

María M. Ibarra P.

Química Farmacéutica
Especialista en producción de pastos y forrajes
Universidad de Antioquia
mariaip@colanta.com.co

Santiago Uribe S.

Zootecnista
Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
Especialista en Pastos y Forrajes
Universidad de Antioquia
santursan@yahoo.es

Efecto sobre el rendimiento y composición del *Lolium multiflorum lam* en una finca productora de forraje en el norte de Antioquia

Resumen

Se evaluó el efecto de tres fuentes de nitrógeno (ureico, amoniacal y nítrico), sobre las características productivas y composicionales del pasto ryegrass (*Lolium multiflorum lam.*) en el altiplano norte de Antioquia. El estudio se llevó a cabo en la región conocida como Llanos de Cuivá, durante tres cosechas de forraje con cortes a 21, 28 y 35 días de recuperación. En ellas se evaluaron los parámetros en producción de biomasa de materia seca por hectárea y la altura, y parámetros composicionales: proteína cruda, fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), extracto etéreo y fracción mineral.

Al analizar los resultados estadísticos, se encontró que la edad afecta de forma significativa ($P < 0,05$) la producción de forraje. En cuanto a las características composicionales del pasto, la única que presentó diferencia significativa fue la fibra en detergente ácido, donde los tratamientos con nitrógeno de origen nítrico fueron significativamente diferentes ($P < 0,05$) sobre los demás.

Fertilización del ryegrass con tres fuentes de nitrógeno





YaraBelaTM
NITROMAG

21.00.00+11CaO
+7,5MgO



LA MEJOR ELECCIÓN QUE LE BRINDA EFICIENCIA Y CALIDAD

YaraBela NITROMAG es un fertilizante granulado a base de Nitrato de Amonio y Magnesio, tratado con un agente antiaglomerante, que unido a su excelente granulometría permite un fácil manejo y una aplicación uniforme.

El hecho de tener su Nitrógeno en forma de Nitrato y Amonio, así como el estar acompañado por Calcio y Magnesio, le concede propiedades y ventajas que no se consiguen con otros fertilizantes, situándolo como un magnífico aliado para la fertilización nitrogenada en la mayoría de los cultivos.



Abstract

The effects of three sources of nitrogen (urea, nitric, ammoniacal) on many productive and compositional features grass Ryegrass (*Lolium multiflorum lam.*) were evaluated in the northern Antioquia. The study was carried out in Llanos de Cuivá, geographical area characterized by the agro-ecological condition of humid montane forest. The study became with a design blocks at random, making cuts to 21, 28 and 35 days during three different cycles. The parameters measured were the production of biomass (kilogramas of dry matter) and height. About the compositional

parameters were measured crude protein, FDA, FDN, ethereal extract, and mineral fraction.

The statistical results showed that the court day affects significantly ($P < 0,05$) the production of biomass, but they showed no significant effect by the application of different nitrogen on the amount of biomass sources. Among the compositional characteristics of grass, the only one that presented significant difference was the acid detergent fiber, where origin nitric nitrogen treatments were significantly different ($P < 0.05$) from the other sources.

Introducción

Los principales elementos requeridos por las gramíneas son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), que son obtenidos en el mercado internacional. Por lo tanto, los costos de fertilización para la producción de forraje están sujetos a los precios internacionales de la materia prima y el valor del dólar frente al peso. Por esto es necesario evaluar continuamente las alternativas que se presentan en el mercado, en especial las referentes a las fuentes de nitrógeno orgánico o mineral que inciden en la producción de biomasa o kilogramo de materia seca de forraje por unidad de área.

En este artículo se analizan los resultados del estudio realizado sobre pasto ryegrass (*Lolium multiflorum lam*) en una finca productora de forraje en el altiplano norte de Antioquia, en busca de la dosis mínima efectiva de elementos que aportaran los nutrientes necesarios para la producción de pasto a costos sostenibles, teniendo en cuenta las premisas de la ley de los mínimos de Justus Von Liebig:

1. El uso de menor cantidad de insumos, como el reducir las dosis de fertilizantes, puede reducir los rendimientos y la rentabilidad de la operación.
2. La fertilidad óptima ayuda a asegurar el máximo rendimiento económico y reduce los efectos adversos del clima, enfermedades y plagas.
3. Ni la buena semilla, excelente equipo o adecuadas prácticas culturales podrán hacer rentable un cultivo si el agricultor permite que la fertilidad de su suelo se degrade.
4. La dosis correcta de fertilizante, con una fuente correcta y con una aplicación sincronizada puede hacer más eficiente la producción de forraje.

