



---

EFFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN  
NITROGENADA SOBRE LA  
PROTEÍNA DEL FORRAJE

---

**Juan E. Carulla F.**

PhD (Nutrición de Rumiantes) Universidad de Nebraska

MSc (Nutrición de Rumiantes) Universidad de Nebraska

BS (Ciencias Animales) Universidad de Nebraska

Zootecnista

Universidad Nacional de Colombia, **Colombia**

E-mail: [jcarulla@bacata.usc.unal.edu.co](mailto:jcarulla@bacata.usc.unal.edu.co)

### Abstract

Nitrogenated fertilization has become popular in most of our country's cold climate dairy systems due to the benefits that it brings, such as the amount of biomass production. Nitrogenated fertilization brings important changes in forage quality since it increases the content of crude protein in forage as well as the digestibility of forage due to the decrease in age of harvest. Nitrogenated fractions of forage have been divided in three according to solubility. A highly soluble **a** fraction, a non soluble **b** fraction and a **c** fraction of protein binded to acid detergent fiber. The **a** fraction is completely degraded in the rumen and is partially used in microbial growth. The **b** fraction is partially degraded in the rumen and involved in microbial growth. The **c** fraction is a fraction not disposable for bacteriae or the animal. Nitrogenated fertilization increases fractions **a** and **b** of forage. This means that there is a larger amount of nitrogen for protein growth, as well as a larger amount of bypass protein. Generally, the amount of disposable nitrogen in the rumen exceeds the needs of microorganisms, which means an increase in blood urea and milk urea. These ruminal excedents could be partially used increasing the ration energy.

### Resumen

La fertilización nitrogenada se ha venido popularizando en la mayoría de sistemas de lechería de clima frío del país, debido a beneficios, tales como el aumento en la producción de biomasa. La fertilización nitrogenada trae cambios importantes





## II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



en la calidad del forraje, pues aumenta el contenido de proteína cruda de éste y su digestibilidad, debido a una disminución en la edad de cosecha. Las fracciones nitrogenadas del forraje se han dividido en tres de acuerdo con su solubilidad. Una fracción **a** altamente soluble, una fracción **b** no soluble y una fracción **c** de proteína ligada a la fibra en detergente ácido. La fracción **a** es degradada completamente en el rumen y parcialmente utilizada para el crecimiento microbial. La fracción **b** es parcialmente degradada en el rumen e involucrada a la proteína microbial. La parte de la fracción **b** que no se degrada es digerida a nivel intestinal (proteína de paso). La fracción **c** es una fracción que no está disponible ni para las bacterias ni para el animal. La fertilización nitrogenada aumenta las fracciones **a** y **b** del forraje. Esto quiere decir que hay una mayor disponibilidad de nitrógeno para crecimiento microbiano, así como una mayor cantidad de proteína de paso. Generalmente, la cantidad de nitrógeno disponible en el rumen excede las necesidades de los microorganismos, lo que origina un aumento de la urea sanguínea y urea en la leche. Este excedente a nivel ruminal podría ser utilizado parcialmente aumentando la energía de la ración.

### Introducción

Los programas de fertilización nitrogenada se han popularizado en los sistemas de producción lechera de Colombia, pues éstos permiten incrementar la producción de forrajera y por lo tanto incrementar la carga animal. Adicionalmente, la fertilización nitrogenada permite cosechar los forrajes más tiernos, trayendo beneficios en la calidad de éste, tales como el incremento en su digestibilidad, debido a una disminución en la madurez del forraje (Rodríguez, 1999). La fertilización nitrogenada, adicionalmente, trae como consecuencia un aumento en la proteína del forraje (Minson, 1990; Van Vuuren et al, 1992). El impacto de la fertilización sobre la calidad de la proteína del forraje será discutido en este trabajo. Inicialmente, se presentarán los conceptos básicos acerca de la proteína del forraje y posteriormente se mostrarán algunos datos acerca del efecto de la fertilización sobre la calidad de las mismas fracciones.

### La proteína en los forrajes

Para entender los términos es importante aclarar algunos que se utilizarán en este artículo. La proteína cruda es la cantidad de nitrógeno total de una planta o de un alimento multiplicado por el factor 6.25. Este concepto no discrimina entre proteína verdadera y nitrógeno no proteico.

