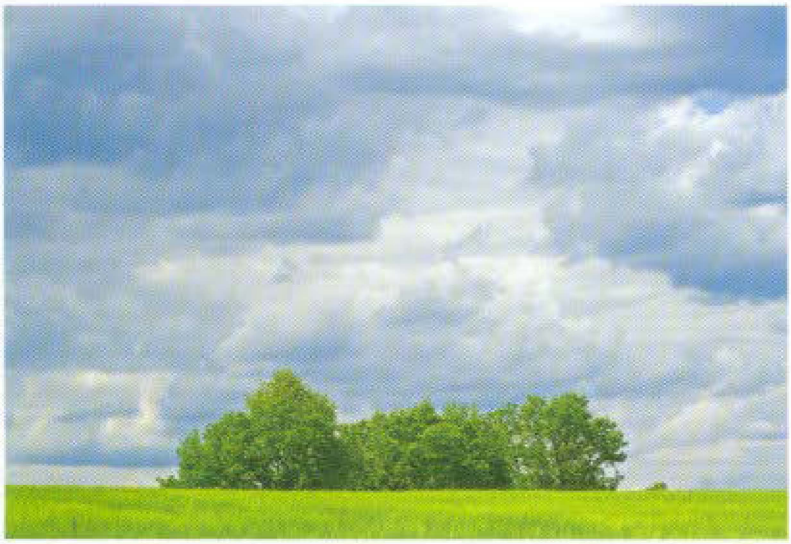
Si se aplican grandes cantidades de urea junto a las semillas, se puede provocar daño en éstas o inhibir la germinación debido a la acción tóxica del amoniaco. Para prevenir este problema, es recomendable agregar no más de 30 kg de N/ha en suelos con alto contenido de M.O. (Materia Orgánica) y texturas medias, mientras que en suelos de textura arenosa y menor contenido de M.O. no se debería superar los 12 a 15 kg de N/ha. Estas son dosis generales, y pueden variar dependiendo de otros factores: tipo se semillas, pH y CIC del suelo, contenido de agua del suelo entre otros.

