

**DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE NITRÓGENO EN LA
ABSORCIÓN DE PROTEÍNA Y EL RENDIMIENTO DEL PASTO KIKUYO
Pennisetum clandestinum Hoescht¹**

**DETERMINATION THE NEEDS OF NITROGEN ABSORPTION OF
PROTEIN AND PERFORMANCE OF KIKUYO GRASS *Pennisetum
clandestinum* Hoescht**

Jhon Jader Salazar², Jhoan Andrade García³, Amanda Silva Parra⁴

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la respuesta en producción y calidad del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg/N/ha) y en un sistema silvopastoril con Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K). Estas variables se evaluaron en tres etapas del cultivo a los 30, 45 y 60 días. Las dosis y las épocas de evaluación presentaron efectos altamente significativos ($p < 0.01$) en la producción de forraje verde, materia seca y humedad, más no en la interacción dosis*épocas. Se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en la interacción dosis*épocas de evaluación para la variable porcentaje de proteína. Se determinó que las necesidades de nitrógeno en la producción de forraje verde, materia seca, contenido de humedad y absorción de proteína están en 150 y 200 kg/N/ha. *Pennisetum clandestinum* en el sistema silvopastoril *Alnus acuminata* H.B.K presentó un buen comportamiento en forraje verde igualando a 100 kg/N/ha, en materia seca a 100 y 150 kg/N/ha y en contenido de humedad a 0 kg/N/ha, permitiendo disminuir la dependencia de la fertilización nitrogenada y de esta forma minimizar los efectos negativos al ambiente. Las mayores producciones de FV, MS y

¹ Artículo derivado del trabajo de tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo

^{2,3} Estudiantes de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E.mail:
E.mail:

⁴ Ing. Agr. M.Sc., Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto. E.mail: amanda.silvaparra@gmail.com

Contenidos de humedad se encontraron a los 45 días, no hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre los 30 y 60 días. La absorción de N en *Pennisetum clandestinum* fue mayor a los 30 que a los 45 y 60 días para las dosis de 100, 150, 200 kg/N/ha y sistema silvopastoril.

Palabras clave: fertilización, producción de materia seca, proteína.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was evaluated the response in production and quality of the pasture kikuyo *Pennisetum clandestinum* to different doses of nitrogen (0, 50, 100, 150 and 200 kg/N/ha) and in a system silvopastoril with (*Alnus acuminata* H.B.K). These variables were evaluated in three stages of the culture to 30, 45 and 60 days. The doses and the epochs of evaluation presented highly significant effects ($p < 0.01$) in the production of green forage, matter it dries and absorption of protein, more not in the interaction dosis*épocas. They presented highly significant differences ($p < 0.01$) in the interaction dosis*épocas of evaluation for variable percentage of protein. There decided that the needs of nitrogen in the production of green forage, matter it dries, content of dampness and absorption of protein are in 150 and 200 kg/N/ha. *Pennisetum clandestinum* in the system silvopastoril *Alnus acuminata* H.B.K presented a good behavior both in green forage equalizing to 100 kg/N/ha, in dry matter to 100 and 150 kg/N/ha and in content of dampness to 0 kg/N/ha, allowing to diminish the dependence of the nitrogenous fertilization and of this form to minimize the negative effects to the environment. The major productions of FV, MS and contents of dampness were to 45 days, there were no statistical highly significant differences ($p < 0.01$) between 30 and 60 days. The absorption of N in *Pennisetum clandestinum* was bigger than 30 days of 45 and 60 days in 100, 150, 200 kg/N/ha and system silvopastoril.

Keywords: fertilization, dry matter production, protein.

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes en la producción ganadera es sin duda la práctica de mayor impacto en la productividad (Guerrero, 1995). La fertilización de pastos ha estado ausente en los sistemas de producción utilizados por los ganaderos colombianos. Solamente en los últimos años el abonamiento de los pastos ha cobrado alguna importancia, particularmente en el caso de la ganadería intensiva.

El nitrógeno es el nutriente que ha presentado a través del tiempo, la mayor influencia en los rendimientos de cultivos en términos de respuesta por unidad de elemento aplicado, esto hace que el agricultor tenga una fuerte dependencia en el uso de fertilizantes nitrogenados y hasta el momento no se pueda prescindir de ellos en forma significativa, para bajar costos de producción (Berstch, 2005).