Para el caso de la nutrición de los rumiantes, el nitrógeno total o proteína cruda se ha dividido en tres fracciones de acuerdo con su solubilidad en el rumen. Una fracción **a**



## II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



altamente soluble, una fracción **b** no soluble y una fracción **c** de proteína ligada a la fibra en detergente ácido. La fracción **a** es degradada completamente en el rumen y parcialmente utilizada para el crecimiento microbial. La fracción **b** es parcialmente degradada en el rumen e involucrada a la proteína microbial. La parte de la fracción **b** que no se degrada es digerida a nivel intestinal (proteína de paso).

La fracción **a** está constituida principalmente por nitrógeno no proteico (NNP) y proteínas solubles. Los principales componentes del nitrógeno no proteico incluyen amidas (asparagina y glutamina), aminoácidos libres y nitratos (VanSoest, 1982). Generalmente las mediciones de NNP sólo incluyen el primer grupo de compuestos. El NNP en los forrajes constituye entre el 90 y el 100% de la fracción **a**. Esta fracción también es conocida como nitrógeno soluble. Datos de praderas de kikuyo y ryegrass de los valles de Simijaca y Chiquinquirá, indican que el NNP fracción varía entre el 82 y el 100% del nitrógeno soluble (Rodríguez, 1999) y este último es cerca del 40% del N de la planta. La fracción **b** está constituida por proteínas no solubles que generalmente están asociadas a los componentes de la pared celular. En forrajes como el kikuyo y el ryegrass, esta fracción puede representar cerca del 40% del N en el forraje (Rodríguez, 1990). La fracción **c** está constituida por proteínas asociadas a la fibra en detergente ácido y para los forrajes kikuyo y ryegrass varía entre el 10 y 20% del N del forraje.

### Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la proteína del forraje

Nitrógeno total o proteína cruda. La fertilización nitrogenada produce un incremento en la proteína cruda del forraje (Minson, 1990; Van Vuuren et al, 1992). El aumento en la concentración de proteína cruda depende de varios factores como son la cantidad de N aplicado, el tipo de fertilizante, las características del suelo y el tiempo entre la fertilización y la cosecha del forraje (Minson, 1990). Generalmente, la fertilización aumenta la producción de biomasa y en consecuencia se reduce el tiempo de cosecha (días de rotación). En los Valles de Simijaca y Chiquinquirá, (Colombia) Rodríguez (1999) encontró un aumento importante en la producción de biomasa y una reducción en la edad de cosecha del forraje en diferentes fincas sometidas a procesos de fertilización (Tabla No 1). Las variaciones en la concentración de proteína no fueron tan claras como se esperaría de acuerdo con los reportes de la literatura, pero sí se encontró una tendencia a aumentar el porcentaje de muestras altas en proteína en las muestras fertilizadas (Gráfica No 1).

Nitrógeno Soluble y NNP - La mayoría de autores sugieren que la fertilización nitrogenada trae un aumento en el nitrógeno soluble y en la fracción no proteica de éste. Nosotros confirmamos esta tendencia en forrajes kikuyo y ryegrass de la zona de Simijaca y



Chiquinquirá (Tabla No 2). El aumento de la fracción soluble del forraje tuvo una estrecha relación con el nitrógeno total para los forrajes kikuyo y ryegrass en los Valles de Simijaca y Chiquinquirá (Gráfica No 2). Algunos autores reportan que la cantidad de nitritos y/o nitratos también aumenta al aumentar la fertilización nitrogenada (VanSoet, 1982). Sin embargo, la acumulación de nitritos y nitratos en el forraje kikuyo parece estar más asociada a baja luminosidad y menos a los procesos de fertilización (Uribe, datos sin publicar).

Las fracción **b** del forraje disminuye como porcentaje de la proteína al aumentar la fertilización. Sin embargo, hay un aumento como porcentaje de la materia seca, ya que la fertilización aumenta el contenido total de proteína. Por último, la fracción no digerible del forraje parece cambiar poco (Tabla No 2).