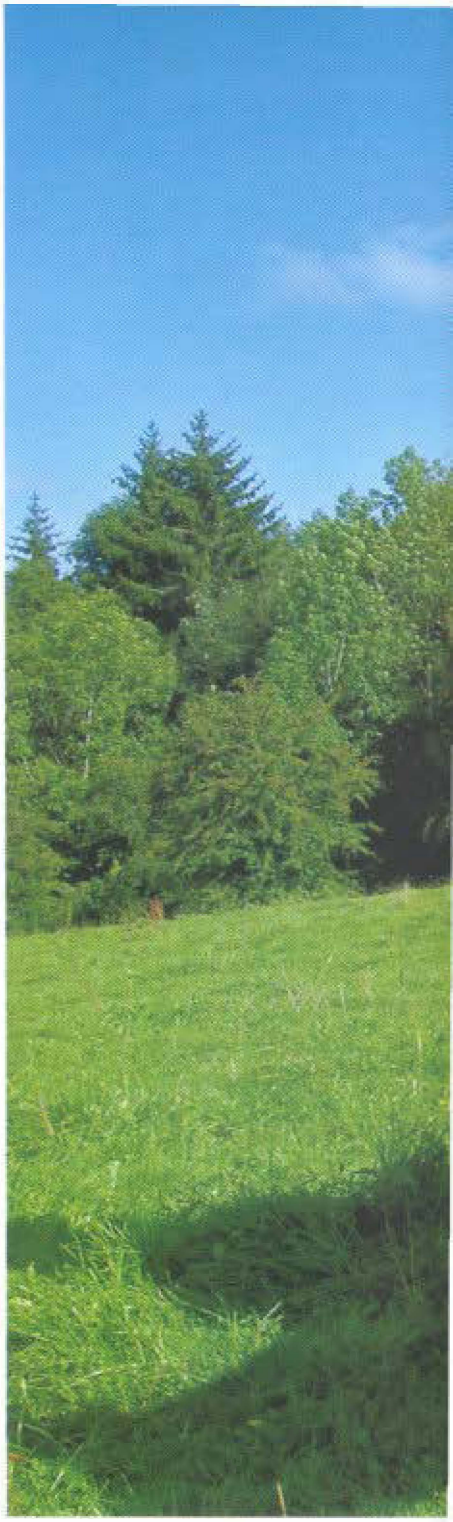
**Figura 2.**

**PÉRDIDAS DE NITRÓGENO**

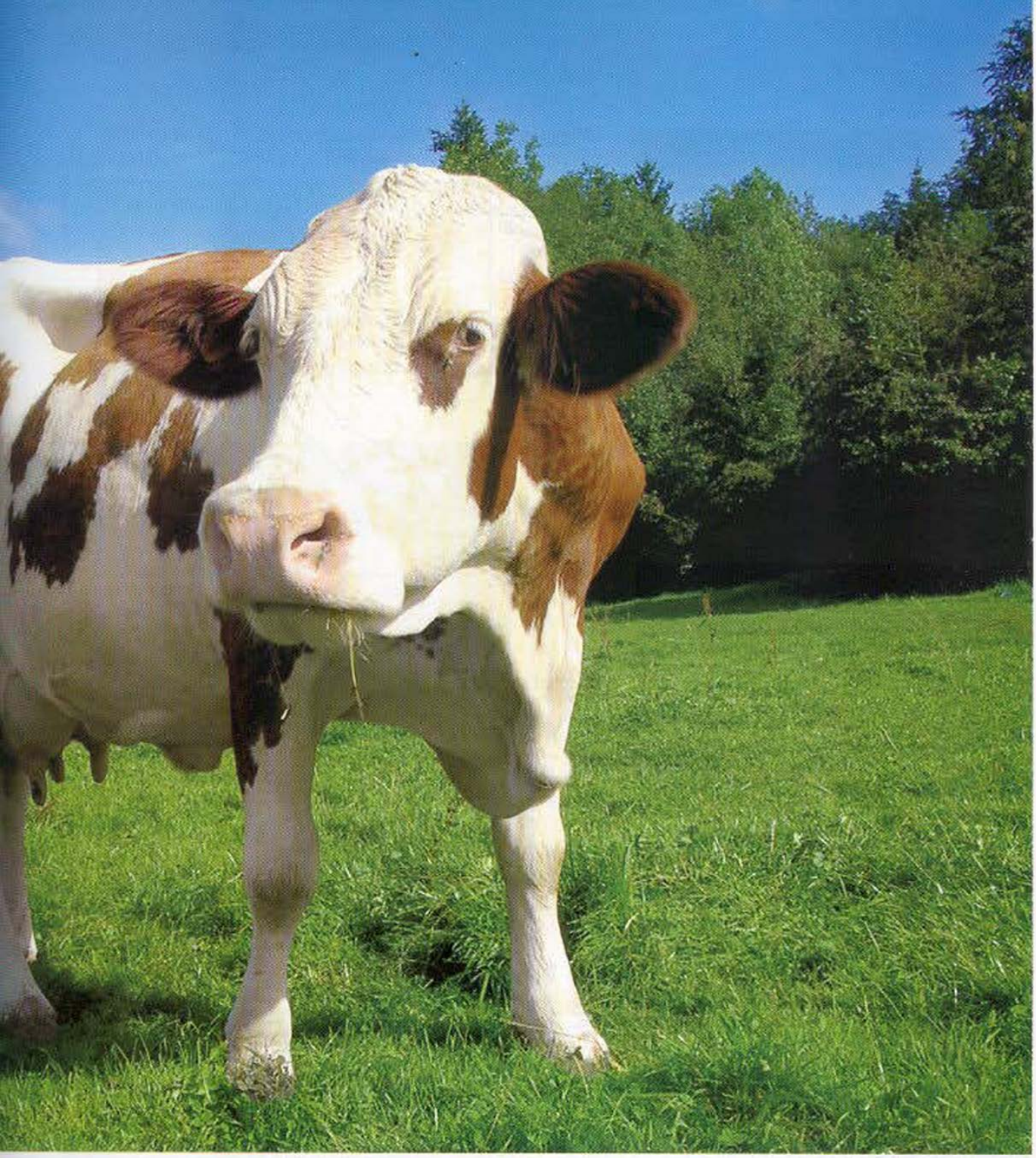
- **Remoción por cosechas**
  - **Tipo de cultivo**
  - **productividad**
- **Volatilización**
- **Erosión**
- **Lixiviación**
- **Denitrificación**