La fertilización de kikuyo *Pennisetum clandestinum* en la producción ganadera del país debe aumentar su importancia y significación en corto plazo y dependiendo de las condiciones de los suelos-climas-variedades cultivadas en cada zona particular calibrar las necesidades de nitrógeno que ofrezcan mayores rendimiento y absorción de nutrientes en las pasturas para recomendar dosificaciones apropiadas que garanticen una buena nutrición de los pastos y se disminuyan costos de producción por excesos de aplicaciones innecesarias (Guerrero, 1995).

En las plantas, el nitrógeno es quien favorece la utilización de los demás nutrientes, de tal forma, que el incremento de la aplicación de los fertilizantes nitrogenados en los cultivos y las pasturas del mundo ha hecho una importante contribución sobre su productividad (Casanova, 2001).

Actualmente, el empleo de la fertilización nitrogenada en los diferentes sistemas agrícolas está siendo regulada por factores económicos, debido a la pobre eficiencia de utilización con su fertilización, raramente mayor del 50% (Castilla, 2005; Peoples et al, 1995; Van der Meer, 1996) incrementando los costos de producción y

ambientales, favorecidos por la pérdidas del nitrógeno aplicado (Rosswall et al, 1990; Whitehead, 1995).

Las principales funciones del nitrógeno son la estimulación del crecimiento y desarrollo de las hojas, tallos y raíces, promoviendo una mayor absorción de otros nutrientes en la planta, además permite la optimización en la utilización de carbohidratos en las plantas (Lavres, 2001 citado por Segura y Rojas, 2008).

El suministro de N impacta positivamente la capacidad fotosintética de la planta y la recuperación del área foliar después de la defoliación en gramíneas con metabolismo C₄ (Leao de Mello, 2002 citado por Segura y Rojas, 2008).

En la sabana de Bogotá, Izquierdo (1981) encontró efectos lineales sobre los rendimientos de forraje seco del raigras aubade cuando aplicó 50 a 75 kg de N/ha/corte en un Typic dystrandep. La fertilización nitrogenada incrementó sustancialmente el contenido de proteína en el forraje cuando se cortó cada 25 días (12-24%) o cada 35 días (11-18%). En contraste el efecto fue precario (9-12%) cuando el corte se evaluó cada 45 días. En consecuencia bajo las condiciones de este estudio el corte o pastoreo cada 25 o 35 días permite obtener mayor cantidad de forraje disponible y de mejor calidad que la frecuencia cada 45 días.

Orrego y Restrepo (1986) estudiaron el comportamiento del raigras tetraploide (Tetrablend 444) establecido en un inceptisol y abonado con el fertilizante 25-15-0 en dosis crecientes. El rendimiento de forraje seco producido en ocho cortes aumentó acentuadamente cuando reincrementaron las 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.

Días et al citado por Teixeira (2002) encontraron incrementos de producción de materia seca de proteína y fibras en tres gramíneas tropicales al fertilizar con dosis de

hasta 400 kg N/ha/año siendo la dosis de 100 kg N/ha/año la que presentó mayor eficiencia reutilización y tasa de recuperación aparente del nitrógeno aplicado.

Segura y Rojas (2008) encontraron que altas dosis de nitrógeno de 300 kg/N/ha/año incrementaron la producción de materia seca del pasto guinea *Panicum maximum*, Jacq en el bosque húmedo premontano en el departamento del Tolima con una mayor incidencia a los 28 y 56 días que a los 84 días de evaluación.

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles tanto biológica como económicamente los sistemas silvopastoriles parecen ser una alternativa a corto y largo plazo. El Aliso (*Alnus acuminata*) es una especie que se viene implementando en las pasturas con kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en las zonas frías de Nariño, constituyéndose en un sistema silvopastoril de importancia, por ser una leguminosa que puede ser utilizada con el fin de disminuir la dependencia de la fertilización nitrogenada en potreros (Navia, 1998).

