

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y AZUFRE
SOBRE LA RECUPERACIÓN DE UNA PRADERA DEGRADADA DE
KIKUYO *Pennisetum clandestinum* Hochst, EN LA FEDERACIÓN
COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA-FEDEPAPA, OBONUCO,
NARIÑO (COLOMBIA)¹.**

**EFFECT OF FERTILIZATION WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND
SULFUR ON THE RECOVERY OF DEGRADED MEADOW OF KIKUYO
GRASS *Pennisetum clandestinum* Hochst, FEDERACIÓN COLOMBIANA DE
PRODUCTORES DE PAPA-FEDEPAPA, OBONUCO, NARIÑO (COLOMBIA).**

Carlos Andrés Alava Cruel², Henry Fernando Gómez Mejía², Amanda Silva Parra³

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes fuentes que contenían nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) a los 30 y 45 días de corte, sobre las variables de producción y calidad en una pradera degradada de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) ubicada en la Granja Experimental de FEDEPAPA, Obonuco, departamento de Nariño. Se trabajó un diseño de bloques completos al azar (BCA) en arreglo factorial, el factor A correspondió a las diferentes fuentes fertilizantes resultantes de las combinaciones de sulfato de amonio (SAM), fosfato diamónico (DAP), Urea, superfosfato triple (SPT) y Azufre y el factor B a dos épocas de corte, para un arreglo 8 x 2 en tres repeticiones para un total de 48 observaciones. Se presentaron diferencias altamente significativas en las fuentes fertilizantes para las variables forraje verde (FV), materia seca (MS) y % de proteína ($p < 0.01$), en las épocas de corte para el % de proteína ($p < 0.01$) y en la interacción fuentes*épocas de corte para % de proteína. Los mayores contenidos de FV y MS se presentaron con las aplicaciones de SAM (17,48 ton/ha y 4,01 ton/ha), SAM estadísticamente similar a SAM + SPT con (14,85 ton/ha) y los menores valores en forraje verde y materia seca se obtuvieron con SPT (5.94 y 1.65 ton/ha).

Palabras claves: fertilización, materia seca, forraje verde, proteína.

(1) Artículo científico presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal, 2010.

(2) Estudiantes de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.
E-mail: caac87950@hotmail.com E-mail: pulpofercho@hotmail.com

(3) Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E.mail: amanda.silvaparra@gmail.com

Los porcentajes de proteína fueron más altos con SAM + SPT (18.94%) similares estadísticamente a DAP y Urea (18,78 y 17,71%) y las menores respuestas se dieron por efecto del testigo (12,13%) similares estadísticamente a SPT+S y SPT con valores de (12,46 y 12,54%). A los 30 días con el primer corte se encontraron los mayores % de proteína comparados con el segundo corte realizado a los 45 días. Los mayores incrementos en los % de proteína se dieron con SPT+SAM a los 30 días (21,77%) y los menores con el testigo a los 30 días (11,35%).

ABSTRACT

The effect of different fountains containing nitrogen (N), phosphorus (P) and sulfur (S) on the variables of production and quality in a degraded meadow of kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) was evaluated after 30 and 45 days of cut. The meadow was located in the experimental farm of FEDEPAPA, in Obonuco, Department of Nariño. A design of complete random blocks was used (BCA) in a factorial arrangement, factor A corresponded to the different fertilizing fountains resulting from the combination of ammonium sulphate, diammonium phosphate, urea, triple superphosphate, and sulphur. Factor B at two cut times, for an arrangement of 8x2 in three repetitions for a total of 48 observations. Highly meaningful differences were found in the fertilizing sources for the variables of green forage, dry matter y protein percentage ($p<0.01$), in the cut times for the protein percentage ($p<0.01$) and in the interaction fountains*cut times for the protein percentage. The biggest contents of green forage, dry matter were presented with the applications of diammonium phosphate (17,48 ton/ha y 4,01 ton/ha), diammonium phosphate statistically similar to diammonium phosphate + triple superphosphate with (14,85 ton/ha) and the lowest values in green forage and dry matter were obtained with superphosphate (5.94 y 1.65 ton/ha). Effect of the witness (12,13%) statistically similar to triple superphosphate +Sulphur and triple superphosphate with values of (12,46 y 12,54%). 30 days after with the first cut highest percentages of protein were found compared to the second cut made after 45 days. The highest rise in the percentages of of protein happened with the triple superphosphate + ammonium sulphate at 30 days (21,77%) ad the lowest with the witness at 30 days with (11,35%).

Key words: fertilization, dry matter, green forage, prote

INTRODUCCIÓN

Durante varias décadas el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst), se ha constituido en la base de la alimentación de los sistemas de producción lechera especializada en Colombia y en la zona Andina de Nariño (Guerrero, 1998; Laredo y Mendoza 1982; Soto et al 1980). Esto se debe a que su hábito de crecimiento lo hace sumamente agresivo ante la invasión de otras forrajeras, a que es resistente al pisoteo y responde positivamente a la fertilización orgánica y química (Urbano, 1997; Orozco, 1992; Guerrero, 1998).

