

APLICACIÓN FRACCIONADA DE TRES DOSIS DE FUENTES NITROGENADAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.) EN BOTANA Y CHIMANGUAL, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

Amanda Silva P.¹
Dilia Marina Coral E.²
Juan Carlos Menjivar F.³

RESUMEN

Con el objeto de estudiar la aplicación fraccionada de dos fuentes de nitrógeno (nitrato de potasio, sulfato de amonio) y el fertilizante completo 27-10-6-5-6 (Colácteos) y tres dosificaciones (25, 7+95 y 150 kg N ha⁻¹) sobre el rendimiento de forraje verde, materia seca y proteína del forraje *Avena sativa* L. sembrada en dos suelos un Typic dystrandepets y un Typic humitropepts, se realizó un experimento utilizando un diseño factorial con arreglo en bloques completos al azar en las zonas de Botana y Chimangual ubicadas a 1°09'28.3"N, 77°16'29.5"O, y 1°0,3'4.0"N, 77°44'57.5"O respectivamente. La zona de Chimangual presentó rendimientos de forraje verde, materia seca y proteína muy superiores a los alcanzados en Botana, alcanzando valores promedios de 97.3, 15.3 y 2.04 t ha⁻¹ contra 45.3, 6.4 y 0.93 t ha⁻¹. Respecto a los fertilizantes estudiados, el 27-10-6-5-6 (Colácteos) mostró los mejores resultados en ambas zonas y con la dosis de 150 kg N⁻¹ha⁻¹; la respuesta del nitrato de potasio fue mejor en Chimangual con la dosis de 75 kg N⁻¹ha⁻¹ y en las variables materia seca y proteína.

Palabras claves: *Avena sativa*, fertilización, forraje verde, proteína, materia seca.

¹ Ing. Agr. M.Sc Profesor Catedrático, Universidad de Nariño. amandasilva@latinmail.com

² Ing. Agr. M.Sc Federación Nacional de Cerealeros. Pasto. Nariño. Colombia.

³ Ing. Agr. Ph.D. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia Palmira.
jcmenjivarf@palmira.unal.edu.co

ABSTRACT

In order to studying the fractional application of two nitrogen sources (nitrate of potassium, ammonium sulfate) and the complete fertilizer 27-10-6-5-6 (Colácteos) and three dosages (25, 75 and 150 kg N⁻¹ ha⁻¹) on the yield of green forage, dry matter and protein of the forage *Avena sativa* L. in both soils a Typic dystrandpeats and Typic humitropepts, It was carried out an experiment at random using a factorial design with arrangement in complete blocks in the areas of Botana and Chimangual located respectively to 1°09'28.3"N, 77°16'29.5"O, y 1°0.3'4.0"N, 77°44'57.5"O. The area of Chimangual presented yields of green forage, dry matter and protein very superior to those reached in Botana, reaching values averages of 97.3, 15.3 and 2.04 t ha⁻¹ against 45.3, 6.4 and 0.93 t ha⁻¹. Regarding the studied fertilizers, the 27-10-6-5-6 (Colácteos) it showed the best results in both areas and with the dose of 150 kg N⁻¹ ha⁻¹; the answer of the nitrate of potassium was better in Chimangual with the dose of 75 kg N⁻¹ha⁻¹ and in the variable dry matter and protein.

Key words: *Avena sativa*, fertilization, green forage, protein, dry matter.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es la mayor limitante de la actividad pecuaria regional y nacional; los pastos naturales implementados en las zonas ganaderas de Nariño debido a su bajo valor nutritivo y rendimiento no cubren los requerimientos de los bovinos en pastoreo, lo cual plantea la necesidad de utilizar forrajes suplementarios más eficientes para la producción de carne y leche (Corpoica, 2003).

La investigación en los últimos años ha logrado desarrollar plantas forrajeras de alto valor genético en producción y calidad de materia seca (Corpoica, 2003; Bernal, 1994). La *Avena sativa* L. var. Cayuse se adapta bien en suelos de Nariño con grandes perspectivas para la producción animal (Guerrero, 1998); su alto valor nutritivo puede ser modificado por la fertilización particularmente la nitrogenada, dependiendo del tipo de fuente utilizada y las dosis aplicadas (Villareal, 1994; Laredo, 1985 y Lotero, 1976).

Generalmente el nitrógeno es insuficiente en los suelos tropicales y es el elemento más importante para el crecimiento de las gramíneas, ya que influye positivamente en la producción de materia seca y contenido de proteína cruda (Crespo *et al.*, 1986). En la ganadería intensiva, los pastos y forrajes cultivados requieren cantidades adecuadas de nitrógeno, para poder lograr mayores producciones de materia seca y alta carga animal.

La respuesta a la fertilización nitrogenada depende del tipo de suelo, niveles de fertilidad, balance entre los distintos nutrimentos disponibles, especie de forraje y condiciones climáticas (Villamizar y Bernal, 1994; Mendoza, 1980; Izquierdo, 1981).

Buchanan y Cowan (1990), señalan que el rendimiento anual en pasturas de gramíneas tropicales como respuesta a la fertilización nitrogenada está relacionado con el nivel de N y modificado por los efectos de la lluvia, la capacidad del suelo para retener agua y la duración de la estación de crecimiento.