El aliso forma simbiosis con hongos micorrizógenos como los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), para la obtención de fósforo y otros nutrientes, y puede beneficiar el proceso de fijación de nitrógeno por parte del actinomiceto *Frankia spp.*, formando una asociación tripartita con el aliso (Velasco y Zambrano 2000; Pate 1994). Como componente dentro del sistema silvopastoril, el aliso (*Alnus acuminata H.B.K*) se asocia fácilmente con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) (Restrepo 2002; Giraldo 2000; Ibrahim et al 1999; Ruiz 1985).

El objetivo general de la presente investigación consistió en determinar las necesidades de nitrógeno en el rendimiento y contenido de proteína del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hoescht comparado con un sistema silvopastoril Aliso (*Alnus acuminata H.B.K*) + kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con miras a obtener una recomendación práctica a ganaderos de la región en el uso del nitrógeno.

METODOLOGÍA

Ubicación

El estudio se realizó en la Granja de la Federación Colombiana de productores de papa- FEDEPAPA, ubicada en Obonuco con una temperatura promedio de 12°C, humedad relativa de 70%, altura sobre el nivel del mar de 2710 msnm. Ubicada a una latitud. 1°12'52.48"N y longitud. 77°16'41.22"O.

Diseño Experimental

Los tratamientos consistieron en 5 dosificaciones de N (0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha/N) y el sistema silvopastoril (*Aliso alnus glutinosa* + kikuyo *Pennisetum clandestinum*) sin ningún tipo de fertilización usando urea como fuente de nitrógeno. Se aplicó un diseño en bloques completos al azar (BCA) y para su análisis se trabajó en arreglo factorial donde el factor A correspondió a los incrementos de nitrógeno y el SS, y el factor B a las épocas de evaluación (30, 45 y 60 días hasta cuando el pasto está listo para pastoreo), para un arreglo 6 x 3 en tres repeticiones para un total de 54 observaciones aplicando un factorial. El área de cada unidad experimental fue de 2 m x 2 m para 4 m² dejando entre parcelas 0.50 m y entre bloques 1 m. A cada lado se dejaron 1 m. Para un área total del ensayo de 100 m².

Montaje del experimento

Sobre una pradera de kikuyo que se encontraba debidamente pastoreada se aplicaron los diferentes tratamientos, previo análisis de suelos, el cual se determinó en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. Tabla 1.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelos del lote de estudio en la Granja Experimental de Fedepapa, Obonuco, 2010.

PARAMETROS	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	9970 kikuyo
Químicos				
pH, potenciómetro suelo: agua (1:1)	NTC5264	Potenciometrica		5.4
Materia orgánica	Walkley Black (Colorimétrico)	Espectrofotométrica uv-vis	%	9.45
Fósforo disponible	Bray II y Kurts NTC5350	Espectrofotométrica Uv-vis	mg/kg	6.27
CIC	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5349	Volumétrica	cmolcarga/kg	22.0
Calcio de cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5349	Espectrofotometría de	cmolcarga/kg	10.80
Magnesio de cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5349	Absorción	cmolcarga/kg	4.54
Potasio de cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5349	Atómica	cmolcarga/kg	0.81
Acidez de cambio	Extracción KCl 1N NTC5263	Volumétrica	cmolcarga/kg	0.104
Hierro	DTPA-5526	Espectrofotometría de	mg/kg	44.3
Manganeso	DTPA-5526	Absorción atómica	mg/kg	63.70
Cobre	DTPA-5526		mg/kg	0.84
Zinc	DTPA-5526		mg/kg	7.88
Boro	Agua caliente NTC 5404	Espectrofotometria uv-vis	mg/kg	0.167
Nitrógeno total	Con base en materia orgánica	Cálculo	%	0.355
Carbono orgánico	Walkley Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotometria uv-vis		5.48
Azufre-disponible	(Ca(H ₂ P0 ₄) ₂ .H ₂ O 0.008M NTC 54.02	Espectrofotometria uv-vis	mg/kg	12.81
Físicos				
F=Franco	AL TACTO			
Ar=Arcilloso				F-Ar-A
A= Arenoso				
L= Limoso				
Densidad Aparente	Probeta graduada	Gravimétrica	g/cc	0.90

Variables evaluadas

Forraje verde y materia seca

Para determinar el rendimiento de forraje fresco se cosechó en un marco de 0.25*0.25 el pasto contenido en él y se peso en una balanza de precisión, los datos obtenidos en gramos se llevaron a producción de forraje en ton/ha. De este material se tomó una submuestra de 200 gramos por parcela que se secó a 70°C por 48 horas y se determinó el contenido de materia seca (Estrada, 2002).