Para que las plantas y los animales puedan usar nitrógeno, el gas $N_2$ de la atmósfera, primero tiene que ser convertido a una forma química disponible como el amonio ($NH_4^+$), el nitrato ($NO_3^-$), o el nitrógeno orgánico (urea - $(NH_3)_2CO$) pasando por varios procesos tales como la fijación de nitrógeno que es cuando pasa de nitrógeno ($N_2$) a amoníaco ($NH_4^+$), o la nitrificación cuando pasa de amoníaco ($NH_4^+$) a nitrato ($NO_3^-$). La urea debe ser tomada por las bacterias del suelo y convertida en amonio mediante el proceso de mineralización, y de allí ser transformada a nitrato, aunque en ese proceso de conversión de urea a amonio es cuando gran parte del nitrógeno se puede perder por evaporación. El nitrógeno es absorbido en forma de nitratos o de amonio por las raíces.





Los nitratos tienen una asimilación rápida, pues son tomados tal cual por la planta, pero al no tener posibilidades de adherirse a las arcillas o a la materia orgánica que no está activa, sino que solamente es acumulativa o a la fracción de arena de los suelos por no tener capacidad de intercambio de cationes, entonces se lixivian, perdiéndose por lavado, llevando consigo calcio, magnesio, potasio, sodio y elementos menores, acidificando el suelo, y pudiéndose volver el problema ambiental más importante relativo al ciclo del N al incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales.



La textura de los suelos es un factor importante con relación a la lixiviación. Cuanto más fina sea la textura más capacidad de retención presentará.

En la Figura 3 se muestra como al aumentar la dosis de fertilizante nitrogenado aumenta la lixiviación de los nitratos. Para una misma dosis de fertilizante nitrogenado la lixiviación o lavado es mayor cuando el suelo presenta un drenaje más alto. Así mismo, podemos evaluar el exceso de N que se puede producir en función de la cantidad de N fertilizante aplicado y del drenaje del suelo.

**Figura 3.** Lixiviación de nitrato en función de la dosis de fertilizante nitrogenado y del volumen de drenaje en un cultivo de maíz en California (adaptado de Pratt 1984).

Tomado de: [En línea]
http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm

En la Figura 4 se muestra la reacción de los cultivos frente a la fertilización con nitrógeno, así como su distribución en la planta y en el suelo.

**Figura 4.** Ejemplo ilustrativo del efecto de la dosis de N fertilizante sobre la producción, contenido de nitrógeno (N) en la planta y de nitrógeno mineral en el suelo (obtenidos en maíz en California por Broadben y Carlton 1978).

Tomado de: [En línea]
http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm

Los nitratos que no son tomados por las plantas se lixivian a capas inferiores del suelo y de ahí pueden pasar a aguas subterráneas o a corrientes de agua. Si se usan sobredosis de nitratos por buscar resultados sobresalientes, se corre el grave riesgo de que se produzcan altos niveles de nitratos y nitritos que son perjudiciales tanto para los animales como para las personas, especialmente para los niños que consumen leche con altos niveles de nitrógeno. En Estados Unidos y Europa se monitorean permantemente estos niveles de nitratos para evitar tales problemas de salubridad.