La fertilización nitrogenada aumenta la producción de forraje, sin afectar adversamente ni la calidad del pasto ni el consumo o la producción por parte de los animales (Soto *et al.*, 1980). Zurita y Vanegas (1986), cuando compararon el fertilizante completo 25-15-0 con tres fuentes nitrogenadas (urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio) en las variedades de raigrases tetralite y terli encontraron que los mayores rendimientos se obtuvieron con 25-15-0 con 50 kg N⁻¹ ha⁻¹ después de cada corte.

En un estudio realizado por Burbano y Sánchez (1986), en el Altiplano de Pasto, comparando tres fuentes de nitrógeno y un abono compuesto en *Pennisetum clandestinum* Hochst., la mayor producción de forraje seco se obtuvo con sulfato de amonio con 3.78 ton ha⁻¹ con dosis de 200 kg N⁻¹ ha⁻¹. Orrego y Restrepo (1986) encontraron que el rendimiento de forraje seco se incrementó considerablemente al aumentar las dosis de fertilizante hasta 300 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Bernal citado por Guerrero (1998) reportó que mientras especies como *Pennisetum clandestinum*, H. y *Dactylis glomerata* presentaron su máxima producción con fertilizaciones bajas, de alrededor de 25 kg N⁻¹ ha⁻¹, especies

con una mayor capacidad genética para producir forraje, como el raigrás, respondieron bien a dosis superiores cercanas a los 100 kg N ha⁻¹, después de cada pastoreo.

Fajardo *et al.*, (1992) estudiando el efecto de fuentes y niveles de nitrógeno sobre la producción y calidad del pasto raigras inglés *Lolium perenne* L. en un alfisol del departamento de Nariño, encontraron que las más altas producciones de materia seca se obtuvieron con la aplicación de nitrón-26 y sulfato de amonio con 150 kg N⁻¹ ha⁻¹ y la más baja con urea en la misma dosis y la tendencia fue a aumentar el contenido de proteína a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno.

Según el análisis de medias no se encontraron diferencias entre los niveles de 150 y 300 kg N⁻¹ ha⁻¹ para las especies Raygras y Bermuda, en cambio para kikuyo hubo significancia en los tres niveles estudiados (0, 150 y 300 kg N⁻¹ ha⁻¹). El contenido de proteína cruda más alto se encontró en el pasto kikuyo obteniéndose los mejores valores con la dosis de 300 kg N⁻¹ ha⁻¹ (Urbano, 1996).

El objetivo del presente estudio fue determinar el rendimiento en forraje verde y calidad medida como materia seca y contenido de proteína del forraje de *Avena sativa* L. var. Cayuse, con la aplicación de dos fuentes nitrogenadas (nitrato de potasio, sulfato de amonio) y un fertilizante completo 27-10-5-6-5 (Colácteos) y diferentes dosis de aplicación (25, 75 y 150 kg N⁻¹ ha⁻¹).

METODOLOGIA

Localización del proyecto. El presente estudio se realizó en suelos del Centro Experimental Botana y la finca de Chimangual de la Universidad de Nariño; el primero, ubicado a 1°0.3'4.0"N, 77°44'57.50"O, con una altura de 2820 msnm, temperatura promedio anual de 12,4°C, precipitación de 694 mm al año y humedad relativa del 77%; Chimangual está ubicada a 1°0.3'4.0"N, 77°44'57.5"O, con una altura de 3050 msnm, temperatura de 11°C, precipitación anual de 800 mm y humedad relativa del 75%.

La zona de Botana está clasificada como bosque seco montano bajo (bsMB) y la de Chimangual, como montano (M) (Holdridge, 1979). Los suelos de Botana y Chimangual corresponden a un Typic dystrandeps y a un Typic humitropepts respectivamente (IGAC, 1986).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño factorial con tres repeticiones. El factor A correspondió a:

1. Nitrato de potasio con una concentración del 13% de N y 44% de K_2O
2. Sulfato de amonio, con una concentración de 21% de N y 24% de S.
3. Fertilizante compuesto Colácteos grado 27-10-6-5-6.

El factor B correspondió a tres dosis de N :

- a. 25 kg N ha⁻¹
- b. 75 kg N ha⁻¹
- c. 150 kg N ha⁻¹.

Preparación del suelo y siembra. La preparación del suelo en ambas zonas se realizó con tractor, una arada y una rastrillada; se sembró semilla de avena forrajera certificada var. Cayuse, la cual se regó al voleo, teniendo en cuenta el requerimiento de semilla/ha (100 kilos ha⁻¹).

Aplicación de los tratamientos. Las dosis indicadas de los fertilizantes se aplicaron fraccionadas (50% en la siembra y 50% a los 45 días), teniendo en cuenta igualar las cantidades de elementos diferentes al nitrógeno con fuentes simples que contienen P, K, S y Mg. Ambos ensayos se establecieron en época de lluvias entre los meses de Noviembre del 2004 y Enero del 2005.

VARIABLES EVALUADAS

Rendimiento de forraje, materia seca y porcentaje de proteína. Cuando el 50% de las plantas de cada unidad experimental presentaron el grano en estado lechoso, se procedió a cosechar la producción de forraje de un área de 1 m x 1m, utilizando un marco metálico que fue lanzado al azar sobre cada una de las parcelas; el forraje cosechado se pesó y se transformó a ton ha⁻¹.