El pasto kikuyo cuando ha sido mal manejado se acolchona y se rebaja significativamente su producción (Bernal, 1998), un 35% de las praderas sembradas en (*Pennisetum clandestinum*) en la Granja experimental de FEDEPAPA se encuentran en este estado, una pastura degradada sin renovación decrece su rendimiento con el tiempo hasta cuando la producción no es suficiente o las especies remanentes no son tomadas por los animales por cambios en la composición botánica. La degradación no se puede recuperar naturalmente sino con técnicas que involucran prácticas externas entre ellas la fertilización de pasturas (Cuesta et al, 2002; CORPOICA, 2004).

Varios estudios realizados en Colombia (Buitrago y Cruz, 1983; Carrillo y Avella, 1985; Burbano y Sánchez, 1986; Bernier y Torres, 1986; Fajardo et al, 1992; Silva et al, 2006; Segura y Rojas, 2008), evidencian que la fertilización nitrogenada y las combinaciones NP, NS, NPS son fundamentales para mantener altos rendimientos en las pasturas.

El kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sin mezclas responde bien a la aplicación de N, la respuesta a la fertilización nitrogenada depende del tipo de suelo, niveles de fertilidad, balance entre los distintos nutrimentos disponibles y condiciones climáticas (Villamizar y Bernal, 1994; Bernal, 1998; Mendoza, 1980).

El efecto general de la aplicación de N se evidencia en el aumento en producción de MS y proteína por unidad de área, así como la producción de grandes cantidades de hojas, cuando se dispone de suficiente humedad. Según Noller y Rhykerd (1974) se han

reportado disminuciones de hasta un 7% en el contenido de MS de los forrajes, cuando se fertiliza con N, debido a un incremento en el contenido de agua en la planta.

Los andisoles son suelos derivados de cenizas volcánicas que cubren una apreciable área de América Central y América del Sur. La fracción arcilla de estos suelos está dominada por alófana, imogolita y halloisita (minerales amorfos de rango corto) que provienen de la meteorización de los materiales piroclásticos producto de recientes deposiciones volcánicas. La formación de materiales complejos humus-arcillas, humus-Al, dificultan la mineralización de la materia orgánica y no solamente se dan deficiencias en fósforo, sino también en nitrógeno y azufre, acumulándose la materia orgánica (Espinosa et al, 1987). Los suelos de Obonuco corresponden a una clasificación *Vitric hapludans* (IGAC, 1988).

Las necesidades de fósforo en pastos, dependen de las propiedades del suelo, que de las especies de gramíneas presentes. Aunque algunas de las especies que responden fuertemente al nitrógeno se consideran como tolerantes a poco fósforo disponible en el suelo como es el caso del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), su alta tasa de crecimiento a causa de la fuerte fertilización nitrogenada, aumenta su necesidad de fósforo (Sánchez, 1981).

Investigaciones conducidas en los últimos años ha demostrado que el complejo humus aluminio (Al) juega un significativo papel en el comportamiento químico de los Andisoles (Espinosa et al, 1987). Una de las características más importantes de los Andisoles es su capacidad para inmovilizar fósforo (P) en la superficie de los minerales amorfos. Siendo la principal limitante química de los Andisoles en la producción de cultivos. La capacidad de fijación de P de los Andisoles varía con el tipo de arcilla presente y esto a su vez cambia el efecto residual de las aplicaciones de fosfato (Espinosa et al, 1987).

Los pastos extraen grandes cantidades de azufre (50 a 84 kg/ha de S). Cuando se usa sulfato de amonio o superfosfato simple generalmente se satisface esta necesidad, sin

embargo con otras fuentes de fertilizantes las deficiencias de azufre son comunes y para su corrección se requieren aplicaciones anuales de S (Sánchez, 1981).

El incremento en la dosis de Azufre de 20 a 60 kg/ha agregado como sulfato de calcio causó incrementos significativos en el rendimiento de materia seca en colza forrajera (*Brassica* sp), cuando se utilizó 112-25-25 ocasionó incrementos de a 12 a 16 ton/ha de MS, con 112-75-5 ocasiono incrementos de 8 a 12.5 ton/ha de MS y con 37-75-25 ocasionó rendimientos de materia seca de 2.5 a 8.5 ton/ha de MS (Bernier y Torres, 1986).

Lo anterior supone que la fertilización en la producción ganadera del país debe aumentar su importancia y significación en corto plazo. El objetivo general del presente trabajo fue medir el efecto de diferentes fuentes que contenían nitrógeno, fósforo y azufre sobre la recuperación de una pradera degradada sembrada en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) medida en la producción de forraje verde (FV) (ton/ha) y su calidad medida en materia seca (MS) en ton/ha y % de proteína a los 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos.