Cómo se produce el pasto

La demanda de nutrientes para la población mundial, al igual que en Colombia, está conformada en gran parte por el sector agropecuario. La fertilidad natural de la mayoría de los suelos es pobre, lo que trae como consecuencia la necesidad del uso de altas cantidades de fertilizantes para la producción agrícola y la de pastos y forrajes que a su vez son utilizados como la principal fuente de alimentación bovina.

El sistema de producción de leche y carne en Colombia está basado en la producción de pastos para ser cosechados directamente por el animal. En consecuencia, se presenta una alta demanda en el mercado de insumos y fertilizantes en las regiones de mayor grado de intensificación en el uso de la tierra; pero al mismo tiempo se presenta una limitada disponibilidad de tierras cultivables. Según Holmann *et al.* (2003) el uso de fertilización como tecnología aumentó la productividad de hatos lecheros hasta un 305% en regiones como en Antioquia, pero redujo sus ingresos hasta un 43% para la misma región.

Como alternativa para no perder competitividad, los productores de leche están reubicando la producción en las regiones denominadas “trópico bajo” para buscar pasar de un sistema intensivo de producción que requiere de altos insumos a un sistema de doble propósito, desplazando las explotaciones orientadas a la producción de carne, ya sea cría, levante o ceba. Esto se evidencia en el crecimiento de la producción por hectárea del sistema de doble propósito, que aumentó un 44%, mientras el sistema intensivo creció un 14%. En el balance sobre los ingresos netos, el sistema de doble propósito disminuyó 27% y en el sistema especializado disminuyó 69% (Holmann *et al.*, 2003).

Además del impacto económico en la región del altiplano norte de Antioquia, es necesario

La producción de forraje está basada en la fertilidad natural del suelo, la cual debe ser complementada a través de la aplicación de fertilizantes, basada en los análisis de suelos.

tener en cuenta la baja fertilidad natural del suelo de la región. En esta zona, los cultivos tienen que adaptarse a estos limitantes edáficos y a los productos de la canasta agropecuaria para la producción de leche, entre ellos el nitrógeno, que están en el alcance presupuestal de quienes trabajan y explotan las tierras.

Para los efectos buscados en este estudio, primero se combinaron los factores primarios que intervienen en la producción de pasto, asociados al manejo y utilización de las pasturas y la necesidad de utilización de cantidades racionales de fertilizantes y agroquímicos. Además, se analizó el efecto que producen las fuentes de nitrógeno que ofrece el comercio, de acuerdo con las condiciones edáficas y las necesidades específicas del forraje para desarrollar todo su potencial, pero manteniendo la rentabilidad con las variables productivas, cantidad y calidad requerida para la explotación bovina de leche y carne. Esto conlleva a considerar como beneficio la maximización del rendimiento del forraje por fuente de nitrógeno, aplicado de forma racional, y el sostenimiento, con tecnología apropiada, de la eficiencia de la pradera.



Qué se debe considerar como la nutrición adecuada del pasto

Las plantas por ser organismos vivos requieren de una adecuada, oportuna y balanceada nutrición que se logra mediante los elementos esenciales para el crecimiento de las mismas. El primer grupo de dichos nutrientes lo constituyen el carbono, el hidrógeno y el oxígeno que se hallan en la atmósfera y el agua. Ellos son fundamentales en el proceso de fotosíntesis. El otro grupo está constituido por tres subgrupos: los elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio), elementos secundarios (calcio, magnesio y azufre) y los oligoelementos o elementos menores (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc). En estos últimos su clasificación obedece a las cantidades requeridas por parte de las plantas, más no a la importancia de los mismos.