La cosecha en Botana se presentó a los 75 días y en Chimangual a los 80 días. Para la determinación de materia seca se pesaron 500 g del forraje cortado en cada unidad experimental, se empacó en bolsas de papel previamente rotuladas y perforadas, las cuales se llevaron a estufa a una temperatura de 70°C durante 48 horas hasta obtener peso constante. Se tomó el peso y se determinó la materia seca transformando la producción a toneladas por hectárea.

Para la determinación de porcentaje de proteína se tomaron 500 gramos de pasto el cual fue llevado a la estufa a una temperatura de 70°C, posteriormente se molió en un molino marca VED Muhlenbav 8255 y se procedió a determinar el contenido de proteína total, siguiendo la metodología de Cortes y Viveros (1975). Con este dato se obtuvo la producción de proteína por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento. En la tabla 1 se observan los datos correspondientes al rendimiento de forraje de la *Avena saliva* L. obtenido en dos zonas del departamento de Nariño con la aplicación fraccionada de tres dosis de nitrato de potasio, sulfato de amonio y fertilizante completo 27-10-6-5-6 (Colácteos).

Los rendimientos promedios más altos encontrados fueron de 97.3 t ha⁻¹ de forraje fresco alcanzados en la zona de Chimangual con el fertilizante Colácteos y en dosis de 75 kg ha⁻¹ y de 46.0 ton ha⁻¹ en la localidad de Botana con Colácteos en dosis de 150 kg N ha⁻¹.

Estos resultados evidenciaron diferencias en el rendimiento forrajero alcanzado entre ambas localidades de 51.3 t ha⁻¹; la deficiencia de nitrógeno puede limitar seriamente la producción en suelos con bajo contenido de materia orgánica (Castillo y Amezquita, 2003) o en aquellos que la toma de nutrientes no se lleva a cabo eficientemente debido a restricciones del suelo como son sus propiedades físicas (Amezquita y Escobar, 1996), características predominantes de los suelos de Botana.

Tabla 1. Rendimiento de forraje verde, materia seca y proteína ($t\ ha^{-1}$) de *Avena sativa* L. obtenidos con la aplicación de tres dosis de fuentes de nitrógeno en las localidades de Botana y Chimangual, departamento de Nariño.

LOCALIDAD	FUENTE	DOSIS $kg\ N^{-1}\ ha^{-1}$	RENDIMIENTO $t\ ha^{-1}$		
			FORRAJE VERDE	MATERIA SECA	PROTEINA
BOTANA	Nitrato de potasio	25	27.2	4.8	0.31
		75	35.0	5.7	0.53
		150	27.3	4.6	0.38
	Sulfato de amonio	25	30.1	6.1	0.61
		75	35.5	6.4	0.67
		150	36.0	4.9	0.53
	Colácteos	25	27.6	4.9	0.39
		75	32.0	5.2	0.72
		150	45.3	6.3	0.93
CHIMANGUAL	Nitrato de potasio	25	41.6	6.9	0.90
		75	50.0	9.7	1.56
		150	52.0	13.6	1.75
	Sulfato de amonio	25	48.0	6.6	0.86
		75	48.0	6.9	0.84
		150	36.6	5.6	0.90
	Colácteos	25	41.3	6.0	0.67
		75	97.3	10.6	1.75
		150	90.6	15.3	2.04

El análisis de varianza permitió detectar diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre las localidades, las fuentes, las dosis y las interacciones localidad*fuentes, fuente*dosis y localidad*fuentes*dosis; la interacción localidad*dosis presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (Tabla 2).

En el análisis de la interacción triple la *Avena sativa* L. sembrada en Chimangual respondió marcadamente a la fertilización nitrogenada, lográndose el máximo rendimiento con el nivel de 75 kg ha⁻¹ con el fertilizante Colácteos, efecto que se atribuye a que el nitrógeno influye en el proceso de fotosíntesis, además estimula la producción de rebrotes, incrementa el área foliar, la longitud de los tallos y hojas, así como el número de entrenudos por tallos (Buitrago y Cruz, 1983; Cardenas y Rueda, 1983; Orrego y Restrepo, 1986; Bernier y Torres, 1983).