Contenido de proteína

Para determinar las cantidades totales de nitrógeno extraídas se efectuaron análisis foliares en el forraje por efecto de los seis tratamientos evaluados a los 30, 45 y 60 días. Al momento de los cortes se empacaron 500 g en bolsas de papel y se llevaron a los laboratorios especializados de bromatología de la Universidad de Nariño siguiendo la metodología de Cortes y Viveros (1975) mediante el método de micro kjeldahl donde la muestra se digiere con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador y el destilado se titula con ácido sulfúrico.

Análisis estadístico

Cada una de las variables se evaluaron mediante análisis de varianza y cuando se presentaron diferencias estadísticas significativas entre dosis, épocas de evaluación y la interacción se realizó la prueba de comparación de medias con el test de tukey ($p < 0.01$) utilizando el paquete estadístico Statysticall Analisis System-SAS versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

El análisis de variancia mostró que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para los diferentes tratamientos y en las etapas del cultivo, no se presentó ningún efecto en la interacción tratamientos*etapas del cultivo. Aplicaciones crecientes de Nitrógeno en este tipo de suelos permitieron encontrar que la mayor producción de forraje verde en *Pennisetum clandestinum* durante las diferentes etapas de desarrollo ocurrió donde se utilizó la dosis de 200 y 150 kg N/ha, sin encontrarse diferencias entre estas dos, el tratamiento 3 (100 kg/ha/N) igualó al tratamiento 4 (150 kg/ha) con 19,17 ton/ha y el SS con Aliso igualó al tratamiento 3 (100 kg/ha/N) con 17.53 ton/ha, todos los anteriores difirieron de T2 (50 kg/ha/N) y T1 (0 kg/ha/N) los cuales estadísticamente fueron similares con menores producciones de forraje verde con 10,96 y 9,37 ton/ha respectivamente (Tabla 1). Coincidiendo con los resultados encontrados por Carvalho et al citado por Teixeira (2001), se presentó una respuesta lineal positiva en la producción de materia seca del pasto *Brachiaria decumbens* a dosis crecientes de nitrógeno (0, 100, 200 y 400 kg N/Ha/año) e incrementos en la concentración de nitrógeno en la parte aérea de la misma especie con dosis de hasta 400 kg N/ha/año. Comportamiento que se puede observar en la figura 1.

Tabla 1. Producción de forraje verde en ton/ha en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*

Dosis kg/ha	Forraje verde ton/ha	Época	Forraje verde ton/ha
0	9.37d	30	14.71b
50	10.96d	45	22.67a
100	19.17bc	60	14.94b
150	22.93ba		
200	24.70a		
SS	17.53c		
R ² % 0.79 C.V 26.04			
Respuesta **			

Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas altamente significativas, prueba de Tukey $p < 0.01$

** Significativo a nivel 0.001

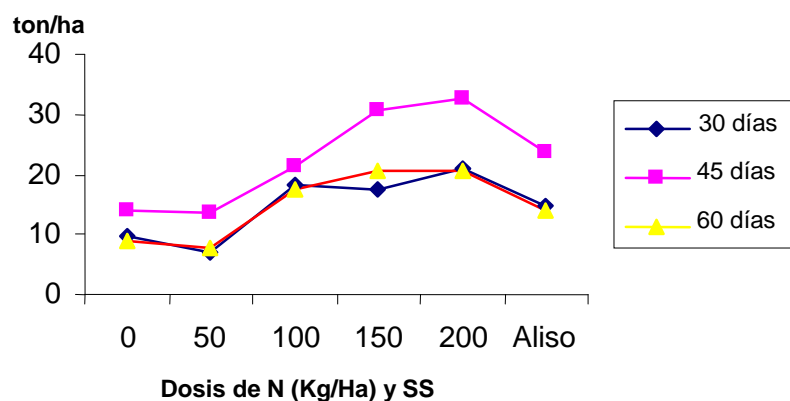


Figura 1. Producción de forraje verde en ton/ha en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*, Obonuco, 2010.