En un sistema de producción agrícola se presenta una serie de procesos encadenados con el fin primordial de cumplirse el ciclo

vegetativo completo de las especies vegetales. Es importante considerar la relación directa que existe entre el suelo, las plantas y los factores ambientales. Una semilla comienza su germinación con su potencial genético y reservas alimenticias. Una vez ha germinado, su sistema radical comienza a interactuar con el suelo, tanto para anclaje como para la toma de nutrientes de la solución del suelo. Además, su parte aérea interactúa con la atmósfera, dándose un intercambio gaseoso y una recepción de energía solar que produce la fotosíntesis, en la que mediante la clorofila y el dióxido de carbono (CO_2), junto con el agua y los nutrientes tomados del suelo (vía xilema), se forman azúcares y se libera oxígeno. Estos azúcares dentro de la planta se mueven a través del floema y generan energía, grasas, almidones y proteínas que son almacenadas o utilizadas para llevar a cabo los procesos metabólicos de crecimiento, desarrollo y producción.



La producción bovina esta basado en el cultivo de pastos y forrajes como fuente de alimentación.

El nitrógeno en la producción de pasto

El nitrógeno (N) es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por ser un constituyente de cada célula viva, y es necesario para la síntesis de clorofila por lo que se relaciona directamente con la fotosíntesis. Es componente de las vitaminas y de los

sistemas energéticos de las plantas y, además, hace parte de los aminoácidos precursores de las proteínas, las cuales son formadoras de tejidos, y de la acumulación de materia seca y llenado de semillas y frutos. Este elemento, para ser utilizado por la planta, debe

ingresar al ciclo de movimiento del nitrógeno que consta de las siguientes fases:

1. Fase de fijación del N_2 : Consiste en la reducción del nitrógeno atmosférico a compuestos nitrogenados por combinación con el hidrógeno



y producción principalmente de amoníaco.

2. Fase de asimilación: La incorporación como amonio en la materia orgánica, a partir de nitratos o nitritos, se hace por efecto fisicoquímico con reacciones de reducción a través de enzimas oxidasas.

3. Fase de desasimilación: Por acción de las bacterias nitrificantes los compuestos de nitrógeno, mediante reacciones redox, se nitrifican o desnitrifican.

4. Fase de mineralización: Por hidrólisis de las proteínas y ácidos nucleicos, el nitrógeno orgánico pasa a amoníaco (NH_3) o amonio (NH_4^+) o

nitrato (NO_3^-) –amonificación. La mineralización neta de la materia orgánica del suelo depende del contenido de materia orgánica, de la humedad y la temperatura del suelo. En climas templados la mineralización neta anual es aproximadamente el 1,0% - 2,0% del nitrógeno total, lo que supone una producción de nitrógeno mineral de unos 40 a 150 Kilogramos por hectárea, en los primeros 30 centímetros del suelo.

5. Fase de nitrificación: Como la explica Arias (2004), consiste en la oxidación biológica autótrofa del amonio (NH_4^+),

primero a nitrito (NO_2) por la acción de las bacterias del género Nitrosomas, cuando la temperatura de suelo es superior a los 10 grados centígrado y luego las bacterias del género Nitrobacter a nitrato (NO_3), con la intervención de las bacterias nitrificantes del suelo. El amonio se produce tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, pero la formación de nitrato requiere oxígeno, por lo tanto, si predominan las condiciones reductoras, la formación de nitrato se dificulta. Estas reacciones de oxidación producen acidez en el suelo (figura 1).

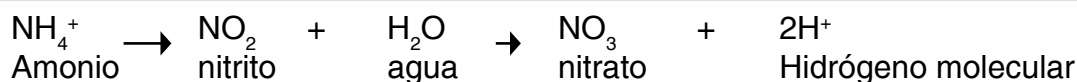


Figura 1. Proceso de nitrificación del Amonio.

El nitrato no es el único producto que se origina durante la nitrificación. Las diferentes reacciones que tienen lugar durante la nitrificación producen varios óxidos de nitrógeno (NO , N_2O , NO_2^-).

Dinámica de nitrógeno en suelo y plantas

El nitrógeno en el suelo está presente en tres formas principalmente: 1) El nitrógeno orgánico constituyente de la materia orgánica del suelo (no disponible para las plantas en crecimiento). 2) El amonio proveniente de la fijación en arcillas del suelo que va siendo liberado lentamente para ser aprovechado por las plantas (nitrógeno inorgánico). 3) Los Iones de nitrato y amonio que están presentes en la solución del suelo y que las plantas aprovechan fácilmente, también llamados fertilizantes nitrogenados.

El nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3^-) y en gramíneas como el arroz, el maíz y el trigo en forma de amonio (NH_4^+), aunque en cantidades relativamente pequeñas. El aprovechamiento del amonio se debe principalmente al ahorro de energía que hace la planta al no tomar el nitrato que requiere de la energía generada por los carbohidratos para ser reducido a amonio, para luego ir a formar aminoácidos y posteriormente proteínas dentro de la planta.

Pérdidas de nitrógeno a la atmósfera y al suelo

Son varias las formas en que se producen las pérdidas del nitrógeno en el suelo según Earl (1980).

1. Volatilización: Es la pérdida de amoníaco gaseoso desde la superficie del suelo a la atmósfera. En condiciones de pH alcalino, se transforma en amoníaco (NH_3), que es un gas volátil.

2. Lixiviación: En el nivel superficial del suelo se desarrolla la mayor actividad de tipo biológico y, en esta zona, la radícula tiene intensa actividad bioquímica. El nitrato (NO_3^-) obtenido es aprovechado por las plantas. Otra parte del que circula (los excedentes nítricos) va por el suelo en sucesión de “olas”, debido a su movilidad por percolación, a horizontes más profundos dependiendo de la saturación del suelo y otros continúan hasta las aguas subterráneas con velocidades que oscilan entre 50 y 100 centímetros por año. En un suelo saturado

o parcialmente saturado, el flujo vertical es lento y condiciona el tiempo de transferencia hacia la zona saturada, favorecida por reacciones de oxidación-reducción, procesos de absorción y adsorción, bioquímicos y procesos de dilución.

3. Desnitrificación: Es la conversión (reducción) por acción de bacterias heterótrofas, en condiciones anaerobias y en presencia de carbono asimilable, del nitrato en nitrógeno gaseoso (N_2) o en óxidos de nitrógeno (NO_2 , N_2O), los cuales pasan directamente a la atmósfera.

Las fuentes de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos y proteínas en la planta son los nitratos del suelo y el agua, pero también pueden afectar la acidez del suelo debido a que genera pares iónicos con elementos como calcio, magnesio y potasio, los cuales son fácilmente lixiviados y, al ser removidos, son reemplazados por iones H^+ .

Efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno sobre los pastos

El solo hecho de hacer aplicaciones de nitrógeno a las pasturas incrementa la producción. Estudios realizados por diferentes investigadores (Fernández, 2001 y Simic *et al.*, 2009) reportan crecimiento en la producción de Biomasa. Otros estudios han analizado los efectos de las diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de materia seca y la composición, el

aprovechamiento del nitrógeno por parte de los pastos y la utilización de los pastos por los animales, y han encontrando resultados variables.

Rodríguez (1970) reporta no hallar diferencia significativa en los resultados con *Digitaria decumbens*, *Digitaria pentzii* y *Cynodon dactylon*. Sánchez *et al.* (1985) estudiaron en pasto *Pennisetum clandestinum* el efecto de de tres fuentes nitrogenadas (urea, sulfato

de amonio y nitrato de amonio) durante la época de lluvias. Sobre la producción de biomasa, la proteína cruda, la fibra en detergente neutro y la digestibilidad *in Vitro* de la materia seca, ellos no encontraron diferencias significativas entre las fuentes. En 1987 realizaron un segundo trabajo para el período de sequia sin encontrar diferencia significativa.



Fuentes comerciales de nitrógeno

Las principales fuentes comerciales de nitrógeno son: amoníaco anhidro, soluciones de nitrógeno (UAN), nitratos de amonio, nitratos de calcio, nitratos de potasio, urea, sulfato de amonio y fosfatos de amonio.

En el estudio realizado en la zona de los

Llanos de Cuivá, en el municipio de Santa Rosa de Osos, altiplano norte de Antioquia, fueron evaluados las fuentes a partir de nitrato de calcio más boro (nitrato), difosfato de amonio (amoniacal) y nitrógeno ureico (urea), realizando cortes a los 21, 28 y 35 días de recuperación después de la cosecha.