**Figura 3.**

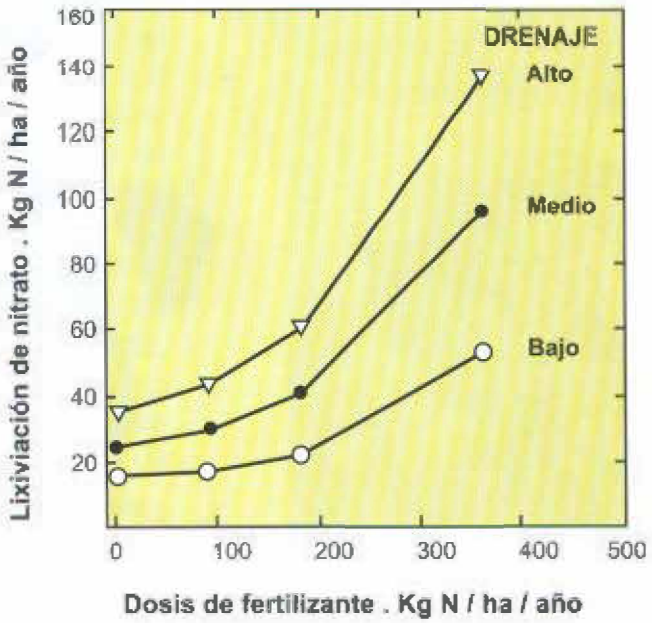
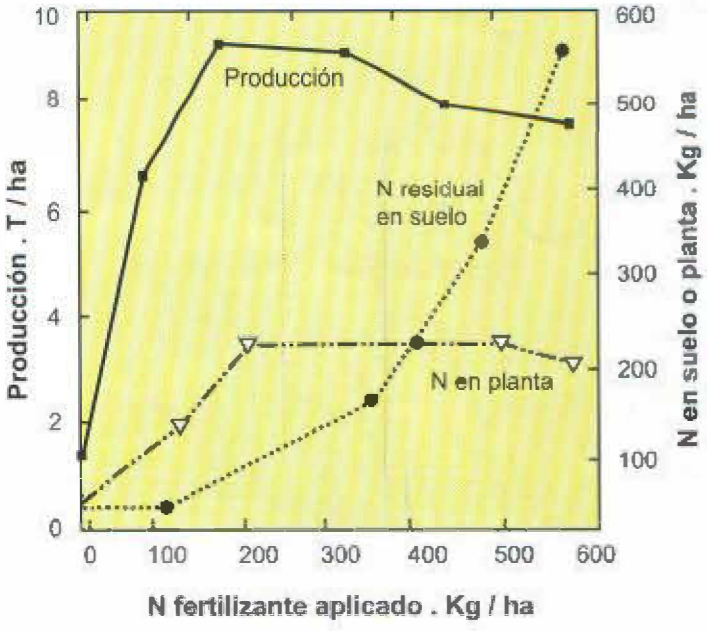



**Figura 4.**

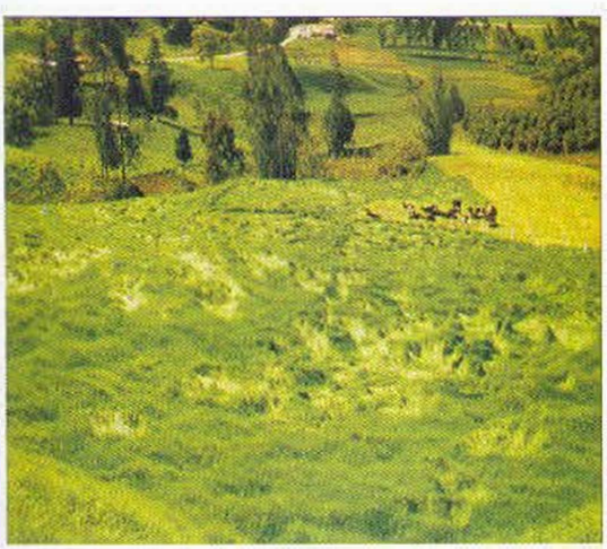



La rápida asimilación de los nitratos puede afectar la asimilación y movilidad en la planta de otros elementos, como el calcio que se considera de baja movilidad, lo cual puede ser una de las causas de una inadecuada relación calcio:fósforo en el follaje, aún cuando las praderas sean fertilizadas con buenos niveles de fósforo.