Durante las diferentes etapas de desarrollo la mayor absorción del N para la producción de biomasa presentó una curva creciente desde los primeros días hasta los 45, estabilizándose el crecimiento y aumentándose la producción de biomasa, para luego descender hasta los 60 días, permitiendo establecer un manejo diferente de las

aplicaciones del N, no todo después del corte sino en dos épocas durante todo el desarrollo hasta los 60 días o también 30 días después del pastoreo de las praderas para lograr los mayores incrementos al final.

De otra parte, se encontró que con el sistema silvopastoril de *Alnus acuminata* H.B.K y *Pennisetum clandestinum* igualó al tratamiento de 100 kg/N/ha, esto permite ahorros de ésta cantidad en la fertilización nitrogenada en el sistema silvopastoril y para elevar los rendimientos hasta 24.70 que se lograron con 200 kg/ha solamente se deberían aplicar 100 kg/ha/N a las pasturas.

Los resultados encontrados en este estudio estuvieron por encima de los reportados por Builes et al (2004) cuando estudiaron el efecto de la arborización con aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) sobre la producción y calidad de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) encontrando una producción de pasto por corte de 5.41 ton/de materia fresca/ha, aunque comparados con praderas abiertas mejoraron la calidad nutricional del pasto. Por otro lado Ruiz (1985) encontró en un silvopastoril con kikuyo un mejor crecimiento del pasto, lo cual se reflejó en la producción de FV, debido a la alta fijación de N ejercida por el aliso en simbiosis con *Frankia spp.*

Materia seca

El análisis de variancia mostró que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para los factores tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo, pero no para la interacción tratamientos*etapas del cultivo.

Tabla 2. Producción de materia seca en ton/ha en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*

Dosis kg/ha	Materia seca ton/ha	Época	Materia seca ton/ha
0	2.60c	30	3.29b
50	2.65c	45	4.25a
100	3.63b	60	3.13b
150	4.23ba		
200	4.60a		
SS	3.61b		
R2% 0.68 C.V 22.95			
Respuesta **			

Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas altamente significativas, prueba de Tukey $p < 0.01$

** Significativo a nivel 0.001

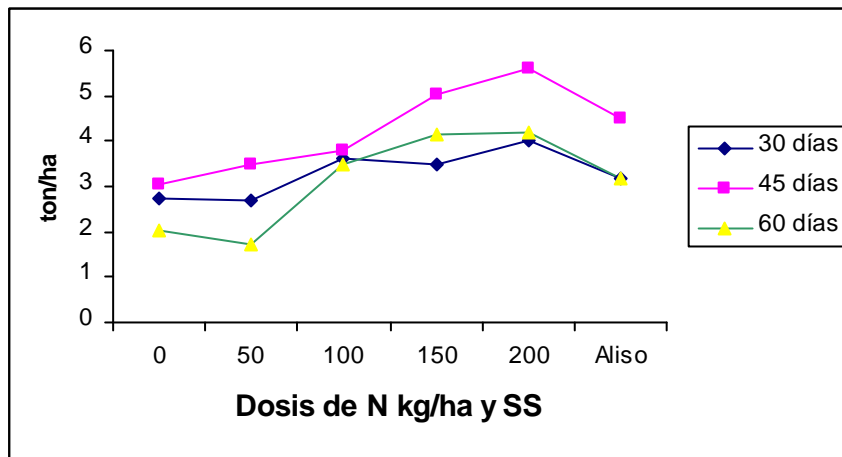


Figura 2. Producción de materia seca en ton/ha en el pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*, Obonuco, 2010.

Al comparar el efecto que tuvieron las aplicaciones de Nitrógeno sobre materia seca (tabla 2), se aprecia que el T5 (200 kg/ha/N) fue estadísticamente similar al tratamiento T4 (150 kg/ha/N) con los mayores valores de MS (4.23 y 4.60 ton/ha) respectivamente, se presentaron unos menores valores de MS con los T1 (0 kg/ha/N)

y el T2 (50 kg/ha/N) los cuales estadísticamente fueron similares entre sí con valores de MS de 2.60 y 2.65 respectivamente $p < 0.01$.