Efecto de las fuentes de nitrógeno sobre la producción de forraje y su composición en el altiplano norte

En el tiempo de evaluación no se presentó diferencia estadística ($P > 0,05$) en la producción de forraje. En teoría las plantas absorben el nitrógeno después del proceso de amonificación. La fuente amoniacal y la nítrica no presentaron diferencia significativa frente al nitrógeno ureico, debido posiblemente a pérdidas de nitrógeno en el suelo por proceso de desnitrificación o lixiviación. Esta última es la causa más probable, teniendo en cuenta el grado de saturación del suelo y el régimen de lluvias. Los nitratos son de mucha movilidad en el suelo y en presencia de alta humedad se percolan fácilmente a los perfiles más profundos donde las radículas de la planta no lo alcanzan a tomar.

En forma práctica se puede decir que la aplicación de

fuentes nítricas en período de lluvias facilita las pérdidas de nitrógeno y, de esta manera, es menos eficiente la utilización del nitrógeno por parte de las plantas, que cuando su aplicación se hecha en períodos menos lluviosos. Las fuentes de nitrógeno como la urea, debido al proceso de amonificación que debe realizar para luego ser absorbido, puede permanecer mayor tiempo en la solución del suelo permitiendo de esta manera mayor asimilación.

Estos resultados confirman los trabajos realizados por Rodríguez (1970) y Dunavin (1975), donde no hubo diferencia estadística con las fuentes de nitrógeno aplicadas en la producción de forraje. Sin embargo, hay una relación directa entre la cantidad de nitrógeno aplicada y la cantidad de

forraje producido, por lo que se concluye que aplicaciones de 400 kg de N/ha/año con la fuente de nitrato se obtiene una respuesta positiva.

La composición del ryegrass no se vio afectada por la aplicación de las diferentes fuentes de nitrógeno con cortes a 21, 28 y 35 días (tabla 1). Es decir que las fuentes amoniacales, ureicas o nítricas no afectaron la composición bromatológica de los pastos, lo que corrobora los estudios realizados por Sánchez *et al.* (1987) en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

La fracción mineral (ASH) y la fibra detergente neutro (NDF) tampoco mostraron diferencia significativa para los tratamientos A, B y C (tabla 1); sin embargo se presentó diferencia en los tratamientos To y C.



Tabla 1. Análisis químico composicional del cultivo sin fertilización [Testigo (0)] comparado con los tratamientos a los 21, 28, 35, días con fertilización.

Ryegrass 21 días	MSP%	DM%	CP%	EE%	ASH%	NDF%	ADF%
Testigo ⁽⁰⁾	16,59	95,51	22,19	6,34	9,08	52,60	27,20
Tto Ureico ^(A)	15,77	94,60	23,97	6,26	9,98	50,23	27,68
Tto Amoniacal ^(B)	15,70	95,73	24,73	6,10	10,04	50,65	27,23
Tto Nítrico ^(C)	15,89	94,39	22,75	6,19	10,20	50,62	28,79

Ryegrass 28 días	MSP%	DM%	CP%	EE%	ASH%	NDF%	ADF%
Testigo ⁽⁰⁾	17,25	93,55	21,48	5,47	9,70	46,46	26,54
Tto Ureico ^(A)	18,37	93,38	21,57	5,45	10,00	47,39	27,17
Tto Amoniacal ^(B)	17,34	92,35	21,23	5,48	9,95	46,41	27,06
Tto Nítrico ^(C)	19,02	94,32	20,78	5,30	10,26	50,95	28,61

Ryegrass 35 días	MSP%	DM%	CP%	EE%	ASH%	NDF%	ADF%
Testigo ⁽⁰⁾	17,48	92,72	22,00	5,31	7,76	46,36	26,81
Tto Ureico ^(A)	18,01	93,54	20,47	5,05	9,98	47,10	27,18
Tto Amoniacal ^(B)	17,09	92,29	21,15	5,64	11,50	46,51	26,65
Tto Nítrico ^(C)	17,43	93,84	18,65	4,95	11,12	47,75	28,10

Evaluación de aminoácidos en ryegrass

La proteína verdadera de los forrajes se conforma de aminoácidos. Por esto, se evaluó el efecto sobre el perfil de aminoácidos de la proteína del ryegrass con diferentes fuentes de nitrógeno, en el corte 2 del día 28 de la segunda repetición, encontrando que no hay diferencia en la proporción de aminoácidos con respecto a la proteína cruda. Es probable que la síntesis de aminoácidos tenga una relación directa con la cantidad de proteína producida y no con la cantidad de nitrógeno asimilado.