METODOLOGIA

El estudio se llevó a cabo en la Granja de la Federación Colombiana de productores de papa- FEDEPAPA, ubicada en Obonuco, departamento de Nariño, con una temperatura promedio de 12°C, humedad relativa de 70%, altura sobre el nivel del mar de 2710 msnm. Coordenadas geográficas de Latitud, 1°12'52.48"N. • Longitud, 77°16'41.22"O. El suelo del área experimental se clasifico como un andisol *Vitric hapludans* (IGAC, 1988), de textura franco arcilloso arenoso, con 9.45% de materia orgánica, un PH de 5,4 y una concentración de 10.80 cmol carga/Kg de calcio, 4.54 cmol carga/Kg de magnesio, 6.27 mg/Kg de fosforo, 44.3 mg/Kg de hierro, 63.70 mg/Kg de manganeso, 0.84 mg/Kg de cobre, 7.88 mg/Kg de zinc, 12.81 mg/Kg de azufre, una densidad aparente de 0.90 g/cc. Según análisis de suelos realizados en los laboratorios especializados de suelo de la Universidad de Nariño.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial, donde el factor A correspondió a las diferentes fuentes que contenían N, P y S y el factor B a dos épocas de corte a los 30 y 45 días en tres repeticiones, se conformó un arreglo 8 (fuentes utilizadas) x 2 (épocas de corte) x 3 (repeticiones) para un total de 48 observaciones. La tabla 1 muestra los diferentes % de S, N y P contenidos en las fuentes utilizadas

Tabla 1. Contenidos de S, N y P contenidos en las fuentes utilizadas.

FUENTES	AZUFRE	NITROGENO	FOSFORO
T1 = Sulfato de amonio SAM	24 %	21%	0
T2= Fosfato diamónico DAP	0	18%	46%
T3= Urea	0	46%	0
T4= Super fosfato triple SPT	0	0	46%
T5= SAM + SPT	24%	21%	46%
T6= Azufre	95%	0	0
T7= SPT + AZUFRE	95%	0	46%
T8= Testigo	0	0	0

Las cantidades a aplicar de cada una de las fuentes se trabajó en base a estudios realizados para pastos de clima frío (Guerrero, 1998), en dosificaciones de nitrógeno de 150 kg/ha/N, azufre en dosis de 75 kg/ha/S y fósforo en dosis de 100 kg/ha/P₂O₅.

Tabla 2. Relación de las cantidades de fertilizantes aplicados y los aportes en kg/ha.

FUENTES	AZUFRE (kg/ha)	NITROGENO (kg/ha)	FOSFORO (kg/ha)	CANTIDAD DE FERTILIZANTE (kg/ha)
T1 = Sulfato de amonio	75	65,62	0	312,5
T2= Fosfato diamónico	0	40	100	217,39
T3= Urea	0	150	0	327
T4= Super fosfato triple	0	0	100	218
T5= SAM + SPT	75	65,62	100	312,5+218
T6= Azufre	75	0	0	78.94
T7= SPT + AZUFRE	75	0	100	218+78.94
T8= Testigo	0	0	0	0

Sobre una pradera sembrada en kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en estado de degradación y recién pastoreada se trazaron parcelas de 2 m x 2 m para un área de cada parcela de 4 m², dejando entre calles 1.0 m y entre parcelas 0.5 m, para un área total del ensayo de 200 m². Posteriormente se aplicaron los fertilizantes al voleo.

A los 30 días se realizó el primer corte, cosechando el forraje verde obtenido dentro de un marco de 0.25 m x 0.25 m lanzado al azar tres veces en cada parcela, posteriormente las submuestras se pesaron en una balanza de precisión y se empacó en bolsas de papel una muestra de un kilo/tratamiento para determinaciones posteriores de materia seca y proteína. Los datos obtenidos de forraje verde en gramos/parcela se extrapolaron a ton/ha.

Se realizaron determinaciones de materia seca y proteína en base seca en g/100g siguiendo la metodología utilizada en los laboratorios de Bromatología de la Universidad de Nariño, mediante termogravimetría y para proteína mediante Kjeldah (Cortes y Viveros, 1975). Los datos obtenidos se llevaron a ton/ha de materia seca y % de proteína. Posteriormente se evaluó el corte a los 45 días siguiendo el procedimiento anterior.

Análisis estadístico

Cada una de las variables se evaluaron mediante análisis de varianza y cuando se presentaron diferencias estadísticas significativas entre fuentes, épocas de corte y la interacción fuentes*épocas de corte se realizó la prueba de comparación de medias con el test de (LSD) Diferencia mínima significativa ($p < 0.01$), los datos se corrieron en el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje verde

El análisis de varianza para producción de forraje verde en ton/ha presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre las fuentes, no se presentaron diferencias estadísticas en las épocas de corte ni en la interacción fuentes*épocas ($p < 0.01$).

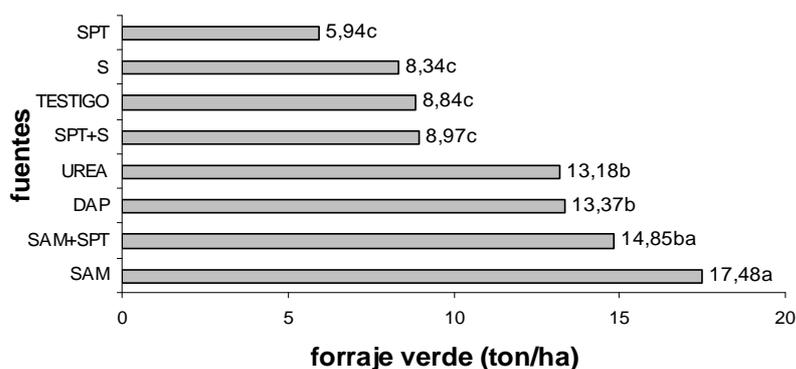
Tabla 3. Análisis de varianza para producción de forraje verde en Ton/ha, de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo la aplicación de diferentes fuentes que contienen N, P y S.