El sistema silvopastoril *Alnus acuminata* H.B.K + *Pennisetum clandestinum* H.B.K igualó a T3 y T4 con 100 y 150 kg/ha/N con 3.61 ton/ha de MS, en muchas zonas de altura del Altiplano de Nariño se está implementado éste sistema ya sea como árboles dispersos en potreros, cercas vivas, árboles en hilera, bancos forrajeros entre otros (Navia, 1998), para llegar hasta valores de MS a los alcanzados con 200 kg/ha sólo se requieren adicionar 50 kg/ha/N a la pradera después de cada corte, en otras palabras el SS implementando está reduciendo en 150 kg/ha/N las aplicaciones.

A los 45 días se presentaron los mayores valores de materia seca con valores de 4.25 ton/ha ($p < 0.01$) que a los 30 y 60 días, siendo estos últimos estadísticamente similares con valores de 3.29 y 3.13 ton/ha respectivamente, este mismo comportamiento se presentó para forraje verde.

Contenido de humedad

El análisis de variancia indica que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para dosis de N y en las etapas de desarrollo del cultivo, no se presentaron diferencias altamente significativas para la interacción tratamientos*etapas de desarrollo del cultivo.

Tabla 3. Contenidos de humedad en ton/ha en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*

Dosis kg/ha	Contenido de agua ton/ha	Época	Contenido de agua ton/ha
0	6.72c	30	11.42b
50	13.91b	45	18.42a
100	15.53b	60	11.80b
150	18.69ba		
200	20.09a		
SS	8.35c		
R2% 0.80	C.V 27.53		
Respuesta		**	

Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas altamente significativas, prueba de Tukey $p < 0.01$

** Significativo a nivel 0.001

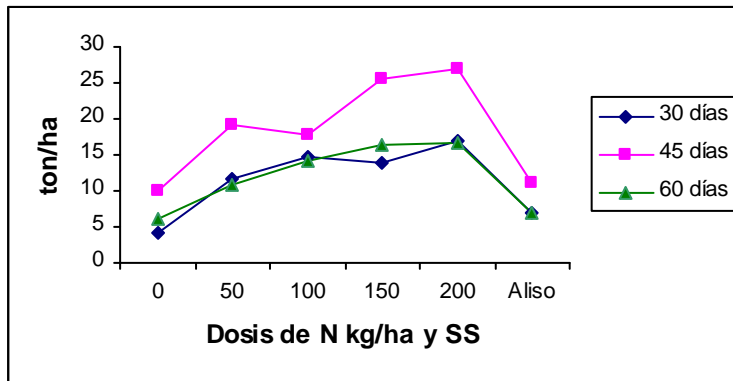


Figura 3. Contenido de agua en ton/ha en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril *Acacia Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*

Los contenidos de agua incrementaron con las dosis de N desde 50 hasta 200 kg/ha/N (Tabla 3 y Figura 3), Soller y Rhykerd (1974), reportaron disminuciones de hasta el 7% en el contenido de materia seca del forraje cuando se fertiliza con N debido a un incremento en el contenido de agua en la planta, el efecto estimulador que ejerce el N especialmente en la producción de hojas tiene como resultado inmediato una

disminución en el contenido de los carbohidratos de reserva especialmente fructosana y aunque en ésta investigación se registraron aumentos en los contenidos de agua, los contenidos de materia seca no se vieron afectados.

Pennisetum clandestinum en el SS con *Alnus acuminata* H.B.K acumula más agua comparado por ejemplo con el testigo (0 kg/N/ha) y en MS iguala a tratamientos con dosificaciones de 100 y 150 kg/ha/N lo cual permite deducir que es un pasto de muy buena calidad, posiblemente el efecto de la copa del árbol en la pastura permite mayor acumulación de agua en la planta por efecto del sombreamiento y de la materia orgánica que permite un mayor humedecimiento del suelo y esto se refleja en la pastura, el contenido de agua en los pastos es importante en los bovinos en épocas de sequía (Ibrahim y Mora, 2006), los pastos bajo sombra moderada reducen un poco su tasa fotosintética (Jonson y Thornley, 1984)

Los mayores contenidos de agua se presentaron a los 45 que a los 30 y 60 días, siendo éstos últimos similares estadísticamente entre sí ($p < 0.01$).