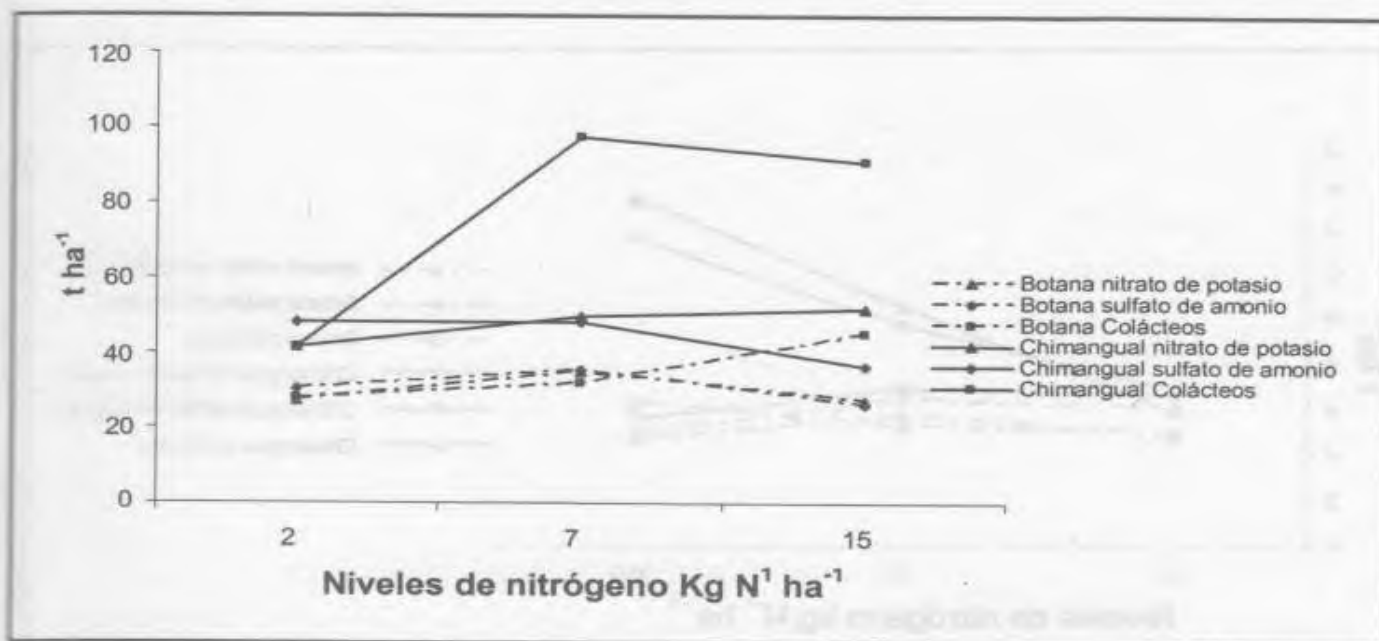
Tabla 2. Análisis de varianza para las variables rendimiento de forraje verde, materia seca y proteína en *Avena sativa* L. obtenido en dos localidades, con tres fuentes nitrogenadas y tres dosis.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		FORRAJE VERDE	MATERIA SECA	PROTEINA
Local	1	8032.48**	83.48**	3.29**
Fuente	2	1867.21**	24.82**	1.07**
Local*Fuente	2	1005.01**	26.08**	0.35**
Dosis	2	913.80**	13.11**	0.70**
Local*Dosis	2	295.59*	11.06**	0.16ns
Fuente*Dosis	4	705.14**	18.25**	0.42**
Local*Fuente*Dosis	4	395.21**	6.67**	0.09ns
Error	36	36.11	1.33	0.049
Cv		18.06	17.25	27.33

** P < .01. ns: no significativo.

El incremento en las dosis de aplicación de nitrato de potasio no significó aumentos de la producción y con sulfato de amonio los incrementos en las dosis se tradujeron en disminución del forraje producido (Figura 1).

Figura 1. Efecto de la aplicación de tres dosis de fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento en *Avena sativa* L., 2005