FUENTES DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS	F-Cal	F-Tab
MODELO	43.26	5.10	<.0001
BLOQUE	4.19	0.49	0.6148
FUENTE	92.03	10.48	<.0001**
EPOCA DE CORTE	1.85	0.22	0.6439ns
FUENTE X EPOCA	11.57	1.36	0.2566ns
ERROR	8.49		
R ²	0.74		
CV	25.62		

** diferencias altamente significativas (p<0.01)
ns no significativo

Para esta variable las fuentes (SAM y SPT+SAM) ocasionaron los mayores rendimientos con un promedio de 17.48 ton/ha siendo similar estadísticamente al tratamiento 5 con 14,85 ton/ha, se presentaron menores rendimientos con el tratamiento 4 cuando se aplicó superfosfato triple (SPT) con un promedio de 5.94 ton/ha, siendo similar estadísticamente a los tratamientos 6, 8 y 7 que corresponden a (azufre, testigo y SPT+S) (Figura 1). El 74.27% de la producción de forraje verde depende de la aplicación de sulfato de amonio (SAM) y el 25.74% no tiene relación con la aplicación de sulfato de amonio (SAM). (figura1)

Figura 1. Efecto de diferentes fuentes que contienen N, P y S sobre la producción de forraje verde (ton/ha) de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), FEDEPAPA, Obonuco, 2010



Numerosos compuestos de la planta (aminoácidos, proteínas, enzimas, etc) poseen N y S, lo que ayuda a explicar la existencia de una relación N y S que está asociada con el crecimiento y la producción (Prates et al, 2006). Moss et al (1981) argumentan que existe una importante interacción entre las fertilizaciones con N y S. Ambos elementos no pueden ser considerados en forma separada, ya que tienen efectos importantes sobre la producción de forrajes y calidad de los granos.

El mantener el balance entre N y S en las plantas permite no solamente que el N aplicado sea utilizado eficientemente por las plantas para acumular rendimientos, sino que hace que las plantas ofrezcan mayor resistencia a problemas de plagas y enfermedades (Malavolta y Moraes, 2006).

Los suelos con características andicas presentan deficiencias especialmente en N, P y S que son elementos contenidos principalmente en la materia orgánica donde los procesos de andolización con la formación de complejos orgánicos-minerales favorecen una baja mineralización y acumulación de la MO, viéndose reducida las disponibilidades de sus elementos (Espinosa, 1994), pudiendo explicar igualmente como el kikuyo responde positivamente en la producción de forraje verde con las aplicaciones de fuentes que contienen los tres elementos (SPT + SAM).

En esta investigación con fuentes que contenían solamente S y su relación S/P (SPT + S) no fueron suficientes para elevar los rendimientos del kikuyo *Pennisetum clandestinum* presentándose un comportamiento similar al testigo, al respecto Sánchez (1981) afirma que los Andepts y otros suelos altos en alófana requieren fertilizaciones apropiadas de N acompañadas con P y S para elevar los rendimientos en los cultivos.

Materia seca

El análisis de varianza para la variable producción de materia seca (ton/ha) presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre las fuentes pero no se mostró respuesta por efecto de los cortes y de la interacción fuentes*épocas de cortes.

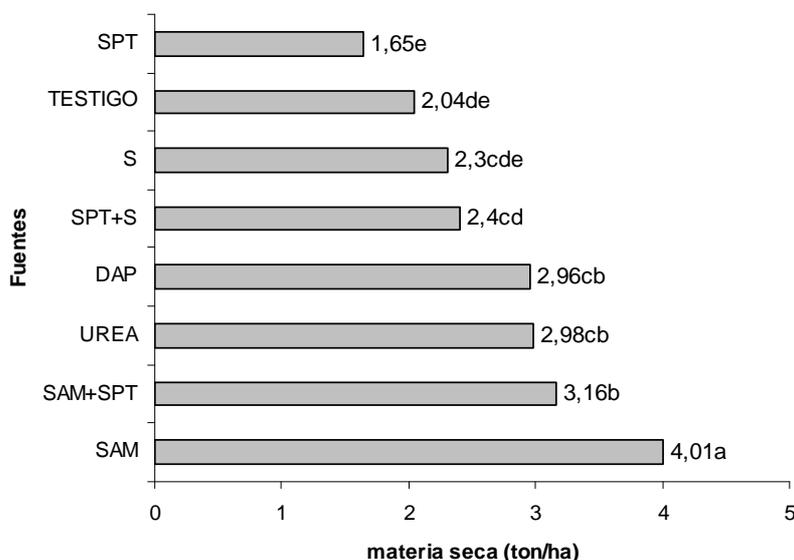
Tabla 4. Análisis de varianza para la producción de materia seca en Ton/Ha, de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo la aplicación de diferentes fuentes que contienen N, P y S.