El perfil de aminoácidos se observa con mayor contenido en el tratamiento amoniacal, aunque la relación de aminoácidos en comparación con la proteína es constante en los tres tratamientos.

Tabla 2. Análisis composicional de aminoácidos para el cultivo de ryegrass, a los 28 días de corte, fertilizado con diferentes fuentes de nitrógeno.
Fuente: Adisseo (Brasil, febrero de 2010).

Fuente de nitrógeno	T Ureico	T Amoniacal	T Nítrico
PC, %MS	20,38	21,09	20,48
Composición Aminoácidos, % MS (g/100 g)			
Ala	0,78	0,77	0,77
Aqr	0,47	0,48	0,42
Asp	1,66	1,67	1,44
Cys	0,26	0,26	0,24
Glut	1,92	1,98	1,71
Gly	0,77	0,87	0,77
His	0,12	0,19	0,21
Lle	0,73	0,63	0,77
Leu	1,26	0,19	1,40
Lys	0,55	0,58	0,56
Met	0,15	0,13	0,13
Phe	0,79	0,84	0,90
Pro	1,00	1,12	1,09
Ser	0,72	0,75	0,69
Thr	0,24	0,33	0,24
Val	1,39	1,21	1,33
Tyr	0,25	0,35	0,19
Total AA	13,06	13,35	12,86
Relación AA/PC	0,64	0,63	0,63

Evaluación económica de las fuentes nitrogenadas

Tabla 3. Evaluación del impacto de fertilización con tres fuentes de nitrógeno.

Análisis de costos fertilización con diferentes fuentes de nitrógeno				
Tratamiento	Testigo	Ureico	Amoniacal	Nítrico
Peso (k/m ²)	0,65	1,435	1,521	1,487
Materia seca (%)	0,18	0,17	0,18	0,19
FDN (%)	46,33	48,13	47,01	48,42
Pastoreo (días)	28	28	28	28
Número cortes (#)	13,04	13,04	13,04	13,04
CMS (%) [120/FDN (vaca/día)] (%)	2,6	2,5	2,6	2,5
CMS (kg/vaca) 520 kg	13,47	12,95	13,26	12,90
CMS (kg/vaca/año)	4916	4726	4840	4707
Req Energía (Mcal/vaca/año)	3650	3650	3650	3650
ENI (Mcal/kg)	1,30	1,30	1,30	1,30
Valor litro de leche (\$)	755	755	755	755
Forraje disponible	6.500,00	14.650,00	15.210,00	14.870,00
MS (kg/ha)	1.142,05	2.429,46	2.707,38	2.750,95
Forraje año	84.732,14	187.062,50	198.273,21	193.841,07
MS (kg/ha/año)	14.887,44	31.669,68	35.292,63	35.860,60
Capacidad de carga anual	3,03	6,70	7,29	7,62
Requerimiento energético (Mcal/UGG/año)	11.053,93	24.459,13	26.615,86	27.807,54
Aporte energético Pasto (Mcal/ha/año)	19.353,67	41.170,59	45.880,42	46.618,78
Balance energético para producción leche	8.299,74	16.711,46	19.264,56	18.811,24
Base forrajera (l/ha/año)	11.856,76	23.873,51	27.520,80	26.873,20
Retorno base forrajera (\$/ha)	8.951.857,42	18.024.498,80	20.778.204,48	20.289.267,99
Retorno base forrajera x fertilización (\$/ha)		9.072.641,38	11.826.347,06	11.337.410,57
Costo fertilizante (ha/año)	0,00	4.180.471,46	4.763.921,66	5.523.777,26
Utilidades (\$/ha)	0,00	4.892.169,92	7.062.425,40	5.813.633,31
Retorno Marginal (Ingresos/costo/variable inversión)	0,00	2,17	2,48	2,05

Fuente: Cooperativa COLANTA Ltda. Planta Alimentos Balanceados. Colombia, 2010.

Finalmente el criterio de selección de la fuente a utilizar es la relación entre el costo y el beneficio económico. Se encontró, para esta evaluación, que por cada peso invertido en fertilización se obtienen un ingreso. Al utilizar nitrógeno ureico es de

2,17 pesos, con fuente amoniacal 2,48 pesos y con nitrógeno nítrico 2,05 pesos. Para tomar la decisión de la mejor fuente a utilizar es importante tener en cuenta la dinámica del nitrógeno en el suelo y las condiciones ambientales que lo rigen.