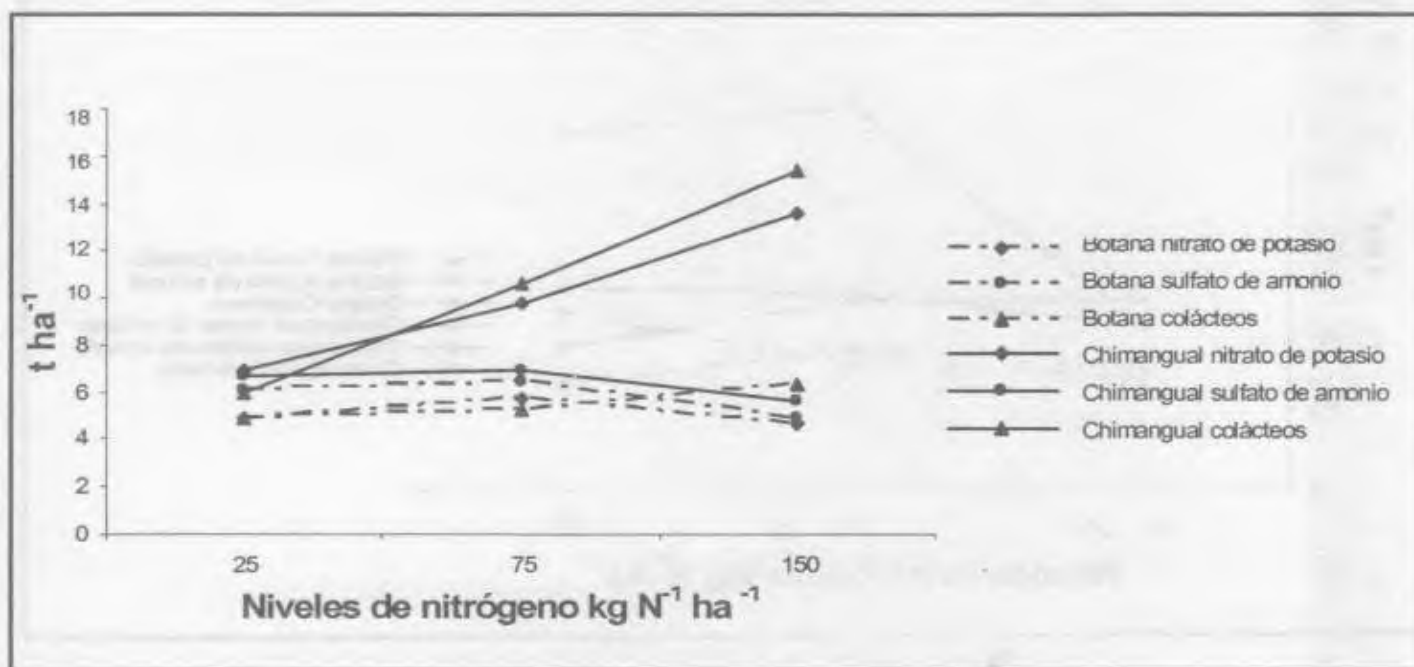


En la localidad de Botana, la respuesta en la producción de forraje verde al incrementar las dosis aplicadas fue escasa; con el fertilizante completo Colácteos se presentaron ligeros incrementos, con el nitrato de potasio y el sulfato de amonio se observó una menor producción con la dosis más alta (150 kg N ha⁻¹), lo cual indica una ventaja de ahorro del fertilizante nitrogenado utilizando dosis solamente de 75 kg N ha⁻¹.

Materia seca. La producción de materia seca en la *Avena sativa* L. fue mayor en Chimangual con un valor promedio máximo de 15.3 t ha⁻¹, el cual se alcanzó con el fertilizante Colácteos en una dosis de 150 kg N ha⁻¹. En la localidad de Botana se alcanzaron valores inferiores en cuanto a la producción de materia seca con un mínimo de 4.6 t ha⁻¹, correspondiente a la aplicación de 150 kg N ha⁻¹ de nitrato de potasio (Tabla 1).

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre todas las fuentes de variación estudiadas, incluyendo los efectos simples y las interacciones (Tabla 2). La figura 2 permite observar el comportamiento de los tratamientos estudiados en una interacción localidad*fuente*dosis.

Figura 2. Efecto de la aplicación de tres dosis de fuentes nitrogenadas sobre la producción de materia seca en *Avena sativa* L., 2005



En Chimangual, los incrementos en las dosis de aplicación del fertilizante 27-10-6-5-6 (Colácteos) y del nitrato de potasio, incrementaron la producción de materia seca, mientras que con sulfato de amonio, no se observaron incrementos en la materia seca producida al incrementar las dosis de aplicación.

Posiblemente la respuesta del Colácteos y nitrato de potasio se debió a que con la humedad existente en el suelo debido al ciclo de lluvias existentes permitió un mayor crecimiento de las plantas sometidas a altas dosis de fertilización nitrogenada lo que se puede demostrar en su mayor rendimiento de materia seca.

Tendencias similares encontradas por Soller y Rhykerd citados por Guerrero (1998), reportaron disminuciones de hasta el 7% en el contenido de materia seca del forraje cuando se fertiliza con dosis altas de N, debido a un incremento en el contenido de agua en la planta, factor que pudo coincidir con la respuesta de la *Avena sativa* L. a la fertilización con sulfato de amonio en dosis de 150 kg N⁻¹ ha⁻¹.

En Botana, las variaciones en la producción de materia seca en $t\ ha^{-1}$ con diferentes fuentes y dosis de nitrógeno fueron escasas; con las dosis de 75 y 150 $kg\ N^{-1}\ ha^{-1}$ de nitrato de potasio y sulfato de amonio la producción de materia seca mostró una ligera reducción mientras que con Colácteos se observó una ligera tendencia al alza.

Resultados similares fueron reportados por Urbano (1996), estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales, los valores de materia seca sin aplicación de nitrógeno fueron bajos; las gramíneas Raygras y bermuda incrementaron su rendimiento de materia seca en un 60% cuando se fertilizó con 300 $kg\ N\ ha^{-1}$; observándose un mayor aumento en el pasto Kikuyo.

Producción de proteína. El estudio de la utilización de fuentes de nitrógeno en diferentes dosis mostró variaciones en la cantidad de proteína de *Avena sativa* producida en las localidades de Chimangual y Botana.

Las mayores cantidades de proteína producida en la avena forrajera se alcanzaron con 150 $kg\ N\ ha^{-1}$ del fertilizante Colácteos en Chimangual (2.04 $t\ ha^{-1}$) mientras que con la aplicación de 150 $kg\ N\ ha^{-1}$ de Colácteos en Botana, solamente se obtuvieron 0.92 $t\ ha^{-1}$ (Tabla 1).