FUENTES DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS	F-Cal.	F-Tab.
MODELO	1.68	5.07	<.0001
BLOQUE	0.17	0.54	0.5879
FUENTES	3.30	9.96	<.0001**
EPOCAS DE CORTE	0.11	0.34	0.5653ns
FUENTES X EPOCA	0.71	2.15	0.0680ns
ERROR	0.33		
R ²	0.74		
CV	21.41		

El tratamiento que contenía N y S (SAM) presentó mayores contenidos de materia seca con un promedio de 4.04 ton/ha y éste difirió estadísticamente del resto. Se presentó un menor contenido de materia seca con el tratamiento que solo tiene P (SPT) con un promedio de 1.65 ton/ha, el cual es estadísticamente similar a los tratamientos testigo (2,04 ton/ha) y al tratamiento S (2,3 ton/ha) (Figura 2).

El 74.17% de la producción de forraje verde depende de la aplicación de sulfato de amonio (SAM) y el 25.83% no tiene relación con la aplicación de sulfato de amonio (SAM) (figura 2)

Figura 2. Efecto de diferentes fuentes que contienen N, P y S sobre los contenidos de materia seca (ton/ha) de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), FEDEPAPA, Obonuco, 2010



En un suelo tropets del Altiplano de Pasto, Burbano y Sánchez (1986) compararon la eficiencia de tres fertilizantes nitrogenados y encontraron que el SAM permitió obtener mayor rendimiento de materia seca de pasto kikuyo que la úrea y el nitrato de amonio, con aplicaciones de 50 kg de N después de cada dos cortes obteniéndose valores de 90 ton/ha/6 cortes, 73 kg/ha/6cortes y 72 kg/ha/6 cortes, mostrándose el efecto benéfico de la relación N/S igual para los resultados encontrados en este estudio.

Munevar y Rozo (1983) encontraron bajas respuestas en la producción de materia seca en kg/ha en la producción de trébol y raigrás cuando se hicieron solo aplicaciones de fósforo en dosificaciones de 75 y 150 kg/ha con respecto a la aplicación acompañada con S en dosificaciones de 75 kg/ha, obteniéndose valores de 451 y 1438 kg/ha frente a resultados de 702 y 1584 kg/ha y de 449 y 1300 frente a 504 y 1532 kg/ha respectivamente. Esta respuesta diferencial se observó en los resultados obtenidos cuando se aplicó solo P con SPT (1.65 ton/ha) y cuando estaba acompañado de S (SPT+S) con 2,4 ton/ha y con N (DAP) con valores de 2,96 ton/ha. Orrego y Restrepo (1986) anotan esta situación cuando el rendimiento de materia seca producido en 8 cortes aumento acentuadamente cuando se incrementó la dosis de 25-15-0. La magnitud del efecto fue de 7.6 ton/ha (testigo) a 19.8 ton/ha con 300 kg de 25-15-0/ha/corte.

En estudios realizados por Silva et al (2005) en avena forrajera sembrada en Botana, las variaciones en producción de materia seca en ton/ha obtenida con las dosis de 150 kg/ha/N de nitrato de potasio y SAM mostraron valores de 4.6 y 4.9 ton/ha respectivamente mientras que con Colácteos (27-10-6-5-6) se observó una ligera tendencia al alza en 6.3 ton/ha, difiriendo de los resultados obtenidos en esta investigación los cuales fueron mayores con el fertilizante que contenía N y S (SAM) (4,01 ton/ha) frente al fertilizante que contenía N, P y S (SPT+SAM) (3,16 ton/ha).

Porcentaje de proteína

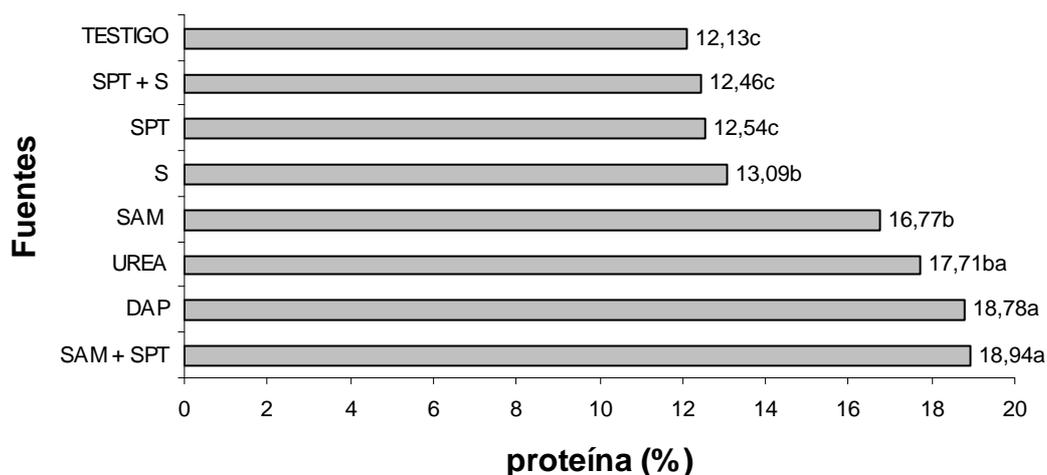
En la variable porcentaje de proteína se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre las fuentes, épocas de corte y la interacción fuentes x épocas de corte (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de proteína de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo la aplicación de diferentes fuentes que contienen N, P y S.