La consecuencia final son pasturas apetitosas, volcadas, suculentas, verdes intensas pero con una cantidad de materia seca insuficiente, un contenido nutricional pobre, susceptible al ataque de plagas y enfermedades y con altos niveles de pérdidas por pisoteo. Este efecto visual es el que incentiva que cada vez más, se haga un uso indiscriminado de las fuentes nitrogenadas como fertilizantes (Ver Fotografía 1 y Fotografía 2 ).

**Fotografía 1**. Ataque de mión o salivitas de los pastos favorecida por altos niveles de fertilización nitrogenada y desbalances con otros nutrientes.

**Fotografía 2**. Pradera con uso indiscriminado de fuentes nitrogenadas. Cortesía: Alejandro Maya.



Pero además del nitrógeno, existen otros nutrientes como el azufre, el fósforo y el magnesio que potencializan su eficiencia dentro de la planta y el animal, que permiten minimizar sus excesos y problemas consecuentes facilitando una utilización más eficiente de la energía para otras actividades fisiológicas y metabólicas.

El Azufre es un elemento que merece una explicación más amplia, ya que la relación que tiene con el nitrógeno es muy importante en la formación de aminoácidos esenciales y también para poder formar Proteína Verdadera (PV) y disminuir los niveles tóxicos de Nitratos y de Nitrógeno No Proteico (N.N.P). Se dice que la relación óptima entre el nitrógeno y el azufre en la formulación de fertilizantes utilizados para la agricultura es de 10:1, pues se requiere que estos elementos sean equilibrados para cumplir adecuadamente con sus funciones.

## Conclusión

Es necesario tener claro que solamente con un correcto balance en la fertilización de todos los nutrientes esenciales, es posible tener un ciclo del nitrógeno adecuado, en la interfase suelo, planta y animal, lo cual traerá una producción más limpia, una mayor vida útil del animal y de las praderas, mejor eficiencia reproductiva, mayor producción de leche y carne por unidad de área y de tiempo, y la protección del medio ambiente.

Por lo anterior, es importante y necesario elegir correctamente, en el caso del nitrógeno, la fuente, la cantidad y la forma adecuada de aplicación en los pastos.

## Bibliografía


BERNAL, J. ; ESPINOSA, J. Manual de nutrición y fertilización de pastos. INPOFOS. 2003.

BERNAL, EUSSE, Javier. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 4 ed. Bogotá Banco Ganadero, 2003. 544 p.


## Cibergrafía


Azufre. [On Line ]. 2006. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos4/azufre/azufre.shtml.>

Edafología. [On Line ]. 2006. Disponible en Internet: <http://www.edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm.>

Nitrogencycle. [On Line ]. 2006. Disponible en Internet: <http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/climate/images/nitrogencycle-jpg-image.sp.html.>

Química.[On Line]. 2006. Disponible en Internet: <http://textoscientificos.com/quimica/urea>

Urea.[On Line ]. 2006.Disponible en Internet: <http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.engormix.com/images/s_articles/urea1.gif&imgrefurl=http://www.engormix.com/reaccion_fertilizantes_suelo_volatilizacion_s_articulos_701_AGR.htm&h=140&w=445&sz=3&hl=es&start=6&tbnid=26TMren4MRHM4M:&tbnh=40&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3Durea%2Bsuelo%26svnum%3D10%26hl%3Des%26lr%3D.>

Visionlearning.[OnLine].2006. Disponible en Internet: <Http://www.visionlearning.com/library/module-viewer.php?mid=98&l=s&c3