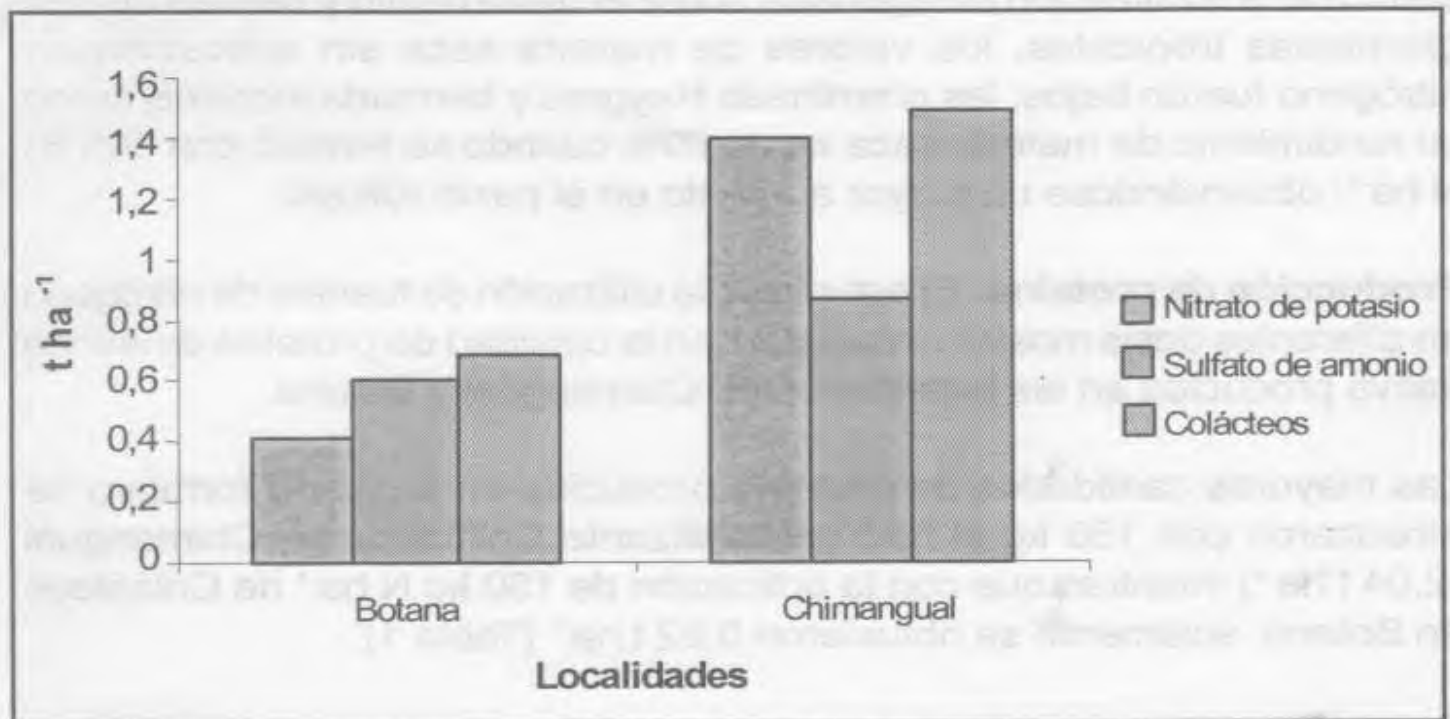
Es posible que unas mejores condiciones del suelo y medio ambientales de la zona de Chimangual hayan sido variables determinantes de unas mejores producciones de proteína del forraje de la *Avena sativa* L., factores que influyeron en una mejor intensidad de nutrientes en la fase solución del suelo, acumulación de nutrientes en las raíces y su posterior translocación a la parte aérea de la planta para una mayor conversión del nitrógeno en la planta.

El análisis de varianza (Tabla 2) mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.05$) en los efectos simples y en las interacciones localidad*fuentes y fuentes*dosis.

En la interacción localidad*fuentes se pudo observar que para la localidad de Botana el orden de producción de proteína en avena de las fuentes analizadas fue nitrato de potasio (0.41 $t\ ha^{-1}$), sulfato de amonio (0.60 $t\ ha^{-1}$)

y Colácteos (0.68 t ha^{-1}); en Chimangual, fue importante la producción de proteína en avena alcanzada con Colácteos (1.49 t ha^{-1}) y con nitrato de potasio (1.40 t ha^{-1}) comparada con la obtenida con sulfato de amonio (0.87 t ha^{-1}) (Figura 3).

Figura 3. Efecto de tres fuentes nitrogenadas sobre la producción de proteína, 2005.