FUENTES DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS	F- Cal	F-Tab
MODELO	31.16	11.98	<.0001
BLOQUE	1.47	0.57	0.5739
FUENTES	54.78	21.06	<.0001**
EPOCAS DE CORTE	26.32	10.12	0.0034**
FUENTES X EPOCA	16.71	6.42	0.0001**
ERROR	2.60		
R ²	0.87		
CV	10.53		

Se mostró un efecto positivo en el porcentaje de proteína con la aplicación de las fuentes SAM + SPT (18,09%), DAP (18,7) y UREA (17,71), siendo similares estadísticamente, los tratamientos testigo, SPT + S y SPT estadísticamente fueron similares presentando un menor efecto en cuanto al porcentaje de proteína con valores de 12.1, 12.46 y 12.54% respectivamente (Figura 3).

Figura 3. Efecto de diferentes fuentes que contienen N, S y P sobre el % de proteína en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), FEDEPAPA, Obonuco, 2010



La relación N/S cuando se aplicó SAM ocasionó una respuesta diferencial en cuanto al comportamiento en los contenidos de forraje verde y materia seca comparados con el % de proteína, con valores de 17.48 y 4.01 ton/ha respectivamente, mayores a los demás tratamientos evaluados y solo ocasionó un 16,77% de proteína frente a aquellos tratamientos que contenían N, P, S (SAM + SPT) con 18,94%, N/P (DAP) con 18,78% y N (UREA) con 17,71% siendo estadísticamente similares $p(<0.01)$.

Los resultados anteriores coinciden con lo afirmado por Bernal (1998), varios estudios realizados en Colombia evidencian que la fertilización con N y eventualmente las combinaciones NPS y NP son fundamentales para mantener altos rendimientos en las pasturas y debidamente manejadas, después de cada uno o dos cortes o pastoreos. Prácticas de fertilización de mantenimiento importantes en el mejoramiento de praderas degradadas.

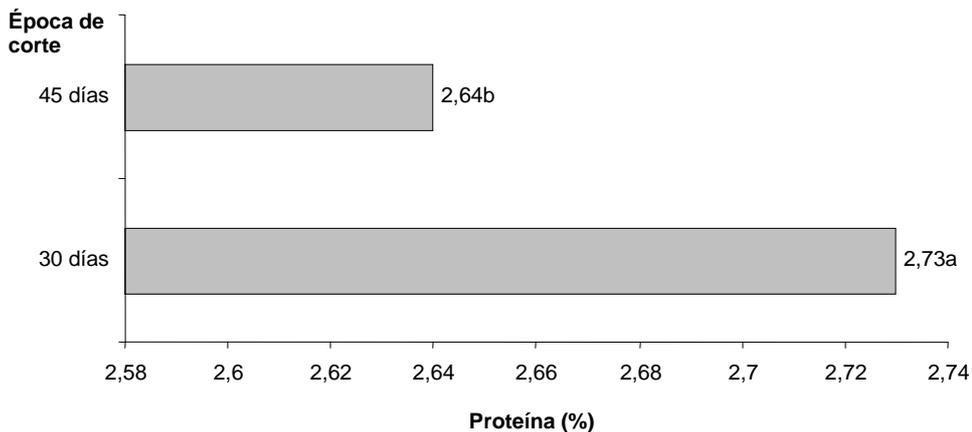
En un suelo derivado de cenizas volcánicas (*Typic dystrandept*), Zurita y Vanegas (1986), estudiaron los efectos de la aplicación de N y P mediante la aplicación de 25-15-0 y demostraron aumentos significativos en los % de proteína en tres cortes evaluados frente a tratamientos como SAM y Urea con valores de (14,3%, 15,4%, 17,8%) para 25-15-0; 17%, 15,3%, 16,9% para SAM y 14,4%, 15,4% y 16,3% para Urea, resultados que difirieron del presente estudio en cuanto a que aplicaciones que contenían N y P (DAP) y N (Urea) fueron estadísticamente similares pero coincidiendo en que la fuente que contenía N y P (DAP) fue mayor a la fuente que contenía N y S (SAM).

Cuando el corte se realizó a los 30 días después de la aplicación con las diferentes fuentes que contenían N, P y S se encontraron los mayores porcentajes de proteína (2,73%) que cuando se cosechó a los 45 días (2,64%) (Figura 4).

El contenido de proteína en el forraje de raigrás aubade fertilizado con dosis entre 0 a 150 kg/ha/N paso de 12 a 25% cuando se cortó cada 25 días y de 11 a 18% cuando se cosechó cada 35 días, el aumento fue mucho menor de 9 a 12%, cuando se cosechó cada 45 días (Izquierdo, 1981), coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación corroborándose la eficiencia en la formación de aminoácidos y proteínas

por parte de (*Pennisetum clandestinum*) en los primeros 30 días y reduciéndose posiblemente el efecto de los fertilizantes hasta los 45 días. De ahí que sea importante la fertilización después de cada corte para un buen mantenimiento de la pradera.

Figura 4. Diferencias en los % de proteína por efecto de las épocas de corte del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), FEDEPAPA, Obonuco, 2010



Otros estudios como los de Soto et al (1980) demostraron igualmente que con la aplicación de 50 o 100 kg/ha/N/corte el % de proteína fue mayor a los 78 días que a los 39 a 50 días y se incrementó la proporción de pasto digerido.