Contenido de proteína

El análisis de variancia mostró que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) por efecto de las diferentes dosis de N y el SS, etapas del cultivo y la interacción dosis*etapas del cultivo.

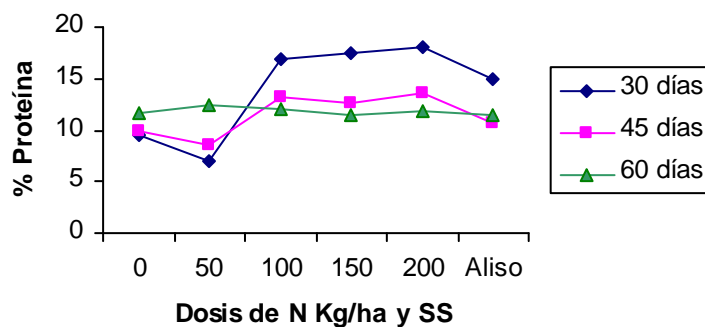


Figura 4. Contenido de proteína (%) en pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a diferentes dosis de Nitrógeno y en un Sistema silvopastoril Acacia *Alnus glutinosa* + *Pennisetum clandestinum*

La fertilización nitrogenada igualmente afectó la calidad nutricional medida como absorción de N en la pastura, a diferencia del comportamiento obtenido en la producción de FV y MS es evidente según la figura 4 que los mayores incrementos en los porcentajes de proteína se presentaron por incrementos graduales de N desde los 100 hasta los 200 kg/ha en los primeros 30 días que a los 45 y 60 días respectivamente, la acumulación de N en los órganos vegetativos es alta durante las primeras etapas de crecimiento de los cultivos y disminuye con este último (Bertsch, 2003)

Por otra parte no se encontraron efectos positivos por las aplicaciones de 50 kg/ha/N y 0 kg/N/ha, éste último siendo superado por el sistema silvopastoril, lo anterior difiere de lo encontrado por Builes y Gómez, 2004 en los porcentajes de proteína en *Pennisetum clandestinum* se encontró una interacción corte*tratamiento altamente significativa ($p < 0.01$), los tratamientos fueron 20.7% de proteína para la asociación con aliso, seguido por el testigo (16.6%) y el más bajo fue para urea (15.8%) ($p < 0.05$) y los promedios por corte fueron 19, 15.7, 18.5% de proteína siendo mayores en las primeras etapas del pasto kikuyo ($p < 0.01$) en este sentido para absorción de N; los promedios alcanzados a los 60 días para las aplicaciones de 0 y 50 kg/N/ha igualaron a los alcanzados en los 45 y 60 días de los tratamientos restantes, no siendo significativos.

Con *Alnus acuminata* H.B.K la absorción de proteína en *Pennisetum clandestinum* se elevó a los 30 que a los 45 y 60 días, aunque con diferencias no tan marcadas que con las aplicaciones de 100, 150 y 200 kg N/ha, esto indica las bondades del Aliso de la fijación continua de N atmosférico para mantener los contenidos de proteína en las pasturas en el tiempo sin adiciones de N.