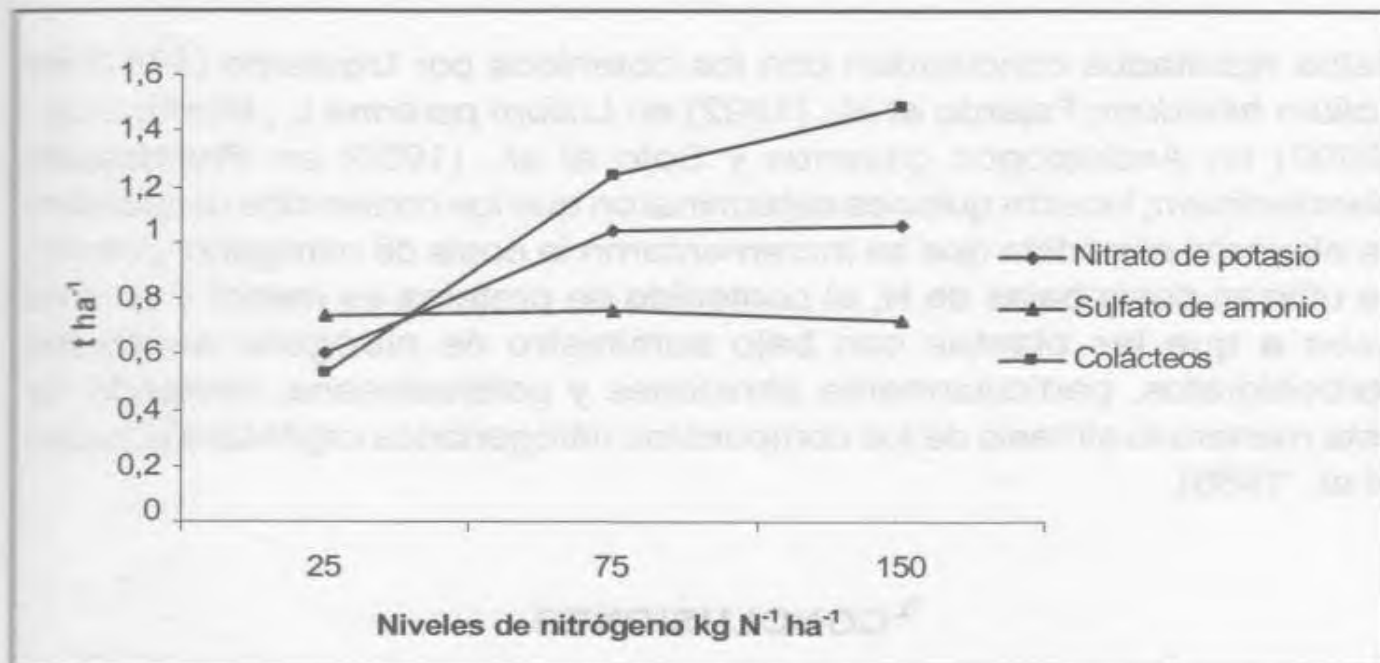


La acción del fertilizante Colácteos es consistente en ambas regiones; sin embargo el nitrato de potasio mostró un mejor comportamiento en la zona de Chimangual e iguala a Colácteos.

Estudios similares como los realizados por Zurita y Vanegas (1986), no encontraron respuesta por la aplicación de urea y nitrato de amonio sobre el contenido de proteína (%) en el forraje de los raigrases tetralite y terli, pero reportaron una buena respuesta de sulfato de amonio y fertilizante completo 25-15-0.

La figura 4 muestra el comportamiento de la interacción fuente*dosis.

Figura 4. Efecto de la aplicación de tres dosis de fuentes nitrogenadas sobre el contenido de proteína en *Avena sativa* L., 2005.



Quando se utilizó nitrato de potasio, la producción de proteína en avena creció con la dosis media aplicada pero no se observaron incrementos significativos con la dosis alta (0.60, 1.04 y 1.06 t ha⁻¹ para las dosis de 25, 75 y 150 kg ha⁻¹, respectivamente).

Una mejor respuesta de la *Avena sativa* L. en estas condiciones evidencia que las fuentes, dosis y frecuencia de aplicación del fertilizante nitrogenado deben ser adecuadas, ya que altas dosis pueden ser costosas y sin un efecto positivo en la calidad del forraje.

Con sulfato de amonio, los rendimientos de proteína en avena fueron similares con las tres dosis utilizadas (0.73, 0.75 y 0.71 t ha⁻¹ con 25, 75 y 150 kg N⁻¹ ha⁻¹, respectivamente).

Quando se aplicó Colácteos, el incremento en las dosis de aplicación se reflejó en aumentos significativos en la producción de proteína con 0.53, 1.23 y 1.48 t ha⁻¹ correspondientes a las dosis de 25, 75 y 150 kg ha⁻¹.

Efecto que se atribuye a que a medida que se aumenta la dosis del fertilizante nitrogenado los carbohidratos estructurales disminuyen y el contenido de proteína ($t\ ha^{-1}$) se incrementa influyendo en el valor nutritivo de los pastos (Kemp, 1976).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Izquierdo (1981) en *Lolium hybridum*; Fajardo *et al.*, (1992) en *Lolium perenne* L.; Martin *et al.*, (2000) en *Andropogon gayanus* y Soto *et al.*, (1980) en *Pennisetum clandestinum*, Hoecht quienes determinaron que los contenidos de proteína se elevaron a medida que se incrementaron la dosis de nitrógeno; cuando se utilizan dosis bajas de N, el contenido de proteína es menor y esto se debe a que las plantas con bajo suministro de nitrógeno acumulan carbohidratos, particularmente almidones y polifruktosana, limitando de esta manera la síntesis de los compuestos nitrogenados orgánicos (Crespo *et al.*, 1986).

CONCLUSIONES

La productividad de forraje verde, materia seca y proteína de *Avena sativa* L. var. Cayuse fue superior en la zona de Chimangual comparada con la zona de Botana con valores promedios de 97.3, 15.3 y 2.04 $t\ ha^{-1}$ contra 45.3, 6.4 y 0.93 $t\ ha^{-1}$ respectivamente.

En cuanto a los fertilizantes, Colácteos fue el de mejor comportamiento, seguido del nitrato de potasio y de sulfato de amonio.