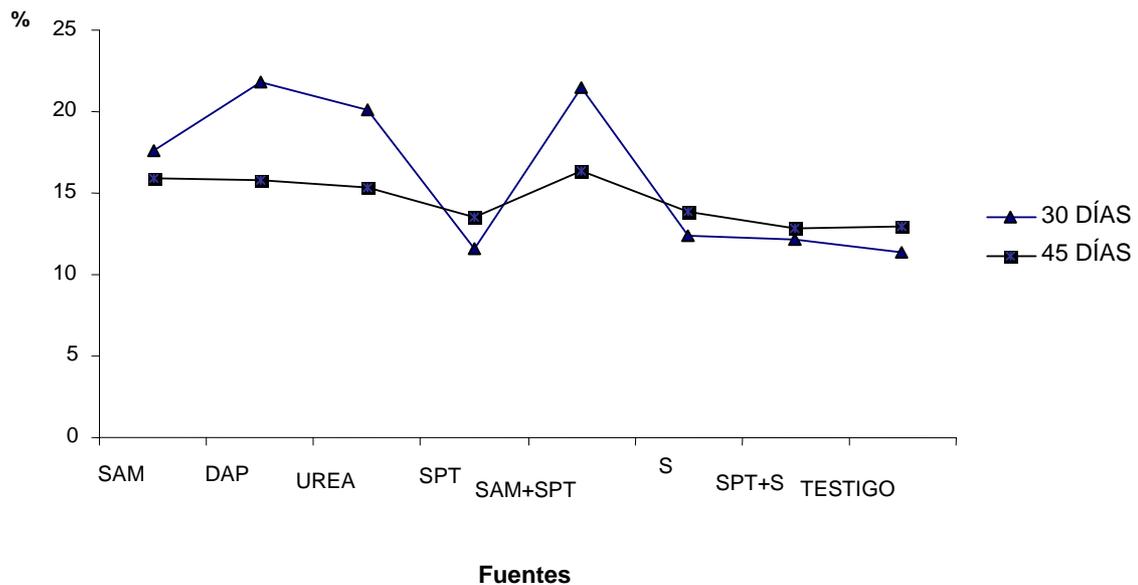
Se dieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) por efecto de la interacción fuentes*épocas de corte (Tabla 5).

Se observa que DAP produjo incrementos notables en el % de proteína a los 30 días y disminuyó notablemente a los 45 días con valores de 21.77 y 15.79%, con SAM + SPT se lograron notables incrementos a los 30 días con 21.47% y disminuyó a 16.41% a los 45 días, estos resultados permiten afirmar que fuentes que contengan las relaciones N/P y N/P/S en la fertilización de praderas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en andisoles y bajo las condiciones de clima particulares de la región ocasionaron buenos resultados. (Figura 5).

Los menores valores se obtuvieron en el testigo a los 30 días con valores de 11.35% y a los 45 días fue de 12.91%, igualmente el tratamiento SPT ocasionó valores bajos de 11.59% a los 30 días y se dio un ligero incremento a 13.49% a los 45 días, estos resultados coinciden con numerosos estudios realizados en Colombia donde el efecto de

los testigos (sin fertilización) han ocasionado rebajas en las producciones de pastos y forrajes (Izquierdo, 1981; Soto et al, 1980; Munevar y Rozo, 1983; Orrego y Restrepo, 1986).

Figura 5. Interacción de la aplicación de diferentes fuentes que contienen N, P y S y dos épocas de corte sobre el % de proteína del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), FEDEPAPA, Obonuco, 2010



CONCLUSIONES

Los resultados permitieron determinar como el S acompañado con N con la aplicación de SAM generó mejores rendimientos de forraje verde y materia seca. En la producción de FV la fuente que contenía los 3 elementos SAM+ SPT igualó a SAM.

Se pudo determinar que fuentes que contenían P (SPT), S y la relación P/S (SPT+S) y testigo sin N, P y S ocasionaron los más bajos rendimientos en FV, MS y % de proteína.

El comportamiento de las fuentes que ocasionaron mayores % de proteína en (*Pennisetum clandestinum*) fue mayor con la relación N/P/S (SAM + SPT) similar estadísticamente a la fuente que contenía la relación N/P (DAP) y Urea (N).

Los mayores % de proteína en (*Pennisetum clandestinum*) se presentaron en el primer corte a los 30 días cuando se compararon con el segundo corte a los 45 días.

Los mayores incrementos en el porcentaje de proteína se dieron con SAM+SPT a los 30 días y los menores con el testigo a los 45 días.

BIBLIOGRAFIA

Bernal, J. 1998. Fertilización de pastos mejorados. In: Fertilización de cultivos en clima frío. Santa fé de Bogotá, Monomeros. p. 338.

Bernier y Torres, B. 1986. Efecto de la fertilización con NPK y sobre la producción y calidad de la colza forrajera (*Brassica* sp). Tesis de ingeniero agrónomo. Bogotá, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, 68p.

Buitrago, A Y Cruz, 1983. Niveles óptimos de fertilización compuesta en 3 variedades de raigrasses tetraploides. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 75 p.