CONCLUSIONES

- 1.- Se pudo determinar que las necesidades de N para *Pennisetum clandestinum* están en 150 y 200 kg N/ha, ya que se lograron mejores resultados en la producción de forraje verde, materia seca y contenidos de humedad siendo similares estadísticamente ($p < 0.01$).
- 2.- Los contenidos de proteína estuvieron influenciados por las épocas de evaluación, las mayores acumulaciones tuvieron un comportamiento lineal con 100 hasta 200 kg/ha de N y en el SS en los primeros 30 días que a los 45 y 60 días, en el testigo sin N y con 50 kg N/ha se presentaron ligeros incrementos hasta los 60 días no superando los anteriores.
- 3.- El Sistema silvopastoril *Pennisetum clandestinum* con Aliso (*Alnus acuminata*) es una buena opción para disminuir las aplicaciones de Nitrógeno en las praderas, se lograron efectos similares en FV que con 100 kg/N/ha, materia seca a 100 y 150 kg/N/ha, contenido de humedad a sin N (testigo).
- 4.- Para incrementar la producción de forraje verde y mejorar los contenidos de materia seca en el pasto a los 60 días por efecto de la fertilización nitrogenada, deberá aplicarse en dos épocas durante la etapa del cultivo. La absorción de N de *Pennisetum clandestinum* por efecto de la fertilización nitrogenada se puede mejorar si se inicia alrededor de los 30 días de descanso del potrero para lograr incrementos a los 60 días, época apropiada para el pastoreo.

BIBLIOGRAFIA

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica, ACCS. P. 1-41.

Casanova, E. 2001. Manejo integradote nutrimentos.XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Boletín No. 4, Cuba. Noviembre de 2001.

Guerrero, R. Fertilización de pastos tecnificados. In Fertilización de cultivos de clima medio. Bogotá. MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS. 1995. Pp 229-240.

Castilla, A. 2005. Curvas de absorción de nutrimentos en la variedad de arroz Fedearroz 50. En:Arroz,Vol. 53. No. 459.

Peoples, M; Herridge, D y Ladha, J. 1995. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. *In:* Ladha, J. y Peoples, M. Management of biological nitrogen fixation for the development of more productive and sustainable agricultural systems. Plant and soil. Symposium on biological nitrogen fixation for sustainable agriculture at the 15th congress of soil science. Acapulco, México. 174: 3 – 28.

Van der Meer, H. 1996. Utilization and losses nitrogen in grazed grassland. *In:* Struik, E.; Maesen, P. y Van der, L. G. Grassland science in perspective. Wageningen agricultural university papers. Netherlands. Pág. 13- 27.

Rosswall, T; Berstrom, L; Johansson, C; Klemedtsson, L and Svensson, B. 1990. Inorganic nitrogen cycling processes and flows. *In:* Andrén O; Lindberg T; Paustian K y Rosswall T. Ecology of arable land organisms, carbon and nitrogen cycling. Ecological bulletins. Copenhagen, Denmark. 1990. No. 40: 127 – 152.

Whitehead, D. 1995. Grassland nitrogen. CAB International. Oxon, England. 396 Pág.

Velasco, A y Zambrano, J. 2000 Mejoramiento del Suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*. CATIE. Costa Rica, 15 p.

Pate, J. 1994 The mycorrhizal association: just one of many nutrient acquiring specializations in natural ecosystems. *Plant and soil* 159: 1-10

Restrepo, U. 2002 Infectividad y efectividad de los actinomicetos del género *Frankia spp.* asociados con *Alnus acuminata ssp. acuminata* en Colombia. COLCIENCIAS, Bogotá, Colombia. 15 p
http://www.icfes.gov.co/revistas/cronica/Vol12/CAR_FRAN.html

Giraldo, L. 2000 Sistemas Silvopastoriles Alternativa sostenible para la ganadería colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 181 p.

Ibrahim, M; Camero, A; Camargo, J y Andrade, H. 1999 Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Costa Rica. 12p.
<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/IbrahimM.htm>

Builes, A; Gómez, M y Giraldo, L. 2004. Evaluación de la producción y calidad de Kikuyo *Pennisetum clandestinum* asociado con árboles de Aliso *Alnus acuminata* H.B.K. en bmh-PM. Tesis Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 105p.

Ruiz, M. 1985 Algunos aspectos de la germinación del Aliso (*Alnus acuminata* H. B. K.). Tesis Biología, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia. 90p.

Jonson, I. y Thornley. 1984. A modelo of instantaneous and daily canopy photosynthesis. *Journal of Theoretical Biology*.

Teixeira de Mattos, W. 2001. Avaliação de pastagem de capim *Braquiaria* em degeração e sua recuperação com suprimento de nitrogênio e enxofre. Piracicaba, Tesis de Doctor em Agronomia. Universidad de São Paulo. Escola superior de Agricultura. Luiz de Queiroz. 97 p.