Otro aspecto importante relacionado con la fertilización nitrogenada y las diferentes fracciones de la proteína en el forraje, es el impacto que tiene la fertilización en la edad de cosecha del forraje. La edad de cosecha generalmente disminuye en los sistemas donde se fertiliza debido a una mayor oferta forrajera (Rodríguez, 1999). Esta disminución en la edad del forraje trae como consecuencia un aumento en el nitrógeno total, en el nitrógeno soluble y una disminución en la fracción de N no disponible o fracción **c** (Gráfica No 3). El aumento de las fracciones nitrogenadas estuvo asociado a una disminución en las fracciones de fibra del forraje (Gráfica No 4).

### Conclusión

La fertilización nitrogenada aumenta el nitrógeno total de los pastos. Este aumento es principalmente de la fracción soluble de la proteína y particularmente del NNP.

Tabla No 1.

Producción de forraje en Kg. MS en praderas de *P. clandestinum* y *L. hybridum* con y sin fertilización de 9 fincas en los de los Valles de Simijaca y Chiquinquirá (Colombia).

	Kg. Ms / ha corte	Kg. Ms / ha año	Edad de consumo
Fertilizadas	5.885	36.627*	57
No fertilizadas	4.526	24.598	62

\* Se hallaron diferencias altamente significativas por efecto de la fertilización ( $p < 0.001$ ).



Gráfica 1.  
Niveles de proteína cruda encontrado en las praderas de mezcla  
*P clandestinum* - *L hybridum*  
Niveles de clasificación según Fudge y Fraps (1987).

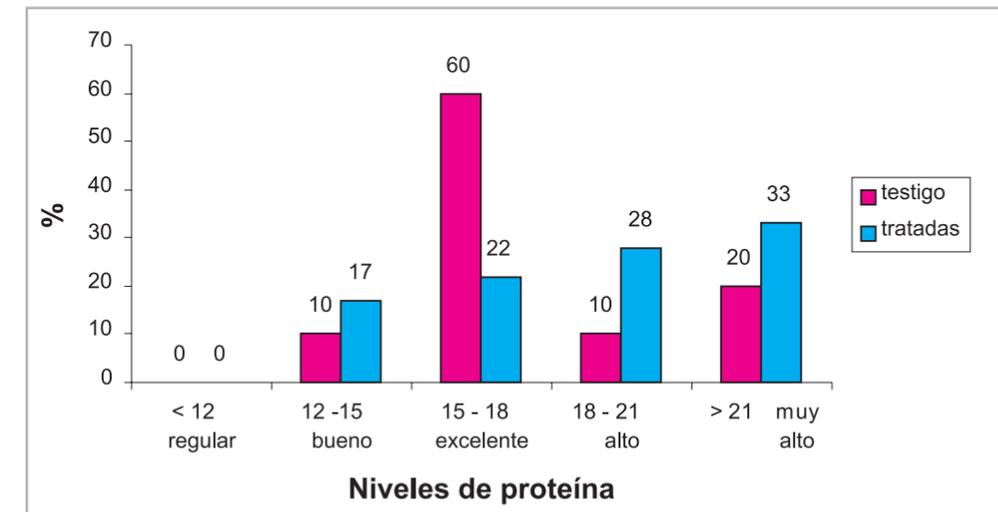


Tabla No 2.

Proteína cruda, Proteína soluble (PS), nitrógeno no proteico (NNP), Nitrógeno ligado a la fibra en detergente ácido (c) y fracción b.

Muestras	Proteína Cruda %	Fracciones de proteína cruda <sup>1</sup>			
		N.S % (a)	N.N.P % <sup>2</sup>	c %	b %
Testigo	17.8	36.3	29.8	20.1	43.3
Tratadas	18.9	40.3	40.7	19.7	39.9

<sup>1</sup> Como porcentaje de proteína cruda.