Burbano, G. y Sanchez, J. 1986. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a fuentes de nitrógeno y a un abono compuesto en el altiplano de Pasto. Tesis de zootecnista. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 61 p.

Carillo, C. y Avella, J. 1985. Respuesta del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoecht) a varias fuentes y niveles de nitrógeno en Tuta y Firavitoba, Boyacá. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tunja, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 142 p.

Cortes, F. y Viveros, M. 1975. Guía de laboratorio para análisis bromatológico. Pasto. Universidad de Nariño. 25 p.

Cuesta M., P. A; R. A. Perez B.; H. Mateus E. Y A. Rincon C. 2002. Tecnologías para mejorar la productividad de praderas del trópico bajo Colombiano. En: Alternativas tecnológicas para la producción competitiva de leche y carne del Trópico Bajo. Memorias Seminario. Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana. Pp 9-19.

Corporacion Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2004. Proyecto “Estrategias de innovación tecnológica para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción de carne y leche bovina en el Valle del Sinú y Sabanas de Bolívar, Córdoba y Sucre”. Primer informe del Convenio Colciencias –Fedegan-Corpoica. 17 de marzo 2004. 26 pp.

Espinosa, J. et al. 1987. Evaluación agronómica de fertilizantes fosfatados en zonas altas de Ecuador. In L. León y O. Arregocés (eds.), Memorias Seminario de Alternativas Sobre el Uso como Fertilizantes de Fosfatos Nativos de América Tropical y Subtropical. CIAT, IFDC, CIID. Cali, Colombia.

Espinosa, J. 1994. Acidez y encalado de los suelos. In: Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control. Publicación de la sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Santafé de Bogotá, Colombia, pp113-129.

Fajardo, I. Muñoz, R y Benavides, H. 1992. Efecto de fuentes y niveles de nitrógeno sobre la producción y calidad del pasto raigrass inglés *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. 80 p.

Guerrero, R. 1998. Fertilización de cultivos en clima frío. Santafé de Bogotá, MONOMEROS. Pp. 193-217.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. 1988. Suelos y bosques de Colombia. Bogotá: Sub. Agrológica. Bogotá.

Ladero, M. A. Y Mendoza, P. E. 1982 Valor nutritivo de pastos de zonas frías. I pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Anual y estacional; Revista ICA (Bogotá) 17: 157 – 167

Malavolta, E. y Moraes, M. 2006. Fundamentos do nitrogenio e do enxofre na nutricio mineral das plantas cultivadas. In: Simposio sobre nitrogeio e enxofre na agricultura Brasileira. Piracicaba: ESALQ/POTAFOS.

Mendoza, P. Fertilización de praderas en Colombia. Bogotá, Suplemento ganadero, 1980. 1(4): 19-30.

Moss, H.J.; Wrigley, C.W.; Mac Ritchie, F.; Randall, P.J. 1981. Sulfur and Nitrogen fertilizer effects on wheat. II. Influence on grain quality. Aust. J. Agric. Res. 32, 203.

Munevar, F y Rozo, E. 1982. Influencia del azufre en el rendimiento de la mezcla de raigrás y trébol blanco inoculación con *Rhizobium* en un andisol de la Sábana de Bogotá. Suelos Ecuatoriales. 12 (1):160-168.

Noller, C y Rhykerd, C. 1974. Relationship of nitrogen fertilization and chemical composition of forage to animal health and performance. IN: Forage fertilization. American Society of Agronomy. Pp. 363-394.

Sanchez, P. 1981. Suelos del trópico: características y manejo. San José (Costa Rica). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 634 p.

Soto, L; Ladero, M y Alarcon, E. 1980. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hosesc) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Revista ICA 15 (2):79-90.

Orrego, G y Restrepo, L. 1986. Producción de materia seca y composición química del tetrablend 444 (*Lolium Hybridum multiflorum*), bajo diferentes niveles de fertilización. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Medellín. Diversidad Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas. 99 p.

Oozco, F.H. 1992 Valor fertilizante del estiércol líquido porcino (ELP) “porquinaza” en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Hoechst). *Despertar Lechero* (Colombia). 8: 46 – 56 p.

Prates, S; Lavres, J Y Ferreira de Moraes, M. 2006. O enxofre como nutriente e agente de defesa contra pragas e doenças. *Informaciones Agronómicas*. 115:8-9. IPNI, Brasil.

Segura, F. y Rojas, O. 2008. Impacto de la fertilización nitrogenada sobre el pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq) en el bosque húmedo premontano en el departamento del Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. Ibagué, Universidad del Tolima. 17 p.

Silva, A; Coral, E y Menjivar, J. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia. *Acta Agronómica*. Volumen 55. Número 1. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 55 p.

_____. 2006. 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. *Revista de Ciencias Agrícolas*. Volumen XXIII. Número I-II. Pasto, Facultad de Ciencias Agrícolas. 9 p.

Soto C, Valencia, A, Galvis, R.D. y Correa H J 2005 Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Volumen 18 (1): 17 – 26 p.

Urbano, D. 1997 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales; *Revista de la Facultad de Agronomía*. (LUZ). 14: 129-139 p.

Zurita, J. y Vanegas, C. 1986. 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, 119 p.