La evaluación de las dosis mostró una respuesta positiva de Colácteos a incrementos hasta 150 $kg\ ha^{-1}$, el nitrato de potasio hasta 75 $kg\ ha^{-1}$ y el sulfato de amonio no presentó respuesta a los incrementos en la dosis de aplicación.

BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA, E. y ESCOBAR, C. 1996. Degradación de tierras en regiones húmedas In Congreso latinoamericano de la ciencia del suelo. Sao Paulo, Brasil, SCCS. 1996. 24 p.
- BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª. Ed. Banco Ganadero. 1994. 575 p.
- BERNIER, P. y TORRES, B. Efecto de la fertilización con NPK y S sobre la producción y calidad de la Colza forrajera (*Brassica sp.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bogotá, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, 1983. 68 p.
- BUCHANAN, I. y COWAN, R. Nitrogen level and enviromental effects on the annual dry matter yield of tropical grasses: Trop. Grass. 1990. 24: 299-304.
- BUITRAGO, A. y CRUZ, G. Niveles óptimos de fertilización compuesta en tres variedades de raigrases tetraploides. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tunja, Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1983. 75 p.
- BURBANO, G. y SANCHEZ, J. Respuesta del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hochst a tres fuentes de nitrógeno y un abono compuesto en el Altiplano de Pasto. Tesis Zoot. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de zootecnia. 1986. 61 p.
- CARDENAS, A. y RUEDA, V. Adaptabilidad y niveles óptimos de fertilización en las variedades de raigrases tetraploides Tetrablend 30, Tetrablend 120 y raigras italiano. Tesis de ingeniero Agrónomo. Tunja, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1983. 68 p.
- CASTILLO, J y AMEZQUITA, E. Erosión hídrica y degradación de suelos en laderas andinas. Revista de Ciencias Agrícolas. Volumen XX-Número I-II, 2003. Pp. 80-81.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (CORPOICA). Obonuco Avenar: nueva variedad mejorada de avena forrajera para la alimentación de bovinos de los sistemas de producción del altiplano de Nariño. San Juan de Pasto, CORPOICA. 2003. 20 p.

CORTES, F. y VIVEROS, M. Guía de laboratorio para análisis bromatológicos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, FACIA 1975.

CRESPO, G; ASPIOLEA, J y LÓPEZ, M. Nutrición de pasto. En: Los pastos en Cuba (Ed. M. Sistachs, G. Crespo, G. Febles, R.S. Herrera, T.E. Ruiz). La Habana, Producción EDECA. 1986. p. 345-416.

FAJARDO, I.; MUÑOZ, R. y BENAVIDES, H. Efecto de fuentes y niveles de nitrógeno sobre la producción y calidad del pasto Raigra ingles *Lolium perenne* L., en un alfisol del departamento de Nariño. Tesis de Ingeniero Agrónomo. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 1992. 80 p.

GUERRERO, R. Fertilización de pastos mejorados. En: Fertilización de cultivos en clima frío. 2ª. Reimpresión. Abonos Nutrimos: 1993. 157-175.

HOLDRIDGE, L. Ecología. San José, Costa Rica, IICA. 1979. 216 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Estudio general de suelos del nororiente del departamento de Nariño. Bogotá: IGAC. 1986. 558 p.

IZQUIERDO, P. Efecto de la frecuencia de corte, la fertilización nitrogenada y la densidad de siembra sobre la producción de materia seca del raigrás aubade (*Lolium hybridum*): Tesis de Zootecnista. Bogotá. Universidad Nacional. Facultad de Zootecnia. 1981. 105 p.

KEMP, D. The influence of cutting frequency and nitrogen fertilizer on the growth of kikuyu grass. Australian J. Exp. Agric. and Anim. Husb. 1976. 16: 382-386.

LAREDO, M. 1985. Tabla de contenido nutricional de los pastos y forrajes de Colombia. ICA-Colanta.

LOTERO, J. Fertilización de pastos. En: Curso de Pastos y Forrajes. ICA. Compendio No. 11. 1976. pp. 97-128.

MARTIN, V., DIONISIO, U., RIVAS, E., y FARIÑAS, J. Efecto de fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. ZOOTECNIA TROPICAL. 2000. Vol.18(2):237-254.

MENDOZA, P. Fertilización de praderas en Colombia. Suplemento Ganadero. 1980. 1(4): 19-30.

SOTO, L., LAREDO, M. y ALARCON, E. 1980. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoescht) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Revista ICA 15 (2):79-80.

ORREGO, H. y RESTREPO, C. 1986. Producción de materia seca y composición química del tetrablend 444 (*Lolium hybridum*), bajo diferentes niveles de fertilización. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Medellín. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agrícolas.

URBANO, D. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. Venezuela. Mérida. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1997, 14: 129-139.

VILLAMIZAR, F. y BERNAL, J. Fertilización de pastos. En: Curso de pastos y forrajes. 1994. ICA PP. 82-101.

VILLAREAL, M. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos Costa Rica. Pasturas Tropicales. 1994. 16 (1): 27-31.

ZURITA, V. y VANEGAS, C. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de forraje y la acumulación de nitratos y nitritos en los raigrases tetrelite y terli. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bogotá, Universidad Nacional, facultad de Agronomía. 1986. 119 p.