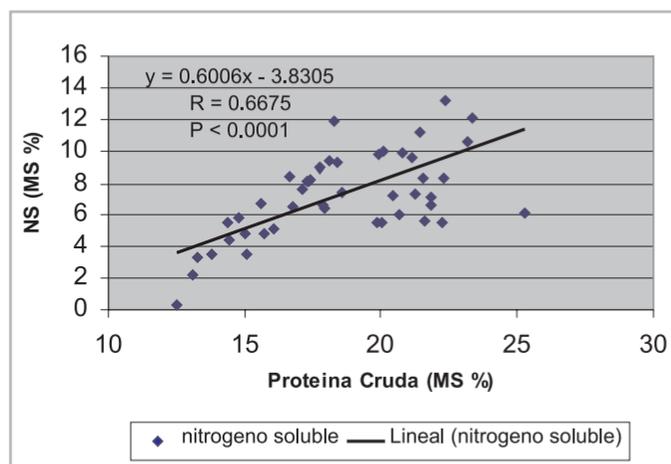
<sup>2</sup> El NNP esta incluido en el NS





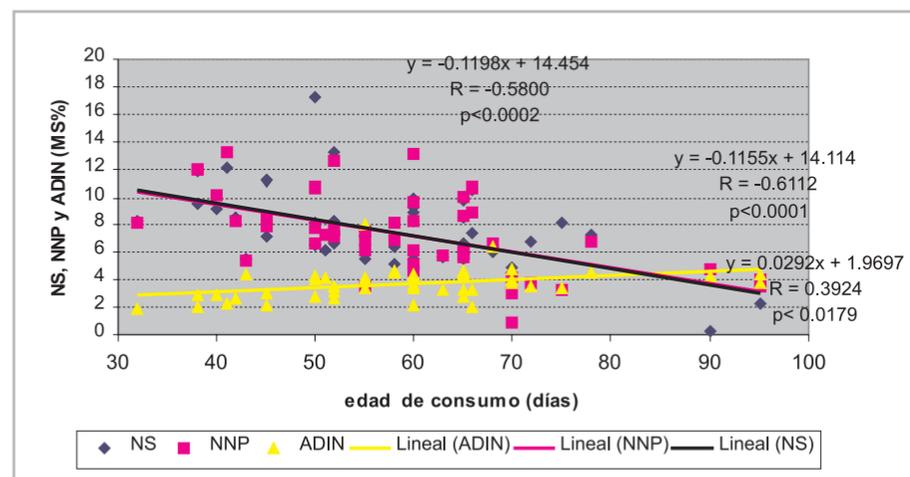
Gráfica 2.

Relación entre proteína cruda y nitrógeno soluble en praderas de mezcla  
P clandestinum - L hybridum



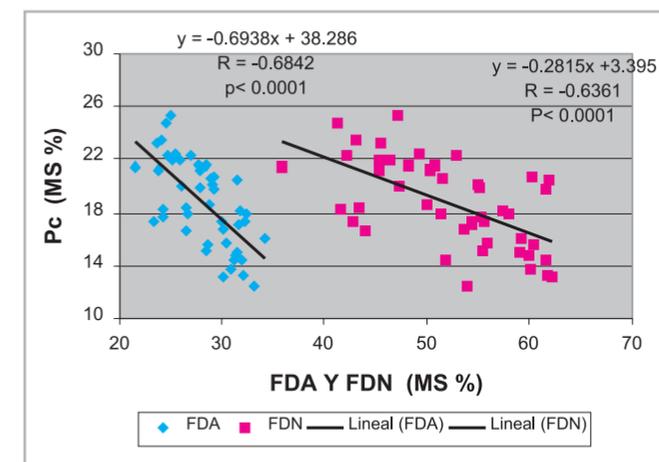
Gráfica 3.

Relación entre la edad de consumo y NS, NNP Y ADIN, en praderas de mezcla  
P clandestinum - L hybridum



Gráfica 4.

Relación entre el nivel de FDA y FDN y la proteína cruda, en praderas de mezcla  
P clandestinum - L hybridum



### Bibliografía

- RODRÍGUEZ, D. Caracterización de la respuesta a la fertilización en producción y calidad forrajera en los valles de Chiquinquirá y Simijaca (Estudio de caso). Bogotá (Colombia): Universidad Nacional, 1999. Trabajo de grado
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, 1990.
- Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, 1982..
- VAN VUUREN, A. , Tamminga S. And R. Ketelaar. In sacco degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. En: J. Agric. Science. Vol. 116, no. 429 (1991)