Conclusiones generales

1 Los suelos del altiplano norte de Antioquia son de una baja fertilidad natural que requiere de aplicaciones de nitrógeno para cubrir los requerimientos del pasto. Sin embargo, la fuente de nitrógeno aplicada no tiene efecto sobre la producción de forraje por unidad de área; el efecto se obtiene con la cantidad de nitrógeno por unidad de área.

2 La dinámica del nitrógeno en el suelo y las condiciones ambientales influyen en la capacidad de la planta para la adecuada asimilación del nitrógeno. Al conocer este esquema se pueden utilizar estrategias adecuadas de fertilización que logren hacer más rentable la producción de pasto para la alimentación bovina.

3 La productividad, la rentabilidad y la competitividad están asociadas al manejo racional de las pasturas y la tecnología. La dosis correcta y la aplicación sincronizada de fertilizantes nos llevan a obtener cantidad y calidad de forraje.

4 La fertilidad y la calidad óptima del pasto ryegrass se ve afectada por las condiciones de clima y la presencia de plagas.

5 Se deben aplicar estrategias de fertilización diferentes para cada explotación para utilizar en forma eficiente el sistema suelo – planta – animal.

Referencias

- ARIAS, Sandra et al. Lixiviación de nitratos en dos suelos al alterar sus propiedades físicas. En: Revista EIA. Agosto, 2004. No. 2, p. 35-40.
- Efecto de la fertilización nitrogenada en la época seca sobre producción y valor nutritivo del pasto kikuyo bajo pastoreo en el Cantón de Coronado. En: Agronomía costarricense. Marzo, 1985. No. 9, p. 219-227.
- FERNÁNDEZ, G. Roberto. Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje, a medida que aumenta la dosis de fertilizante. En: Agricultura Técnica. Julio, 2001. No.61, p. 319-325.
- HERRERO, M. A. et al. Respuesta del raigrás anual a diferentes fuentes nitrogenadas y momentos de aplicación. En: Revista Argentina de Producción Animal. 2007. No. 27, p. 113-237.
- HOLMANN, Federico. et al. Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico Latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso colombiano. Cali: CIAT, 2003.
- ICONTEC; ICA. Compendio sobre fertilizantes en Colombia. Bogotá: ICONTEC, 2003. P. 28, 31, 40, 60,82, 90. NTC: 102, 122, 165, 1061, 1927, 2779.
- IMC. La ley del mínimo de Justus Von Liebig. [Online]. Disponible en Internet: <http://sul-po-mag.com/spanish/assets/agri-facts/agrifacts_Miscellaneous4.pdf> [citado 14 Nov, 2009].
- LACOPINI, L. et al. Respuesta de Raigrás anual a fuentes y dosis de nitrógeno en vertisoles de Entre Ríos. Buenos Aires. En: Congreso Argentino de Producción Animal. [Online] 2006. Disponible en Internet: <<http://www.aapa.org.ar/congresos/2006/PpPdf/PP14.pdf>> [citado 16 Ene., 2010].
- LOEWY, T. et al. Respuesta del pasto Llorón (*Eragrostis Curvula* L.) a dosis y fuentes de nitrógeno en el Sudoeste Bonaerense. En: Congreso Argentino de Producción Animal (26: 2003). [Online]. Disponible en Internet: <http://www.profertil.com.ar/investigaciones/Pasto_Iloron.pdf> [citado 21 Ene., 2010].
- MEJÍA, M., Mariano. Nombres científicos y vulgares de las especies forrajeras tropicales. Cali: CIAT, 1984. 75 p.
- SÁNCHEZ, Jorge Manuel, et al. Efecto de la fertilización nitrogenada en la época lluviosa sobre productividad, composición química y digestibilidad in vitro del pasto kikuyo bajo pastoreo en el Cantón de Coronado. En: Agronomía costarricense. Septiembre, 1983. No. 7, p. 9-15.
- SIERRA, José Oscar. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. 2 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2005. P. 103-107, 161-165, 194-195, 218-222.
- SIMIC, A. et al. Changes of crude protein content in Italian Ryegrass influenced by spring nitrogen application. En: Biotechnology in Animal Husbandry. Mayo, 2009. No. 25, p. 1171 - 1179.